



# Funciones Ejecutivas

Actualización Enero 2013

**Editor del Tema:**

J. Bruce Morton, PhD, University of Western Ontario, Canadá

# Tabla de contenidos

Síntesis	5
<hr/>	
El funcionamiento ejecutivo durante la infancia y la niñez	8
YUKO MUNAKATA, PHD, LAURA MICHAELSON, BA, JANE BARKER, MPA, NICOLAS CHEVALIER, PHD, ENERO 2013	
<hr/>	
Las funciones ejecutivas y el desarrollo afectivo	15
M. ROSARIO RUEDA, PHD <sup>A</sup> , PEDRO M.PAZ-ALONSO, PHD <sup>B</sup> , ENERO 2013	
<hr/>	
La condición socioeconómica y el desarrollo de las funciones ejecutivas	22
CAYCE J. HOOK, BA, GWENDOLYN M. LAWSON, BA, MARTHA J. FARAH, PHD, ENERO 2013	
<hr/>	
Funciones ejecutivas en el salón de clase	30
CLANCY BLAIR, PHD, ENERO 2013	
<hr/>	
El desarrollo del cerebro y las funciones ejecutivas	37
KATIE KNAPP , MSC, J. BRUCE MORTON, PHD, ENERO 2013	
<hr/>	
El papel protector de las destrezas de funciones ejecutivas en entornos de alto riesgo	45
AMANDA J. WENZEL, BA, MEGAN R. GUNNAR, PHD, ABRIL 2013	
<hr/>	
Control cognitivo y autorregulación en niños de corta edad: Maneras para mejorarlos y porqué [Diapositivas]	52
ADELE DIAMOND, PHD, FRSC, ENERO 2013	
<hr/>	

# Tema patrocinado por:



---

# Síntesis

## ¿Por qué es importante?

Las funciones ejecutivas representan las habilidades cognitivas requeridas para controlar y regular nuestros pensamientos, emociones y acciones. A veces se establece la diferencia entre el componente “frío” de las funciones ejecutivas que comprende estrictamente habilidades cognitivas (ejemplo, la habilidad de efectuar cálculos mentalmente), el componente “cálido”, que refleja la habilidad de regular emociones (ejemplo, ser capaz de controlar la ira).

Las funciones ejecutivas se pueden dividir en tres categorías amplias de habilidades:

- **Autocontrol:** La habilidad de resistirse a hacer algo tentador con el fin de hacer lo correcto. Esta habilidad ayuda a los niños a prestar atención, a actuar de manera menos impulsiva y a permanecer concentrados en su trabajo.
- **Memoria de trabajo:** La habilidad de mantener información en la mente donde puede ser intervenida. Esta destreza es necesaria para efectuar tareas cognitivas tales como interrelacionar tópicos, hacer cálculos mentales, y decir lo que se necesita hacer en orden de prioridad.
- **Flexibilidad cognitiva:** Comprende pensamiento creativo y ajustes flexibles ante los cambios. Esta habilidad ayuda a los niños a canalizar su imaginación y creatividad para solucionar problemas.

Las habilidades de las funciones ejecutivas son fundamentalmente primordiales para el desarrollo. En efecto, lo ilustra el hecho de que las diferencias tempranas en funciones ejecutivas predicen longitudinalmente importantes resultados de desarrollo, incluyendo logros académicos, comportamientos de salud y ajuste social.

## ¿Qué sabemos?

Las funciones ejecutivas necesitan tiempo para desarrollar todo su potencial, y esto se explica en parte por la maduración lenta del córtex prefrontal. Los cambios en las funciones ejecutivas son notables cuando los niños llegan a ser capaces de recordar por sí solos cuáles son las metas importantes (ejemplo, terminar su tarea en vez de mirar la televisión). Las mejoras en funciones

ejecutivas también se notan cuando desarrollan la habilidad para analizar su entorno para decidir cuál es el plan de acción adecuado (ejemplo, estudiar esta noche es esencial para el éxito en el examen de mañana). Las funciones ejecutivas subdesarrolladas pueden explicar por qué los niños de corta edad a menudo se niegan a seguir instrucciones lógicas, como ponerse un gorro en invierno. Los niños provenientes de sectores económicos pobres se encuentran particularmente en riesgo al ser afectados por dificultades de funciones ejecutivas.

Teniendo en cuenta el largo proceso de maduración de las destrezas de las funciones ejecutivas, los niños son sumamente sensibles a experiencias tempranas que pueden obstaculizar o estimular sus habilidades. El estrés, por ejemplo, puede ser tan perjudicial para las funciones ejecutivas de los niños de corta edad hasta el punto de conducir a un diagnóstico errado de trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH). Por otra parte, las experiencias mejoradas, tales como la relación padres-hijo positiva, pueden proteger a los niños contra el efecto negativo de circunstancias estresantes, como vivir en condiciones económicas de pobreza, y en consecuencia mejoran las funciones ejecutivas. Los niños tienden a tener mejores destrezas de funcionamiento ejecutivo cuando tienen padres receptivos que recurren a una disciplina con ternura en vez de severidad y que apoyan la autonomía de sus hijos.

Un alto nivel de funcionamiento ejecutivo está ligado a varios resultados positivos tales como competencia en los campos social, emocional y académico. De hecho, estos resultados predicen el éxito escolar temprano mejor que cualesquier resultados predichos por la inteligencia, los conocimientos aritméticos y el alfabetismo. Las destrezas de las funciones ejecutivas les permiten a los niños navegar a través de su entorno constantemente cambiante, lo que podría ser un aspecto particularmente clave para niños que crecen en entornos de alto riesgo. La eficiencia de las funciones ejecutivas predice la salud, la prosperidad económica y menos actos criminales más adelante en la vida. Los componentes específicos de las funciones ejecutivas también son responsables de la habilidad de los niños para comprender el pensamiento de las otras personas. Por ejemplo, la función ejecutiva en situación de conflicto predice significativamente la habilidad de los niños para comprender las falsas creencias, la noción de que los otros no perciben el mundo como ellos, una habilidad necesaria para interactuar eficazmente en el ámbito social.

Mientras que unas habilidades ejecutivas consistentes proporcionan varios beneficios, una función ejecutiva deficiente es indicador de un número de trastornos tales como TDAH, problemas de comportamiento, dificultades de aprendizaje, autismo y depresión. Los problemas tempranos

relacionados con funciones ejecutivas también tienden a persistir a lo largo de la niñez y la adolescencia.

### **¿Qué podemos hacer?**

También hay varios beneficios al ayudar a niños en preescolar a mejorar sus destrezas de funciones ejecutivas. Los programas de intervención centrados en entrenamiento en funciones ejecutivas son eficientes para el mejoramiento del éxito escolar y las destrezas socio-emocionales de los niños, y pueden conducir a cambios en los circuitos cerebrales. La intervención temprana también puede atenuar el ritmo y las dificultades asociadas a trastornos tales como TDAH y problemas de comportamiento. El entrenamiento en funciones ejecutivas es económico y se puede integrar al programa de enseñanza regular con niños de apenas 4 ó 5 años de edad. Las modificaciones a los currículos existentes para niños de la primera infancia deberían incluir actividades agradables y exigentes centradas en autorregulación. El yoga, la música, los aeróbicos, el baile, la meditación, la narración de cuentos y las artes marciales son ejemplos de actividades que pueden ayudar a mejorar las habilidades fundamentales de las funciones ejecutivas. En el salón de clase, los niños deberían participar en más aprendizaje activo y actividades en grupos pequeños, y pasar menos tiempo en actividades de grupos grandes. Los niños con mejores funciones ejecutivas necesitan menos intervenciones negativas por parte de profesores, lo que ayuda a crear un entorno libre de estrés, que a su turno fortalece aún más el desarrollo de las funciones ejecutivas. A los niños de corta edad se les debería animar también a participar en formas más rigurosas de juegos, tales como juegos de suplantación social donde aprenden a asumir papeles y a adaptarse a tramas siempre cambiantes.

También es esencial entender que las destrezas de funciones ejecutivas se adquieren gradualmente a lo largo de los años y que incluso un niño altamente motivado puede pasar apuros con instrucciones tales como no comer una galleta antes de la cena, o permanecer concentrado durante un periodo largo de tiempo.

---

# El funcionamiento ejecutivo durante la infancia y la niñez

Yuko Munakata, PhD, Laura Michaelson, BA, Jane Barker, MPA, Nicolas Chevalier, PhD

University of Colorado at Boulder, EE.UU.

Enero 2013

## Introducción

Las funciones ejecutivas se refieren a un conjunto de procesos cognitivos que sustentan la regulación de los pensamientos, emociones y comportamientos. Las funciones ejecutivas nos ayudan a alcanzar metas en nuestra vida diaria, sea que estemos planeando unas vacaciones, controlando nuestra ira o realizando varias tareas a la vez. Se desarrollan dramáticamente durante la infancia y la niñez,<sup>1,2</sup> y predicen éxitos futuros en estudios, salud e ingresos.<sup>3</sup> También admiten entrenamiento bajo ciertas condiciones.<sup>4</sup> Al mismo tiempo, las funciones ejecutivas son altamente heredables,<sup>5</sup> lo que quiere decir que las diferencias genéticas entre individuos contribuyen a diferencias entre individuos en funciones ejecutivas. Además, estas diferencias son estables a lo largo del desarrollo.<sup>6,7</sup> El bajo funcionamiento ejecutivo durante la niñez predice el bajo funcionamiento ejecutivo en décadas más tarde. Se observan deterioros en funciones ejecutivas en niños con antecedentes de baja condición socioeconómica,<sup>8</sup> y en una variedad de afecciones clínicas, incluyendo trastorno por déficit de atención con hiperactividad,<sup>9</sup> autismo<sup>10</sup> y depresión.<sup>11</sup>

## Materia

Los límites en el funcionamiento ejecutivo pueden llevar a mostrar los niños como tercos y traviosos, como cuando insisten en que no necesitan un abrigo para salir a jugar en la nieve, o al sacar una galleta a pesar de las advertencias repetidas de que no la podrán tener hasta después del almuerzo. Las funciones ejecutivas son predictivas de repercusiones futuras en la vida. Las diferencias individuales en funciones ejecutivas al inicio del jardín infantil predicen logros académicos futuros, y pueden ser más críticos para el éxito temprano que la familiaridad con los números y las letras.<sup>12-14</sup> Los comportamientos auto-regulatorios predicen habilidades sociales, relaciones con profesores y pares, compromiso escolar, salud, riqueza y criminalidad en la vida más tarde.<sup>3,15</sup> Bajo ciertas condiciones, las funciones ejecutivas pueden ser sometidas a

entrenamiento. Los programas de preescolar desarrollados para mejorar las disposición escolar cognitiva y de comportamiento han conducido a mejoras en funciones ejecutivas, como ocurrió con una variedad de intervenciones en la escuela primaria.<sup>16-18</sup> Los aeróbicos, las artes marciales, el yoga, la danza en intervenciones de juegos seleccionados también han sido asociados a mejoras en funciones ejecutivas en los niños.<sup>4</sup> Las intervenciones de entrenamiento pueden ayudar a reducir o eliminar las deficiencias de funciones ejecutivas observadas en niños con antecedentes de condiciones socioeconómicas bajas,<sup>19,20</sup> aunque los estudios ecológicos que examinan los efectos de intervención a nivel de la población, vendrán próximamente.

## **Problemática**

Las funciones ejecutivas son complejas, e implican desafíos para medir y supervisar cambios en desarrollo en ellas. Abarcan una variedad de procesos cognitivos de más alto nivel, incluyendo la planeación, toma de decisiones, mantenimiento y manejo de información en memoria de trabajo, supervisión del entorno en busca de información pertinente en cuanto a objetivos, cambio de una tarea a otra, y la inhibición de pensamientos, sensaciones y acciones no deseadas. Además, estos procesos de más alto nivel dependen de procesos cognitivos, perceptuales y motores de más bajo nivel, lo que dificulta la medición de las funciones ejecutivas puramente.<sup>21,22</sup> Por ejemplo, la habilidad de una persona para resistirse al chocolate cuando está a dieta refleja no sólo su habilidad de inhibir el impulso de comerlo, pero también su hambre y las razones para la dieta. Esta dificultad en la medición de las funciones ejecutivas aisladamente también conduce a dificultades en la medición de cambios en éstas a lo largo del desarrollo. Se están desarrollando procesos al igual que funciones ejecutivas de más bajo nivel, lo que implica desafíos para el diseño de medidas de funciones ejecutivas que se puedan utilizar con personas de una variedad de edades. ¡Por ejemplo, los cambios en inhibición desde la infancia hasta la edad adulta no se pudieron rastrear mediante la medición de cambios en la habilidad de plegarse a una dieta! Como resultado de ello, los investigadores a menudo han utilizado diferentes medidas de funcionamiento ejecutivo con diferentes grupos de edades, por ejemplo, la medición de la inhibición infantil en el contexto del mantenimiento de la atención frente a distractores,<sup>23</sup> y la inhibición de los niños en el contexto de un juego tipo “Simón dice”, en donde los comportamientos de los adultos son habitualmente imitados, pero en cambio, a veces se debería hacer lo contrario.<sup>24</sup> La diferencias entre medidas hacen que sea difícil sacar conclusiones firmes acerca de los cambios de desarrollo en el funcionamiento ejecutivo.

## **Contexto de la investigación**

El estudio de las funciones ejecutivas y su desarrollo está avanzando rápidamente. El uso de métodos de la neurociencia, incluyendo neuro-imagen funcional, electroencefalografía y modelos computarizados, están proporcionando ideas generales sobre los cambios cerebrales que sustentan el desarrollo del funcionamiento ejecutivo.<sup>2,25-27</sup> Teniendo en cuenta la dificultad para aislar la medida del funcionamiento ejecutivo durante las tareas experimentales, los investigadores han desarrollado un conjunto de tareas que exigen el uso del funcionamiento ejecutivo, pero estas tareas difieren entre sí en otros aspectos. Por ejemplo, un conjunto de tareas de inhibición puede incluir una tarea que requiere que los niños enfoquen su atención en algo e inhibir el impulso de mirar a otro objeto que distrae, y otra tarea que requiere que los niños digan el color de una palabra sobre una pantalla (por ejemplo, la palabra “verde” impresa en tinta azul) y se abstengan de leer la palabra en sí. Se puede utilizar técnicas estadísticas para extraer lo que es común en desempeño en todas esas tareas, para proporcionar una medida más pura de las funciones ejecutivas.<sup>5</sup> Para abordar la dificultad en la comparación del funcionamiento ejecutivo a lo largo de las edades, los investigadores han desarrollado medidas que se pueden cambiar ligeramente para manejar las exigencias de las funciones ejecutivas, mientras mantienen sin modificar todos los otros aspectos de la tarea. Por ejemplo, en una tarea donde se les exige a los niños que inhiban su impulso de mirar a algo que distrae, el número de elementos distractores puede aumentar con la edad. Dichas medidas proporcionan sensibilidad dentro de una amplia gama de edades, lo que le permite a los investigadores ver cambios cuantitativos en el desempeño para rastrear el desarrollo de las funciones ejecutivas.<sup>1</sup>

### **Preguntas claves de la investigación**

- ¿Qué desarrollos se observan en las funciones ejecutivas durante la infancia y la niñez?
- ¿Qué impulsa estos desarrollos?
- ¿Por qué las funciones ejecutivas predicen el funcionamiento futuro y la inteligencia general?

### **Resultados recientes de investigaciones**

Parece que los procesos componentes del funcionamiento ejecutivo llegan a ser más especializados durante el desarrollo: en la primera infancia, los niños usan los mismos procesos cognitivos en todas las situaciones que requieren control, mientras que desde mediados de la niñez en adelante, esos procesos se especializan progresivamente para convertirse en componentes tales como, suprimir una acción habitual, o cambiar entre múltiples tareas.<sup>21,28,29</sup> El

funcionamiento ejecutivo también puede llegar a ser más auto-dirigido (de manera que los niños dependen cada vez menos de otras personas), y cambian de control reactivo (con niños que se ajustan a los eventos mientras vayan ocurriendo) a control proactivo (con niños que se anticipan y se preparan para eventos que se acercan).<sup>2</sup> Por ejemplo, los niños más jóvenes tienen la tendencia de estudiar para un examen a último minuto y sólo cuando sus padres se lo recuerdan, mientras que los niños de mayor edad pueden empezar a estudiar con anticipación a eventos potenciales. Los cambios en el funcionamiento ejecutivo son impulsados en parte por una habilidad creciente de mantener en mente metas apropiadas (por ejemplo, de seguir estudiando a pesar de la tentación de jugar videojuegos), pero también por habilidad creciente de los niños de supervisar su propio entorno para determinar cuáles comportamientos son apropiados (por ejemplo, estudiar hoy es importante para el examen de mañana).<sup>30,31</sup> Estas mejoras están acompañadas de actividades más fuertes con la edad en una red neural ampliamente distribuida que abarca la corteza pre-frontal, la corteza parietal y los ganglios basales, con creciente conectividad entre estas regiones y variaciones en patrones de activación a lo largo del desarrollo.<sup>25,27</sup>

## **Brechas en la investigación**

Hasta la fecha, nuestra comprensión de las interacciones genes-entorno en el funcionamiento ejecutivo sigue siendo limitada: sabemos muy poco sobre la manera como las experiencias del entorno influyen en la expresión de los genes que sustentan las funciones ejecutivas, al igual que sobre la manera cómo las variables genéticas influyen en las características del entorno que pueden tener impacto sobre las funciones ejecutivas.<sup>5</sup> Además, la investigación ha hecho énfasis en los cambios cuantitativos en la eficiencia de los procesos subyacentes del funcionamiento ejecutivo, asumiendo que todos los niños usen los mismos procesos o estrategias que fueron aplicadas con más éxito con la edad. Aún, las estrategias pueden cambiar con la edad y entre niños de la misma edad, dando surgimiento potencialmente a diferentes caminos de desarrollo de funcionamiento ejecutivo. La variabilidad de estrategias está básicamente por explorar.<sup>32,33</sup> Finalmente, se necesita más trabajo para comprender cabalmente cuáles cambios cerebrales sustentan cambios en el funcionamiento ejecutivo, en particular durante la primera infancia, y cómo dichos cambios cerebrales conducen a cambios en el funcionamiento ejecutivo.<sup>2</sup>

## **Conclusiones**

Aunque las funciones ejecutivas son complejas y difíciles de medir, se ha hecho un progreso significativo en la comprensión de estos procesos cognitivos fundamentales de más alto nivel durante la infancia y la niñez - Cómo cambian durante el desarrollo, cómo influyen en el comportamiento, qué aspectos predicen repercusiones de la vida en el futuro, y qué tipo de experiencias pueden tener influencia sobre este curso del desarrollo. Este trabajo ha subrayado el papel esencial de las funciones ejecutivas en el desarrollo de los niños. Muchos interrogantes quedan por abordar mediante más investigaciones en el campo del comportamiento y la neurociencia. Estos interrogantes incluyen la manera como la trayectoria del desarrollo del funcionamiento ejecutivo varía de un niño a otro y las consecuencias de dicha variación, las razones por las cuales las funciones ejecutivas predicen repercusiones de la vida en el futuro, y cómo las influencias genéticas y del entorno y los cambios cerebrales resultantes conducen a las mejoras dramáticas en funciones ejecutivas observadas a lo largo de la infancia y la niñez. Una mejor comprensión del desarrollo de la función ejecutiva será crucial para el mejoramiento de los programas de capacitación, las estrategias de intervención, y las herramientas de diagnóstico temprano diseñadas para maximizar el potencial de los niños hacia logros académicos y éxitos en el futuro.

### **Implicaciones padres, servicios y política**

Cuando los niños hacen cosas que no deberían, o parece que no están escuchando, no significa que necesariamente sean tercos o traviosos. Incluso cuando los niños están altamente motivados para comportarse correctamente, los límites en su funcionamiento ejecutivo pueden restringir su habilidad de hacerlo. Si no se abordan, las deficiencias en las funciones ejecutivas predicen logros académicos disminuidos, y podrían ayudar a explicar las brechas persistentes en cuanto a logros educativos entre estudiantes de alta y baja condiciones socioeconómicas. Los encargados de formular políticas, que disponen de recursos limitados, podrían enfrentar dificultades a la hora de escoger entre intervenciones disponibles con el objetivo de mejorar las funciones ejecutivas. Sin embargo, los datos que comparan la eficacia de diversas intervenciones son limitados, las intervenciones pueden tener impacto sobre niños de diferentes edades y trayectorias de desarrollo de manera distinta, y algunos programas han sido mejorados a partir de estudios de demostración para convertirse en intervenciones para todo un sistema. Las mejoras en las herramientas de diagnóstico temprano y los esfuerzos para determinar el impacto de las intervenciones a largo plazo en la primera infancia y el periodo intermedio de la niñez ayudarán a precisar el tiempo y la administración óptima de las intervenciones.

## Referencias

1. Beck DM, Schaefer C, Pang K, Carlson SM. Executive function in preschool children: Test-retest reliability. *J Cogn Dev*. 2011;12(2):169-193.
2. Munakata Y, Snyder H, Chatham C. Developing cognitive control: Three key transitions. *Curr Dir Psychol Sci*. In press.
3. Moffitt TE, Arseneault L, Belsky D, et al. A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *P Natl Acad Sci USA*. 2011;108(7):2693-2698.
4. Diamond A, Lee K. Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science*. 2011;333(6045):959-964.
5. Friedman NP, Miyake A, Young SE, DeFries JC, Corley RP, Hewitt JK. Individual differences in executive functions are almost entirely genetic in origin. *J Exp Psychol Gen*. 2008;137(2):201-225.
6. Casey BJ, Somerville LH, Gotlib IH, et al. Behavioral and neural correlates of delay of gratification 40 years later. *P Natl Acad Sci USA*. 2011;108(36):14998-15003.
7. Friedman NP, Miyake A, Robinson JL, Hewitt JK. Developmental trajectories in toddlers' self-restraint predict individual differences in executive functions 14 years later: A behavioral genetic analysis. *Dev Psycho*. 2011;47(5):1410-1430.
8. Hackman DA, Farah MJ. Socioeconomic status and the developing brain. *Trends Cogn Sci*. 2009;13(2):65-73.
9. Willcutt EG, Doyle AE, Nigg JT, Faraone SV, Pennington BF. Validity of the executive function theory of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A meta-analytic review. *Biol Psychiat*. 2005;57(11):1336-1346.
10. Hughes C, Russell J, Robbins TW. Evidence for executive dysfunction in autism. *Neuropsychologia*. 1994;32(4):477-492.
11. Snyder HR, under review. Executive function is broadly impaired in major depressive disorder: A meta-analysis and review.
12. Blair C, Razza RP. Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Dev*. 2007;78(2):647-663.
13. Heavyside S, Farris E. Public school kindergarten teachers' views on children's readiness for school (NCES No. 93-410). Washington, DC: US Department of Education, Office of Educational Research and Improvement.
14. Rimm-Kaufman SE, Pianta RC, Cox MJ. Teachers' judgments of problems in the transition to kindergarten. *Early Child Res Q*. 2000;15(2):147-166.
15. Eisenberg N, Valiente C, Eggum ND. Self-regulation and school readiness. *Early Educ Dev*. 2010;21(5):681-698.
16. Bierman KL, Nix RL, Greenberg MT, Blair C, Domitrovich CE. Executive functions and school readiness intervention: Impact, moderation, and mediation in the Head Start REDI program. *Dev Psychopathol*. 2008;20(3):821-843.
17. Riggs NR, Greenberg MT, Kusché CA, Pentz MA. The mediational role of neurocognition in the behavioral outcomes of a social-emotional prevention program in elementary school students: Effects of the PATHS Curriculum. *Prev Sci*. 2006;7(1):91-102.
18. Thorell LB, Lindqvist S, Bergman Nutley S, Bohlin G, Klingberg T. Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Dev Sci*. 2009;12(1):106-113.
19. Noble KG, McCandliss BD, Farah MJ. Socioeconomic gradients predict individual differences in neurocognitive abilities. *Dev Sci*. 2007;10(4):464-480.
20. Diamond A, Barnett WS, Thomas J, Munro S. Preschool program improves cognitive control. *Science*. 2007;318(5855):1387-1388.
21. Miyake A, Friedman NP, Emerson MJ, Witzki AH, Howerter A. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cogn Psychol*. 2000;41(1):49-100.

22. Salthouse TA. Relations between cognitive abilities and measures of executive functioning. *Neuropsychology*. 2005;19(4):532-545.
23. Holmboe K, Pasco Fearon RM, Csibra G, Tucker LA, Johnson MH. Freeze-Frame: A new infant inhibition task and its relation to frontal cortex tasks during infancy and early childhood. *J Exp Child Psychol*. 2008;100(2):89-114.
24. Luria AR. *Higher cortical functions in man*. New York: Basic Books; 1966.
25. Crone EA, Ridderinkhof KR. The developing brain: From theory to neuroimaging and back. *Dev Cogn Neurosci*. 2011;1(2):101-109.
26. Lamm C, Zelazo PD, Lewis MD. Neural correlates of cognitive control in childhood and adolescence: Disentangling the contributions of age and executive function. *Neuropsychologia*. 2006;44(11):2139-2148.
27. Morton JB, Bosma R, Ansari D. Age-related changes in brain activation associated with dimensional shifts of attention: An fMRI study. *Neuroimage*. 2009;46(1):249-256.
28. Huizinga M, Dolan CV, van der Molen MW. Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*. 2006;44(11):2017-2036.
29. Wiebe SA, Espy KA, Charak D. Using confirmatory factor analysis to understand executive control in preschool children: I. Latent structure. *Dev Psychol*. 2008;44(2):575-587.
30. Chevalier N, Blaye A. Setting goals to switch between tasks: Effect of cue transparency on children's cognitive flexibility. *Dev Psychol*. 2009;45(3):782-797.
31. Munakata Y, Herd SA, Chatham CH, Depue BE, Banich MT, O'Reilly RC. A unified framework for inhibitory control. *Trends Cogn Sci*. 2011.
32. Hanania R. Two types of perseveration in the Dimension Change Card Sort task. *J Exp Child Psychol*. 2010;107(3):325-336.
33. Moriguchi Y, Hiraki K. Longitudinal development of prefrontal function during early childhood. *Dev Cogn Neurosci*. 2011;1(2):153-162.

# Las funciones ejecutivas y el desarrollo afectivo

M. Rosario Rueda, PhD<sup>a</sup>, Pedro M. Paz-Alonso, PhD<sup>b</sup>

Universidad de Granada, España<sup>a</sup>, Basque Center on Cognition, Brain and Language, España<sup>b</sup>

Enero 2013

## Introducción

El desarrollo emocional comprende la capacidad creciente de sentir, comprender y diferenciar de manera progresiva emociones más complejas, al igual que la capacidad de autorregularlas con el fin de adaptarse al entorno social o para alcanzar metas presentes o futuras. A menudo los niños afrontan situaciones que los llevan a elegir una opción entre varias que compiten (por ejemplo, terminar sus tareas antes de jugar o comer una colación ahora en vez de consumir alimentos más sanos durante la comida servida más tarde). Al tomar tales decisiones, los niños deben reconciliar las opciones conflictivas disponibles a la luz de las expectativas y de las reglas específicas que ellos deben respetar, y ellos deben regular sus impulsos para escoger la gratificación inmediata en beneficio de una opción menos inmediata y menos automática. Este tipo de control cognitivo y del comportamiento está ligado al concepto de funciones ejecutivas. Las funciones ejecutivas se refieren a procesos de control cognitivo multidimensionales que resultan de un esfuerzo voluntario importante. Estas funciones incluyen la capacidad de evaluar y de organizar su entorno, de alcanzar objetivos y de adaptar su comportamiento con flexibilidad durante situaciones inéditas. Algunos resultados de investigaciones sobre el desarrollo cognitivo y en neurociencia del desarrollo cognitivo han mostrado que el desarrollo de la regulación emocional está sustentado considerablemente por varias funciones ejecutivas fundamentales, específicamente el control de la atención, la inhibición de los comportamientos inapropiados, la toma de decisiones y otros procesos cognitivos de alto nivel solicitados en contextos exigentes en el ámbito afectivo.<sup>1,2</sup>

## Materia

Como el humano es predominantemente social, es importante comprender las emociones propias y aquellas de los otros; y una buena parte del cerebro está dedicada a ese fin.<sup>3</sup> Las emociones básicas, como la felicidad o el miedo difieren de las emociones llamadas morales (por ejemplo, la vergüenza, la culpabilidad o el orgullo) que surgen durante las interacciones sociales, cuando se

establece explícita o implícitamente un comportamiento normativo o ideal. De hecho, la comprensión y el manejo de las emociones morales requieren de la internalización de las normas y de los principios morales compartidos por la comunidad. El ser humano también debe estar en capacidad de percibir y comprender las emociones de otras personas (empatía) y atribuirles estados mentales (teoría de la mente), lo que implica comprender sus creencias y sus actitudes. De esta manera, el desarrollo emocional y el desarrollo social están estrechamente ligados. Otro componente clave del desarrollo afectivo, la regulación emocional, es igualmente crucial para la socialización. Durante las actividades sociales (por ejemplo, en la escuela), a menudo es necesario controlar las reacciones emocionales, sean éstas positivas (por ejemplo, el entusiasmo) o negativas (por ejemplo, la frustración), para adaptarse a las normas sociales y alcanzar los objetivos. En consecuencia, el desarrollo del control ejecutivo es fundamental para la regulación emocional.

## **Problemática**

Las funciones ejecutivas son consideradas frecuentemente como funciones cognitivas no específicas, de alcance general. Esto significa que están comprendidas en la regulación de todas las clases de comportamientos, básicamente aquellos que implican el lenguaje, la memoria, el razonamiento, etc. Sin embargo, algunos autores han sugerido que los comportamientos afectivos y sociales, al igual que los comportamientos motivados por una meta (por ejemplo, decidir comer un pedazo de torta o abrazar una persona amada), podría ser más difícil de controlar que las acciones emocionalmente neutras (por ejemplo, averiguar si cinco es una cifra par o impar) y podría incluso requerir de un mecanismo de control diferente. Algunos autores han establecido una diferencia entre los aspectos “fríos” (puramente cognitivos) y “cálidos” (afectivos) de las funciones ejecutivas.<sup>4</sup> De este modo, durante la solución de un problema, las funciones ejecutivas y la regulación emocional tienen una relación recíproca. Sin embargo, las exigencias particulares de la regulación emocional dependen del grado de motivación detrás del problema y de la naturaleza “cálida” o “fría” del problema mismo.<sup>1</sup>

## **Contexto de la investigación**

La naturaleza multidimensional del constructo que constituyen las funciones ejecutivas contrasta con la ausencia de consenso sobre la prueba de referencia para la medida de estas funciones, y esto, a pesar de la naturaleza muy estructurada de las tareas que se usan típicamente para examinarlas por separado. Una variedad de tareas de laboratorio se usan en este caso para medir

las diferentes funciones ejecutivas en niños, y de éstas algunas son adaptadas a partir de tareas utilizadas con adultos. Se puede hacer una distinción general entre las tareas de medida de funciones ejecutivas “cálidas” y “frías”, dependiendo de si la tarea implica procesar informaciones que tienen un aspecto emocional o no.<sup>5</sup> Las tareas también pueden dividirse según la función específica a la que apuntan (por ejemplo, la memoria de trabajo, el control inhibitorio o la flexibilidad mental). Como el desarrollo de las funciones ejecutivas se prolonga a todo lo largo de la infancia, una gran variedad de tareas adaptadas a niños de una edad o nivel dado está disponible.<sup>6</sup>

### **Preguntas de la investigación**

1. ¿Está sustentado el desarrollo emocional por la maduración de las destrezas de las funciones ejecutivas? ¿Cómo el desarrollo de los aspectos claves del desarrollo emocional (por ejemplo, empatía, teoría de la mente, internalización de los principios morales, etc.) está relacionado con la maduración del córtex prefrontal?
2. ¿Cuáles factores determinan el desarrollo de las destrezas de las funciones ejecutivas?
3. ¿Están las diferencias individuales en el desarrollo de las funciones ejecutivas y de la regulación emocional determinadas por los genes o por la experiencia?
4. ¿Es posible favorecer el desarrollo de las funciones ejecutivas mediante intervenciones ejecutivas? Si fuera el caso, ¿unas funciones ejecutivas más eficaces se reflejarían en un mejor desarrollo emocional?

### **Resultados recientes de la investigación**

Los resultados de varios estudios indican que la maduración de diversos aspectos de las funciones ejecutivas, como el control de la inhibición y la atención ejecutiva, está fuertemente ligada a una comprensión creciente de las emociones propias y de aquellas de otros y también a una mejor regulación emocional. En la edad preescolar, el desempeño de los niños durante las tareas de medida de control de inhibición en laboratorio está correlacionado significativamente con su capacidad de regular sus emociones.<sup>7,8</sup> Además, los niños que poseen un mejor control de su atención tienen la tendencia de manejar mejor su ira mediante el uso de métodos verbales no hostiles en vez de métodos explícitamente agresivos.<sup>9</sup> Un mayor control voluntario también correlaciona positivamente con la empatía.<sup>10</sup> Para manifestar la empatía hacia los otros, hay que poder interpretar sus señales de angustia o de placer. De hecho, la capacidad de distinguir distintos estados mentales en sí mismo y en los otros (teoría de la mente), que constituye un

componente cognitivo fundamental de la empatía,<sup>11</sup> está significativamente asociada a los controles voluntario e inhibitorio.<sup>12</sup> Sin embargo, la cuestión de saber si la teoría de la mente está directamente asociada a las destrezas de la regulación emocional general durante el desarrollo a temprana edad sigue siendo tema de debate.<sup>13</sup> Las diferencias individuales en el control ejecutivo están asociadas asimismo con el desarrollo de la conciencia, lo que implica una interacción entre las emociones morales experimentadas y la adopción de un comportamiento compatible con las reglas y normas sociales.<sup>14</sup> Ahora bien, el control internalizado del comportamiento es mayor en los niños que muestran un control voluntario elevado.<sup>15</sup> Esta asociación es comúnmente interpretada por el hecho de que el control voluntario ofrece la flexibilidad atencional requerida para establecer los vínculos entre los principios morales, las emociones y las acciones.

Las investigaciones actuales abarcan también los factores, tanto educativos como constitucionales, que influyen en el desarrollo de las funciones ejecutivas. Algunos estudios de diferentes funciones ejecutivas efectuados con niños en edad preescolar y escolar han demostrado beneficios directos en capacidades entrenadas, incluyendo la atención ejecutiva,<sup>16,17</sup> el razonamiento fluido,<sup>18,19,20</sup> la memoria de trabajo<sup>21,22,23</sup> y el control cognitivo<sup>24</sup>.

### **Brechas de la investigación**

Ciertas rutas de investigación tienen el potencial de esclarecer aún más nuestra comprensión de las funciones ejecutivas y del desarrollo emocional. Aunque los estudios transversales puedan revelar mucha información, se requieren estudios longitudinales para eliminar la posibilidad de efectos debidos a la varianza individual entre los diferentes grupos de edades. De este modo, los estudios longitudinales pueden proveer información importante sobre el desarrollo cognitivo y emocional típico y atípico.<sup>25</sup> Otro interrogante importante que aún no ha sido resuelto es el alcance hasta el cual las intervenciones educativas diseñadas para promover las funciones ejecutivas pueden conducir a cambios estables en la eficiencia de este sistema, tanto a niveles estructural como funcional, a través del desarrollo. Ciertos estudios han revelado los beneficios del entrenamiento en funciones ejecutivas para el funcionamiento del cerebro durante el desarrollo,<sup>16,17,22,23</sup> beneficios que siempre son observables después de algunos meses incluso si no se ha continuado con el entrenamiento.<sup>16</sup> Sin embargo, se necesitarán más investigaciones para caracterizar aún más los beneficios del entrenamiento a largo plazo y para determinar si estos beneficios son transferidos a la destreza de regulación emocional.

### **Conclusión**

El desarrollo emocional abarca una mejor comprensión de las emociones en sí mismo y en los otros al igual que una creciente capacidad para regular las emociones en función de los objetivos buscados y de las convenciones sociales. Se reconoce que la evolución del funcionamiento emocional juega un papel crítico en la adaptación social y la competencia escolar.<sup>26,27</sup> El desarrollo afectivo adaptativo está ligado al bienestar en el niño, mientras que las dificultades de regulación emocional están ligadas a perturbaciones del humor y a problemas de comportamiento.<sup>27,28</sup> El desarrollo emocional se produce gracias a una variedad de destrezas cognitivas, entre las cuales aquella para regular voluntariamente su comportamiento con flexibilidad, lo que depende ampliamente de la maduración de los lóbulos frontales.<sup>29</sup> La regulación cognitiva y la regulación emocional parecen desarrollarse de concierto. Este desarrollo, muy intenso durante el periodo preescolar, continúa más calmadamente a todo lo largo de la infancia y la adolescencia.<sup>30</sup>

### **Implicaciones para los padres, los servicios y las políticas**

Los resultados sugieren de manera creciente que las funciones ejecutivas pueden mejorarse mediante intervenciones de entrenamiento cognitivo, que tienen el potencial de acrecentar la eficacia de los sistemas cerebrales que sustentan las destrezas de regulación emocional y de comportamiento en niños<sup>16</sup> al igual que en adultos.<sup>23,31,32</sup> La investigación reciente muestra igualmente que el desarrollo del control ejecutivo es afectado por factores ambientales, específicamente las prácticas de crianza y de educación. La calidad de las interacciones padres-hijo durante la primera infancia parece favorecer el futuro desarrollo de las funciones ejecutivas. Las actividades parentales como la calidez, la sensibilidad y una disciplina suave, ligadas a un vínculo padres-hijo seguro y recíproco, están asociadas a las mejores destrezas de funciones ejecutivas en los niños.<sup>33</sup> Igualmente, se ha mostrado que los programas educativos preescolares centrados en la enseñanza de las habilidades de autorregulación mejoran significativamente el desarrollo del control ejecutivo.<sup>24</sup> La plasticidad del sistema neurocognitivo que sustenta la regulación cognitiva y emocional podría estar ligada a la maduración gradual de este sistema, que se prolonga a todo lo largo de las primeras dos décadas de la vida. Es importante notar que la sensibilidad de este sistema neurocognitivo ofrece múltiples oportunidades para promover la competencia social y emocional de los niños con una amplia gama de experiencias. Datos basados en investigaciones tales como aquellos resumidos en el presente artículo deben animar a los encargados de la formulación de políticas a promover el uso de programas educativos que abarcan directamente las competencias socio-emocionales.

### **Referencias**

1. Zelazo, P. D., & Cunningham, W. A. (2007). *Executive Function: Mechanisms Underlying Emotion Regulation Handbook of emotion regulation* (pp. 135-158). New York, NY: Guilford Press.
2. Tottenham, N., Hare, T. A., & Casey, B. J. (2011). Behavioral assessment of emotion discrimination, emotion regulation, and cognitive control in childhood, adolescence, and adulthood. *Frontiers in Psychology, 2*, 39.
3. Olsson, A., & Ochsner, K. N. (2008). The role of social cognition in emotion. *Trends in Cognitive Sciences, 12*(2), 65-71.
4. Zelazo, P. D., & Müller, U. (2002). Executive function in typical and atypical development. In U. Goswami (Ed.), *Handbook of childhood cognitive development* (pp. 445-469). Oxford: Blackwell.
5. Hongwanishkul, D., Happaney, K. R., Lee, W. S., & Zelazo, P. D. (2005). Assessment of Hot and Cool Executive Function in Young Children: Age-Related Changes and Individual Differences. *Developmental Neuropsychology, 28*(2), 617-644.
6. Carlson, S. M. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology, 28*(2), 595-616.
7. Carlson, S. M., & Wang, T. S. (2007). Inhibitory control and emotion regulation in preschool children. *Cognitive Development, 22*(4), 489-510.
8. Simonds, J., Kieras, J. E., Rueda, M., & Rothbart, M. K. (2007). Effortful control, executive attention, and emotional regulation in 7-10-year-old children. *Cognitive Development, 22*(4), 474-488.
9. Eisenberg, N., Fabes, R. A., Nyman, M., Bernzweig, J., & Pinuelas, A. (1994). The relations of emotionality and regulation to children's anger-related reactions. *Child Development, 65*(1), 109-128.
10. Rothbart, M. K., Ahadi, S. A., & Hershey, K. L. (1994). Temperament and social behavior in childhood. *Merrill-Palmer Quarterly, 40*, 21-39.
11. Decety, J., & Jackson, P.L. (2004). The functional architecture of human empathy. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Review, 3*, 71-100.
12. Carlson, S. M., Moses, L. J., & Claxton, L. J. (2004). Individual differences in executive functioning and theory of mind: An investigation of inhibitory control and planning ability. *Journal of Experimental Child Psychology, 87*(4), 299-319.
13. Liebermann, D., Giesbrecht, G. F., & Muller, U. (2007). Cognitive and emotional aspects of self-regulation in preschoolers. *Cognitive Development, 22*(4), 511-529.
14. Kochanska, G., & Aksan, N. (2006). Children's conscience and self-regulation. *Journal of Personality, 74*(6), 1587-1617.
15. Kochanska, G., Murray, K. T., & Harlan, E. T. (2000). Effortful control in early childhood: Continuity and change, antecedents, and implications for social development. *Developmental Psychology, 36*(2), 220-232.
16. Rueda, M. R., Checa, P., & Combita, L. M. (2011). Enhanced efficiency of the executive attention network after training in preschool children: Immediate and after two months effects. [doi: 10.1016/j.dcn.2011.09.004]. *Developmental Cognitive Neuroscience*.
17. Rueda, M. R., Rothbart, M. K., McCandliss, B. D., Saccomanno, L., & Posner, M. I. (2005). Training, maturation, and genetic influences on the development of executive attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, 102*(41), 14931-14936.
18. Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., & Shah, P. (2011). Short- and long-term benefits of cognitive training. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 108*(25), 10081-10086.
19. Mackey, A. P., Hill, S. S., Stone, S. I., & Bunge, S. A. (2011). Differential effects of reasoning and speed training in children. *Developmental Science, 14*(3), 582-590.
20. Nutley, S. B., Soderqvist, S., Bryde, S., Thorell, L. B., Humphreys, K., & Klingberg, T. (2011). Gains in fluid intelligence after training non-verbal reasoning in 4-year-old children: a controlled, randomized study. *Developmental Science, 14*(3), 591-601.

21. Dahlin, E., Nyberg, L., Bäckman, L., & Neely, A. S. (2008). Plasticity of executive functioning in young and older adults: immediate training gains, transfer, and long-term maintenance. *Psychology and Aging*, 23, 720-730.
22. Jolles, D. D., Grol, M. J., Van Buchem, M. A., Rombouts, S. A. R. B., & Crone, E. A. (2010). Practice effects in the brain: Changes in cerebral activation after working memory practice depend on task demands. *NeuroImage*, 52, 658-668.
23. Olesen, P. J., Westerberg, H., & Klingberg, T. (2004). Increased prefrontal and parietal activity after training of working memory. *Nature Neuroscience*, 7(1), 75-79.
24. Diamond, A., Barnett, W. S., Thomas, J., & Munro, S. (2007). Preschool Program Improves Cognitive Control. *Science*, 318(5855), 1387-1388.
25. Reichenberg, A., Caspi, A., Harrington, H., Houts, R., Keefe, R. S., Murray, R. M. et al. (2010). Static and dynamic cognitive deficits in childhood preceding adult schizophrenia: a 30-year study. *American Journal of Psychiatry*, 167, 160-169.
26. Blair, C. (2002). School readiness: Integrating cognition and emotion in a neurobiological conceptualization of children's functioning at school entry. *American Psychologist*, 57(2), 111-127.
27. Eisenberg, N., Smith, C. L., & Spinrad, T. L. (2011). Effortful Control: Relations with emotion regulation, adjustment, and socialization in childhood. In K. D. Vohs & R. F. Baumeister (Eds.), *Handbook of Self-Regulation. Research, Theory and Applications* (2nd ed., pp. 263-283). New York: The Guilford Press.
28. Cole, P. M., Martin, S. E., & Dennis, T. A. (2004). Emotion regulation as a scientific construct: Methodological challenges and directions for child developmental research. *Child Development*, 75, 317-333.
29. Welch, M. C. (2001). The prefrontal cortex and the development of executive function in childhood. In A. F. Kalverboer & A. Gramsbergen (Eds.), *Handbook of brain and behavior in human development* (pp. 767-790). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.
30. Carlson, S. M. (2003). Executive function in context: Development, measurement, theory, and experience. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 68(3), 138-151.
31. Tang, Y. Y., Ma, Y., Wang, J., Fan, Y., Feng, S., Lu, Q., et al. (2007). Short-term meditation training improves attention and self-regulation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 104(43), 17152-17156.
32. Tang, Y. Y., Lu, Q., Geng, X., Stein, E. A., Yang, Y., & Posner, M. I. (2010). Short-term meditation induces white matter changes in the anterior cingulate. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 107(35), 15649-15652.
33. Bernier, A., Carlson, S. M., & Whipple, N. (2010). From External Regulation to Self-Regulation: Early Parenting Precursors of Young Children's Executive Functioning. *Child Development*, 81(1), 326-339.

# La condición socioeconómica y el desarrollo de las funciones ejecutivas

Cayce J. Hook, BA, Gwendolyn M. Lawson, BA, Martha J. Farah, PhD

University of Pennsylvania, EE.UU

Enero 2013

## Introducción

Las investigaciones que salen a la luz señalan una relación entre la condición socioeconómica y el desempeño de las funciones ejecutivas. Como tanto la condición socioeconómica como las funciones ejecutivas están sólida e independientemente correlacionadas con los resultados académicos y de salud, la comprensión de su interrelación podría tener el potencial de mejorar las intervenciones diseñadas para reducir las disparidades y promover un desarrollo saludable para todos los niños.

## Materia

La condición socioeconómica, una medida de situación social que incluye típicamente ingresos, educación y ocupación, está ligada a una amplia gama de repercusiones de la vida, que abarcan desde capacidad cognitiva y logros académicos hasta salud física y mental.<sup>1-5</sup> Comprender las vías por las cuales la condición socioeconómica de la infancia influye en las repercusiones de la vida es una cuestión de importancia crítica para la educación y la salud pública, en particular mientras que las tendencias económicas globales relegan más familias a la pobreza.<sup>6</sup>

El conocimiento actual sobre condición socioeconómica y desarrollo infantil indica que los niños procedentes de familias de condición socioeconómica más alta muestran mejores funciones ejecutivas – la habilidad para dirigir, controlar y regular activamente pensamientos y comportamiento – que niños procedentes de familias de condición socioeconómica más baja. Como las funciones ejecutivas han sido presentadas como instrumento de predicción de logros escolares<sup>7,8</sup> y también han sido asociadas a resultados de salud mental,<sup>9-13</sup> es posible que pueda mediar parcialmente el vínculo sólidamente establecido entre condición socioeconómica y logros académicos.

## Problemática

La investigación sobre este tema afronta ciertos desafíos metodológicos, resultantes en parte de la amplia y a menudo ambigua naturaleza de los términos “funciones ejecutivas” y “condición socioeconómica.” El término “Funciones ejecutivas” se refiere a procesos de orden mayor tales como control inhibitorio, memoria de trabajo y flexibilidad atencional que rigen el comportamiento dirigido hacia metas. Esta amplia gama de habilidades puede ser operacionalizada mediante muchas tareas válidas diferentes, tales como tareas cognitivas computarizadas o reportes parentales sobre comportamiento de los niños.<sup>14</sup> Igualmente, “condición socioeconómica” es un amplio constructo que se puede medir de varias maneras.<sup>15</sup> Además, no se puede manipular experimentalmente, lo que hace difícil desenredar efectos genéticos y ambientales, al igual que las contribuciones individuales de varias condiciones de pobreza (por ejemplo, estrés familiar creciente, estimulación cognitiva reducida, peor nutrición, condiciones ambientales atestadas y pobres).<sup>16,17</sup> La dificultad para establecer causalidad en la relación entre condición socioeconómica y funciones ejecutivas apunta hacia la necesidad de estudios amplios, bien diseñados y cuidadosamente interpretados.

### **Contexto de la investigación**

La mayoría de los estudios sobre condición socioeconómica y funciones ejecutivas han examinado el desempeño conductual sobre las tareas de funciones ejecutivas apropiadas a nivel de desarrollo, aunque algunos estudios recientes<sup>18-20</sup> en cambio, han usado medidas electrofisiológicas de la función pre-frontal cortical. El desarrollo de las funciones ejecutivas ha sido investigado usando tanto estudios representativos y estudios longitudinales a gran escala, tales como el NICHD (*National Institute of Child Health and Human Development*) *Study of Early Childcare and the Family Life Project*. Muchos estudios de mediación usan medidas de visitas domiciliarias, tales como inventario HOME<sup>21</sup> u observaciones de interacciones padres-hijos durante juegos libres o estructurados.<sup>22</sup>

### **Preguntas claves de la investigación**

1. ¿Cuál es la relación entre la condición socioeconómica de la niñez y el desarrollo de funciones ejecutivas?
2. ¿Qué factores ambientales median la relación entre condición socioeconómica y funciones ejecutivas?

### **Resultados recientes de investigaciones**

### *¿Cuál es la relación entre condición socioeconómica y desempeño de funciones ejecutivas?*

La investigación indica que la condición socioeconómica influye sobre los sistemas neuro-cognitivos de manera desigual. En un conjunto de estudios recientes,<sup>23-25</sup> los estudiantes de jardines infantiles, primer grado y escuela intermedia de diversas condiciones socioeconómicas participaron en baterías de tareas que evalúan sistemas cognitivos independientes, incluyendo funciones ejecutivas, memoria, idioma, y cognición vista-espacial. Las habilidades lingüísticas y las funciones ejecutivas – en particular la memoria y control cognitivo– estuvieron entre las más fuertemente afectadas.

Las disparidades de condición socioeconómica en funciones ejecutivas han sido documentadas a través de un gran espectro de edades, desde la infancia<sup>26</sup> hasta finales de la niñez.<sup>27</sup> Los estudios han revelado de manera consistente que la condición socioeconómica más alta está asociada a un mejor desempeño de funciones ejecutivas a través de distintas medidas de condición socioeconómica (tales como proporción de ingresos familiares respecto a necesidades o educación materna) y a través de diferentes medidas de funciones ejecutivas (tales como memoria de trabajo y control inhibitorio).<sup>28-32</sup>

Las funciones ejecutivas tienen su soporte en una región del cerebro llamada corteza pre-frontal, que pasa por un periodo largo de desarrollo postnatal,<sup>33</sup> y por ende puede ser particularmente susceptible a influencias de experiencia de la niñez. Los investigadores han utilizado potenciales relacionados con eventos (PRE), que miden la actividad cerebral mediante electrodos colocados en el cuero cabelludo, para examinar diferencias socioeconómicas en procesamiento neural en la corteza pre-frontal. Dos estudios de PRE<sup>18,20</sup> compararon medidas neurales de atención selectiva en todos los grupos socioeconómicos. En ambos casos, no hubo diferencias en desempeño de tareas, pero la evidencia de procesamiento neural mostró que los niños de condición socioeconómica baja respondían mejor a estímulos insignificantes que su contraparte de condición socioeconómica alta.

### *¿Qué factores median la relación entre condición socioeconómica y funciones ejecutivas?*

Muchos factores ambientales – tales como estrés, estimulación cognitiva en el hogar, entorno prenatal y nutrición – han mostrado variación a lo largo de líneas socioeconómicas.<sup>16,17</sup> Cualquiera de estos factores podría contribuir a disparidades en funciones ejecutivas. Las investigaciones recientes han intentado aislar los factores ambientales que median la relación condición

socioeconómica–funciones ejecutivas. Estos factores de mediación pueden moldear las intervenciones que apuntan a disparidades de condición socioeconómica en funciones ejecutivas y otros resultados cognitivos y conductuales.

Varios estudios han revelado evidencias en el sentido de que diferentes aspectos del entorno familiar temprano ejercen influencia sobre el desarrollo de la condición socioeconómica. Por ejemplo, se ha mostrado que la calidad de las interacciones –padres-hijos, en particular durante la infancia, ha mediado los efectos de la condición socioeconómica sobre funciones ejecutivas a los 36 meses de edad.<sup>22</sup> Adicionalmente, los niveles de estrés infantil (medidos mediante cortisol salival) explicaron parcialmente el efecto de la crianza positiva sobre funciones ejecutivas, lo que sugiere que la crianza lo puede afectar dando forma a las respuestas del estrés infantil.<sup>28</sup> Otros estudios señalan que el apoyo parental a la autonomía del niño,<sup>34</sup> el apoyo parental mediante ayuda y orientación no invasiva y caos familiar<sup>35,36</sup> son predictores importantes de funciones ejecutivas de la primera infancia.

### **Brechas en la investigación**

- La trayectoria de las disparidades de funciones ejecutivas es bastante desconocida. Los efectos de la condición socioeconómica podrían crecer con el paso del tiempo, por ejemplo, si aumentan a través del desarrollo. A la inversa, podrían permanecer constantes, o podrían disminuir, por ejemplo y si son contrarrestados por la educación formal.
- La investigación hasta la fecha sugiere que el desarrollo de las funciones ejecutivas puede ser especialmente susceptibles a influencias ambientales en los años entre la infancia y la edad preescolar, pero el tiempo y la naturaleza exacta de este posible periodo sensible requiere investigación más avanzada.
- Es difícil desenredar el papel que juegan los factores genéticos y ambientales en el desarrollo de funciones ejecutivas, y la naturaleza causal de la relación entre condición socioeconómica y funciones ejecutivas todavía no se ha establecido completamente. Una manera de establecer causalidad en esta relación es el estudio de los resultados de intervenciones que cambian factores del entorno de la infancia.
- Mientras se plantea la hipótesis de que las diferencias en funciones ejecutivas son responsables al menos parcialmente de las disparidades en logros académicos, el punto hasta donde las intervenciones que mejoran las funciones ejecutivas conducirán a mejoras en otras repercusiones de la vida, merecen más investigaciones.

## Conclusiones

La evidencia señala una clara asociación entre la condición socioeconómica de la infancia y desempeño de funciones ejecutivas. Esta asociación parece ser mediada por aspectos del entorno familiar, en particular factores que abarcan la calidad de la relación padres-hijos y su habilidad de amortiguar el estrés. La investigación en esta área está en sus primeras etapas, y los estudios que están actualmente en curso profundizarán nuestra comprensión de la naturaleza de la relación condición socioeconómica–funciones ejecutivas y los factores ambientales que contribuyen a ella.

Es importante notar que la existencia de diferencias relacionadas con condición socioeconómica en funciones ejecutivas y la función cerebral no implica de ninguna manera que estas diferencias sean innatas o inmodificables. El cerebro es un órgano de gran plasticidad; de hecho, un bloque emergente de investigaciones demuestra que los correlatos neurales de cognición pueden ser cambiados por la experiencia ambiental.<sup>37</sup> Esperamos que los efectos de la condición socioeconómica aclaratoria sobre el desarrollo cognitivo permitirán que las intervenciones se centren en procesos cognitivos más específicos y factores ambientales, ayudando en última instancia a reducir las disparidades socioeconómicas.

## Implicaciones

Las políticas sociales diseñadas para reducir las disparidades de la condición socioeconómica han centrado sus acciones tradicionalmente ya sea en la condición socioeconómica en sí o en resultados amplios de logros. La investigación discutida en este artículo revela los objetivos adicionales: factores que median la relación entre condición socioeconómica y funciones ejecutivas (por ejemplo, el entorno del hogar), y las funciones ejecutivas en sí.

Un bloque emergente de investigaciones<sup>38</sup> muestra que las intervenciones pueden mejorar las funciones ejecutivas en niños. Las intervenciones exitosas incluyen software de formación, juegos, yoga y meditación, participación en deportes y currículos de enseñanza especializados; los niños de menores ingresos están entre aquellos que muestran la mayores mejoras.

¿De qué maneras las políticas y los servicios pueden ocuparse de las causas radicales de la brecha entre condición socioeconómica y funciones ejecutivas? Porque el entorno del hogar tiene efectos duraderos sobre el desarrollo, las políticas que se ocupan del entorno más amplio de los niños –en vez de aquellos centrados únicamente en los entornos escolares y de cuidado infantil–

pueden ser útiles. En particular, los estudios de mediación señalan la necesidad de programas e intervenciones que reduzcan el estrés parental y aumenten el acceso de los niños a actividades y recursos cognitivamente estimulantes.<sup>39</sup>

## Referencias

1. Adler NE, Boyce T, Chesney MA, Cohen S, Folkman S, Kahn RL, & Syme SL. Socioeconomic status and health: The challenge of the gradient. *American Psychologist*. 1994;49(1):15-24.
2. Gottfried AW, Gottfried AE, Bathurst K, Guerin DW, & Parramore MM. In: Bornstein, MH, Bradley RH, eds. *Socioeconomic Status, Parenting, and Child Development, Monographs in Parenting Series*. Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates; 2003; 189-207.
3. Merikangas KR, He JP, Brody D, Fisher PW, Bourdon K, Koretz DS. Prevalence and treatment of mental disorders among US children in the 2001–2004 NHANES. *Pediatrics*. 2010; 125(1):75-81.
4. Shanahan L, Copeland W, Costello EJ, & Angold A. Specificity of putative psychosocial risk factors for psychiatric disorders in children and adolescents. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 2008;49(1):34-42.
5. Sirin SR. Socioeconomic status and academic achievement: a meta-analytic review of research. *Review of Educational Research*. 2005;75(3):417-453.
6. Fritzell J, Ritakallio V. Societal shifts and changed patterns of poverty. *International Journal of Social Welfare*. 2010;19:S25-S41.
7. Blair C, Diamond A. Biological processes in prevention and intervention: the promotion of self-regulation as a means of preventing school failure. *Development and Psychopathology*. 2008; 20:899-911.
8. Evans GW, Rosenbaum J. Self-regulation and the income-achievement gap. *Early Child Research Quarterly*. 2008; 23(4):504-514.
9. Barch D. The cognitive neuroscience of schizophrenia. *Annual Review of Clinical Psychology*. 2005; 1:321-353.
10. Bush G, Valera EM, & Seidman LJ. Functional neuroimaging of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A review and suggested future directions. *Biological Psychiatry*. 2005; 57:1273-128.
11. Morgan AB, Lilienfeld SO. A meta-analytic review of the relation between antisocial behavior and neuropsychological measures of executive function. *Clinical Psychology Review*. 2000; 20(1):113-136.
12. Rogers RD, Kasai K, Koji M, Fukuda R, Iwanami A, Nakagome K., et al. Executive and prefrontal dysfunction in unipolar depression: a review of neuropsychological and imaging evidence. *Neuroscience Research*. 2004; 50(1):1-11.
13. Williams JM, Watts, FM, Macleod C, & Mathews A. *Cognitive Psychology and Emotional Disorders* (2nd ed.). New York: John Wiley and Sons; 1997.
14. Miyake A, Friedman NP, Emerson MJ, Witzki AH, Howerter A, Wager T. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*. 2000; 41(1):49-100.
15. Hauser RM. Measuring socioeconomic status in studies of child development. *Child Development*. 1994; 65:1541-1545.
16. Bradley RH, Corwyn RF. Socioeconomic status and child development. *Annual Review of Psychology*. 2002; 53(1):371-399.
17. Evans GW. The environment of childhood poverty. *American Psychologist*. 2004; 59(2):77-92.
18. D’Angiulli A, Weinberg J, Grunau R, Hertzman C, and Grebenkov P. Towards a cognitive science of social inequality: Children’s attention-related ERPs and salivary cortisol vary with their socioeconomic status. *Proceedings of the 30th Cognitive Science Society Annual Meeting*. 211-216

19. Kishiyama, MM, Boyce WT, Jimenez AM, Perry LM, Knight RT. Socioeconomic disparities affect prefrontal function in children. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2008; 21(6):1106-1115.
20. Stevens C, Lauinger B, Neville H. Differences in the neural mechanisms of selective attention in children from different socioeconomic backgrounds: an event-related brain potential study. *Developmental Science*. 2009; 12(4):634-646.
21. Bradley RH, Corwyn RF, McAdoo HP, Coll CG. The home environments of children in the United States. Part 1: variations by age, ethnicity, and poverty status. *Child Development*. 2001; 72(6):1868-1886.
22. Rhoades BL, Greenberg MT, Lanza ST, Blair C. Demographic and familial predictors of early executive function development: contribution of a person-centered perspective. *Journal of Experimental Child Psychology*. 2011; 108(3): 638-662.
23. Farah MJ, Shera DM, Savage JH, et al. Childhood poverty: Specific associations with neurocognitive development. *Brain Research*. 2006; 1110(1): 166-174.
24. Noble KG, Norman MF, Farah MJ. Neurocognitive correlates of socioeconomic status in kindergarten children. *Developmental Science*. 2005; 8(1): 74-87.
25. Noble KG, McCandliss BD, Farah MJ. Socioeconomic gradients predict individual differences in neurocognitive abilities. *Developmental Science*. 2007; 10(4): 464-480.
26. Lipina SJ, Martelli MI, Vuelta B, Colombo JA. Performance on the A-not-B task of Argentinian infants from unsatisfied and satisfied basic needs homes. *International Journal of Psychology*. 2005; 39: 49-60.
27. Sarsour K, Sheridan M, Jutte D, Nuru-Jeter A, Hinsh S, Boyce WT. Family socioeconomic status and child executive functions: The roles of language, home environment, and single parenthood. *Journal of the International Neuropsychological Society*. 2011; 17(1): 120-132.
28. Blair C, Granger DA, Willoughby M et al. Salivary cortisol mediates effects of poverty and parenting on executive functions in early childhood. *Child Development*. 2011; 82(6): 1970-1984.
29. Hughes C, Ensor R. Executive function and theory of mind in 2 year olds: a family affair? *Developmental Neuropsychology*. 2005; 28(2): 645-668.
30. Lipina SJ, Martelli MI, Vuelta BL, Injoque-Ricle I, Colombo JA. Poverty and executive performance in preschool pupils from Buenos Aires city (Republica Argentina). *Interdisciplinaria*. 2004; 21(2): 153-193.
31. Mezzacappa E. Alerting, orienting, and executive attention: Developmental properties and sociodemographic correlates in an epidemiological sample of young, urban children. *Child Development*. 2004; 75(5): 1373-1386.
32. Wiebe SA, Sheffield T, Nelson JM, Clark CAC, Chevalier N, & Espy KA. The structure of executive function in 3-year-olds. *Journal of Experimental Child Psychology*. 2011; 108(3): 436-452.
33. Casey BJ, Giedd JN, Thomas KM. Structural and functional brain development and its relation to cognitive development. *Biological Psychology*. 2000; 54(1-3): 241-257.
34. Bernier A, Carlson SM, Whipple N. From external regulation to self-regulation: Early parenting precursors of young children's executive functioning. *Child Development*. 2010; 81(1): 326-339.
35. Bibok MB, Carpendale JIM, Muller U. Parent scaffolding and the development of executive function. *New Directions in Child and Adolescent Development*. 2009; 123: 17-34.
36. Hughes C, Ensor R. How do families help or hinder the emergence of early executive function? *New Directions in Child and Adolescent Development*. 2009; 123: 35-50.
37. Rosenzweig, MR. Effects of differential experience on the brain and behavior. *Developmental Neuropsychology*. 2003;24(2-3):523-540.

38. Diamond A, Lee K. Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science*. 2011;333(6045):959 -964.
39. Hackman DA, Farah MJ, Meaney MJ. Socioeconomic status and the brain: mechanistic insights from human and animal research. *Nature Reviews Neuroscience*. 2010; 11: 651-659.

# Funciones ejecutivas en el salón de clase

Clancy Blair, PhD

NYU Steinhard, EE.UU.

Enero 2013

## Introducción

Las funciones ejecutivas se refieren a las habilidades cognitivas implicadas en el control y la coordinación de información al servicio de acciones orientadas por objetivos.<sup>1,2</sup> Como tales, las funciones ejecutivas se pueden definir como un sistema de supervisión que es importante para el planeamiento, la habilidad de razonamiento y la integración de pensamiento y acción.<sup>3</sup> A un nivel más específico, sin embargo, las funciones ejecutivas, tal como han sido estudiadas en la literatura sobre desarrollo cognitivo, vienen a referirse a habilidades específicas de procesamiento de informaciones interrelacionadas que permiten la resolución de información conflictiva; básicamente, la memoria de trabajo, definida como la retención en la mente y la actualización de información al realizar alguna operación en ella; control inhibitorio, definido como la inhibición de una respuesta predominante o automatizada al dedicarse a la terminación de una tarea; y flexibilidad mental, definida como la habilidad de cambiar el proceso atencional o cognitivo entre dimensiones o aspectos distintos pero relacionados de una tarea dada.<sup>4,5,6,7</sup>

## Materia

Las funciones ejecutivas son de interés creciente en el campo de la investigación sobre desarrollo infantil como un indicador de salud y bienestar infantil en general y de auto-regulación en lo específico. El punto hasta donde los niños de corta edad pueden resolver de manera apropiada información conflictiva e inhibir respuestas automáticas cuando se necesite, se ve como un indicador de la capacidad de reflexión y la habilidad de guiar comportamientos mediante pensamiento orientado al futuro. Tales habilidades deberían, a su turno, conducir a comportamientos bien regulados y a la creciente adaptación a una variedad de contextos. Durante las dos últimas décadas, cierto número de estudios han demostrado la viabilidad de medir funciones ejecutivas en la primera infancia.<sup>8,9,10</sup> Igualmente, durante este periodo de tiempo numerosos estudios han demostrado que la función ejecutiva está significativamente relacionada con un número de aspectos del desarrollo infantil incluyendo la competencia socio-emocional<sup>11,12</sup> y

la habilidad académica temprana.<sup>13,14,15</sup> Los estudios sobre el desarrollo de trastorno de déficit de atención con hiperactividad (TDAH) y los problemas de conducta, al igual que los estudios sobre problemas de aprendizaje,<sup>16</sup> indican que las deficiencias en funciones ejecutivas pueden ser un aspecto central de estos trastornos.<sup>17</sup>

## **Problemática**

Varios son los aspectos pertinentes a la investigación sobre funciones ejecutivas en niños. Estas problemáticas están relacionadas básicamente con la definición y la validez del constructo que constituyen las funciones ejecutivas y con la necesidad de medidas adaptadas a un control longitudinal. Lo que es más importante, algunas investigaciones anteriores con diversas baterías de pruebas, con muestras de adultos, han mostrado la presencia de tres factores distintos pero interrelacionados para las funciones ejecutivas, básicamente, la memoria de trabajo, el control inhibitorio y la flexibilidad de atención.<sup>18</sup> Un trabajo similar de medición con niños de corta edad, sin embargo, ha revelado evidencia de sólo un factor subyacente relacionado con la habilidad de las funciones ejecutivas.<sup>19,20</sup> Estos hallazgos han dado surgimiento a preguntas acerca de una posible diferenciación de funciones ejecutivas, a partir de un solo factor, en factores definidos en la adolescencia o en los primeros años de la edad adulta. También han conducido a preguntas acerca de los límites a las medidas de habilidades de funciones ejecutivas en la primera infancia y a la idea de que las evaluaciones puedan llegar a ser más precisas con la edad. Adicionalmente, estas preguntas han resaltado la necesidad de tener medidas de funciones ejecutivas que se puedan usar longitudinalmente con niños. La mayoría de las medidas de funciones ejecutivas apropiadas para ser usadas con niños de corta edad tienden a discriminar las habilidades dentro de una gama de edades relativamente estrecha con efectos de techo y piso a edades mayores y menores.<sup>21</sup> Recientemente, sin embargo, se ha desarrollado un número de medidas apropiadas para usos longitudinal.<sup>22,23</sup>

## **Preguntas claves de la investigación**

Como los resultados de la investigación indican que las funciones ejecutivas son importantes para la preparación para la escuela y que estas constituyen un aspecto fundamental de autorregulación en los niños, las preguntas claves están relacionadas con la identificación de los factores que influyen significativamente en el desarrollo de las funciones ejecutivas y con la maleabilidad de éste. Más específicamente, el interés se centra en las maneras cómo la pobreza afecta el desarrollo de las funciones ejecutivas y en la hipótesis según la cual los efectos de la

pobreza sobre las funciones ejecutivas podrían explicar en parte las disparidades socioeconómicas observadas en la preparación para la escuela y el éxito académico al principio del ciclo escolar.

## **Resultados recientes de investigaciones**

Los resultados de investigaciones recientes proporcionan una percepción valiosa del desarrollo de las funciones ejecutivas en la primera infancia. Se han desarrollado y validado varias medidas apropiadas para uso longitudinal con niños alrededor de 30 meses de edad. Éstas incluyen una versión de la tarea del *Dimensional Change Card Sort* (DCCS) apropiado para uso longitudinal,<sup>24</sup> al igual que una medida conocida como la *Shape School*.<sup>25</sup> De manera similar, se ha desarrollado una batería de tareas innovadora que contiene tareas distintas diseñadas para medir la memoria de trabajo, control inhibitorio y flexibilidad atencional.

La precisión creciente en la definición y la medida de funciones ejecutivas en los niños han avanzado de manera paralela con los estudios longitudinales que examinan su desarrollo y su relación con múltiples aspectos del desarrollo infantil. Varios estudios, que usan una variedad de medidas, han demostrado asociaciones desde moderadas hasta grandes entre la capacidad de la función ejecutiva y los logros escolares en los primeros años de la escuela primaria.<sup>13,14,15,26,27</sup> De manera significativa, estas asociaciones fueron observadas al hacer control en busca de inteligencia general o de indicadores tempranos de logros, o ambos; de hecho, las medidas de funciones ejecutivas atenuaron sustancialmente o se responsabilizaron totalmente de la varianza en repercusiones asociados con medidas de inteligencia general y habilidad académica temprana.

Los resultados de cierto número de estudios, incluyendo una muestra longitudinal basada en población de niños evaluados desde el nacimiento en hogares predominantemente de bajos ingresos indican que la calidad de la crianza media los efectos del riesgo social y demográfico sobre el desarrollo de funciones ejecutivas a la edad de tres años.<sup>28,29,30</sup> Igualmente, las conclusiones del estudio longitudinal demuestran que la fisiología del estrés, como lo indican los niveles del cortisol de la hormona glucocorticoide en niños, está relacionada con funciones ejecutivas y media en parte los efectos de la crianza y el riesgo temprano para las funciones ejecutivas.<sup>29</sup>

La demostración de las relaciones entre la experiencia temprana y las funciones ejecutivas y entre las funciones ejecutivas y los resultados socio-emocionales y académicos, han dado lugar a

estudios de intervención que examinan las funciones ejecutivas como un blanco potencial de los esfuerzos para promover competencia socio-emocional y académica en niños en riesgo de fracaso escolar. Los resultados de estos estudios son generalmente positivos, sea sugiriendo o indicando que los cambios relacionados con programas en funciones ejecutivas median, hasta cierto punto, los efectos del programa sobre resultados académicos y repercusiones de comportamiento.<sup>30,31,32</sup>

## **Brechas en la investigación**

Las brechas actuales en la literatura incluyen la necesidad de una mayor precisión en la medida longitudinal de las funciones ejecutivas en la primera infancia, la identificación de precursores tempranos del desarrollo de funciones ejecutivas que se pueden medir en el periodo de la infancia y de la niñez, y la evidencia en la maleabilidad o capacidad de entrenamiento del desarrollo de funciones ejecutivas. La creciente precisión en la medida longitudinal de funciones ejecutivas permitirá una mejor comprensión del curso típico del desarrollo de la habilidad de las funciones ejecutivas y de los determinantes de cambio en funciones ejecutivas. La identificación de precursores tempranos puede proporcionar información sobre los indicadores que se pueden usar para identificar riesgos para la función ejecutiva y dificultades de auto-regulación en la primera infancia. Se podría esperar de manera razonable que los programas innovadores de crianza o de cuidado en la primera infancia incrementen el funcionamiento ejecutivo en la primera infancia. Una brecha central en la investigación sobre el desarrollo de funciones ejecutivas tiene que ver con el punto hasta donde es modificable mediante la experiencia.

## **Conclusiones**

La investigación sobre funciones ejecutivas en la primera infancia se ha incrementado exponencialmente durante la última década. En general, la literatura de investigación sobre el constructo señala que las funciones ejecutivas pueden ser confiables y medidas de manera válida en la primera infancia y que las medidas de la habilidad de las funciones ejecutivas están relacionadas significativamente con múltiples aspectos del desarrollo infantil incluyendo resultados socio-emocionales y académicos. Como tal, la investigación actual ha tenido la tendencia de confirmar que el desarrollo de las funciones ejecutivas es un indicador central de habilidades de disposición escolar. Igualmente, la investigación sugiere que las deficiencias de funciones ejecutivas tempranas pueden ser indicadores sensibles de riesgo para problemas de aprendizaje y tal vez de riesgo de desarrollo temprano de psicopatología. Se necesita más investigación, sin embargo, en el curso del desarrollo de las habilidades de funciones ejecutivas,

no sólo en la primera infancia sino también a lo largo del periodo intermedio de la niñez y la adolescencia. Igualmente, se necesita investigación para abordar aspectos pertinentes de los entornos hogareños y escolares de los niños, los cuales podrían promover o impedir el desarrollo de funciones ejecutivas. La comprensión creciente de las influencias de la experiencia sobre el desarrollo de las funciones ejecutivas se puede equiparar con una base creciente de investigación sobre la neurobiología subyacente de cognición ejecutiva.

### **Implicaciones para padres, servicios y política**

La evidencia indica la importancia de las habilidades de las funciones ejecutivas para cierto número de aspectos del desarrollo saludable del niño. Esta evidencia hace énfasis en la necesidad permanente de identificación de aspectos específicos de la experiencia y enfoques pedagógicos específicos que ejercen habilidades de funciones ejecutivas. La evidencia que vincula las habilidades de funciones ejecutivas a la disposición escolar y los logros escolares tempranos sugieren la posibilidad de desarrollar nuevos enfoques curriculares o de modificar los enfoques existentes en los programas de la primera infancia y en los primeros cursos de la escuela primaria para centrarse más concretamente en las habilidades de las funciones ejecutivas. La evidencia actual sugiere que los programas de la primera infancia que hacen énfasis en la auto-regulación pueden ser efectivos en la promoción de las habilidades de las funciones ejecutivas en los niños.<sup>32,33</sup> En efecto, es posible que diversas actividades, tales como el yoga, la meditación tipo “conciencia plena” o “mindfulness” (en el curso de la cual la atención se dirige de manera consciente hacia la experiencia presente), las artes marciales o los ejercicios aeróbicos, tengan efectos benéficos importantes sobre diferentes aspectos de las funciones ejecutivas, como la orientación de la atención, el control de los impulsos y la memoria de trabajo.

### **Referencias**

1. Fuster, J. M. (1997). *The prefrontal cortex. Anatomy, physiology and neuropsychology of the frontal lobe*. NY: Lippincott-Raven Press.
2. Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24, 167-202.
3. Shallice, T., & Burgess, P. (1996). The domain of supervisory processes and temporal organization of behaviour. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*, 351(1346), 1405-1411.
4. Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4-13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44, 2037-2078.
5. Diamond, A. (2002). Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. In D. Stuss & R. Knight (Eds.), *Principles of frontal lobe function* (pp. 466 – 503). New York: Oxford.

6. Garon, N., Bryson, S.E., & Smith, I.M. (2008). Executive function in preschoolers: a review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134, 31-60.
7. Zelazo, P. D., & Müeller, U. (2002). Executive function in typical and atypical development. In U. Goswami (Ed.), *Blackwell Handbook of Childhood Cognitive Development* (pp. 445-469). Oxford, UK: Blackwell Publishers.
8. Diamond, A., & Taylor, C. (1996). Development of an aspect of executive control: Development of the abilities to remember what I said and to "do as I say, not as I do." *Developmental Psychobiology*, 29, 315 - 334.
9. Espy, K. A. (1997). The shape school: Assessing executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 13(4), 495-499.
10. Zelazo, P.D. & Reznick, J.S. (1991). Age related asynchrony of knowledge and action. *Child Development*, 62, 719-735.
11. Carlson, S.M., Mandell, D.J., & Williams, L. (2004). Executive function and theory of mind: stability and prediction from age 2 to 3. *Developmental Psychology*, 40, 1105-1122.
12. Hughes, C. & Ensor, R. (2007). Executive function and theory of mind: Predictive relations from ages 2- to 4-years. *Developmental Psychology*, 43, 1447-1459.
13. 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, 647-663.
14. Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, 19(3), 273-293.
15. Espy, K. A., McDiarmid, M. M., Cwik, M. F., Stalets, M. M., Hamby, A., & Senn, T. E. (2004). The contribution of executive functions to emergent mathematic skills in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 26(1), 465-486.
16. Geary, D. C., Hoard, M., Byrd-Craven, J., Nugent, L. & Numtee, C (2007). Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Development*, 78, 1343-1359.
17. Arnsten, A. F., & Li, B. M. (2005). Neurobiology of executive functions: Catecholamine influences on prefrontal cortical functions. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1377-1384.
18. Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., 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(1), 49-100.
19. Wiebe, S. A., Espy, K. A., & Charak, D. (2008). Using confirmatory factor analysis to understand executive control in preschool children: I. Latent structure. *Developmental Psychology*, 44, 575-587.
20. Willoughby, M. T., Blair, C. B., Wirth, R. J., Greenberg, M., & the Family Life Project Investigators (2010). The measurement of executive function at age 3 years: Psychometric properties and criterion validity of a new battery of tasks. *Psychological Assessment*, 22, 306-317.
21. Carlson, S. A. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 28(2), 595-616.
22. Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4-13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44, 2037-2078.
23. Willoughby, M. T., Wirth, R. J., & Blair, C. B. (2011). Contributions of modern measurement theory to measuring executive function in early childhood: An empirical demonstration. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108, 414-435.
24. Zelazo, P. D. (2006). The dimensional change card sort (DCCS): A method of assessing executive function in children. *Nature Protocols*, 1(1), 297-301.
25. Espy, K.A., Bull, R.B., Martin, J. & Stroup, W. (2006). Measuring the development of executive control with the Shape School. *Psychological Assessment*, 18, 373-381.

26. McClelland, M. M., Cameron, C. E., Connor, C. M., Farris, C. L., Jewkes, A., M., & Morrison, F. J. (2007). Links between behavioral regulation and preschoolers' literacy, vocabulary and math skills. *Developmental Psychology*, 43, 947-959.
27. Welsh, J. A., Nix, R. L., Blair, C., Bierman, K. L., & Nelson, K. E. (2010). The development of cognitive skills and gains in academic school readiness for children from low-income families. *Journal of Educational Psychology*, 102(1), 43-53.
28. Bernier, A., Carlson, S.M., & Whipple, N. (2010). From external regulation to self-regulation: early parenting precursors of young children's executive functioning. *Child Development*, 81, 326-339.
29. Blair, C., Granger, D. Willoughby, M., Mills-Koonce, R., Cox, M., Greenberg, M.T., Kivlighan, K., Fortunato, C. & the FLP Investigators (2011). Salivary cortisol mediates effects of poverty and parenting on executive functions in early childhood. *Child Development*, 82, 1970-1984.
30. Hammond, S. I., Müller, U., Carpendale, J. I. M., Bibok, M. B., & Liebermann-Finestone, D. P. (2011). The effects of parental scaffolding on preschoolers' executive function. *Developmental Psychology*. Advance online publication. doi: 10.1037/a002551.
31. Bierman, K.B., Nix, R.L., Greenberg, M.T., Domitrovich, C., & Blair, C. (2008). Executive functions and school readiness intervention: Impact, moderation, and mediation in the Head Start - REDI program. *Development and Psychopathology*, 20, 821-843.
32. Diamond, A., Barnett, W. S., Thomas, J., & Munro, S. (2007). Preschool program improves cognitive control. *Science* 318(5855), 1387-1388.
33. Raver, C. C., Jones, S. M., Li-Grining, C. P., Zhai, F., Bub, K., & Pressler, E. (2011). CSRP's impact on low-income preschoolers' pre-academic skills: Self-regulation as a mediating mechanism. *Child Development*.82, 362-378.

# El desarrollo del cerebro y las funciones ejecutivas

Katie Knapp , MSc, J. Bruce Morton, PhD

Western University, Canadá

Enero 2013

## Introducción

Las funciones ejecutivas son procesos que sustentan varias actividades, incluyendo la planeación, el pensamiento flexible, la atenta concentración y la inhibición de comportamientos indeseables, que muestra un desarrollo continuo hasta principios de la edad adulta.<sup>1,2</sup> Un importante telón de fondo del desarrollo de estas aptitudes psicológicas es el desarrollo estructural y funcional del cerebro.<sup>3,4,5,6</sup> Entre las regiones cerebrales de más lento desarrollo está el córtex prefrontal, una amplia región situada en la mitad anterior del cerebro. En efecto, esta región del cerebro continúa desarrollándose hasta principios de la tercera década de la vida.<sup>7,8</sup> La investigación sobre imágenes cerebrales<sup>9,10</sup> y los estudios realizados en pacientes afectados por lesiones cerebrales<sup>11,12,13</sup> sugieren que el córtex prefrontal es vital para controlar la atención, el pensamiento y el comportamiento, en parte porque establece el puente entre los centros de control perceptual, emocional y motor situados en otras partes en el cerebro. La lentitud del desarrollo del córtex prefrontal<sup>14,15</sup> y su importancia para el control ejecutivo han llevado a la hipótesis de que el desarrollo de las funciones ejecutivas están estrechamente relacionadas con la maduración del córtex prefrontal.<sup>16,17,18</sup> Esto implica básicamente que sea normal que ciertos desafíos básicos de la vida diaria, tales como no jugar con juguete prohibido, sean difíciles incluso para niños que presentan un desarrollo normal.

## Materia

El hecho de que la autorregulación del comportamiento dependa de una región del cerebro que se desarrolla gradualmente permite comprender con mayor claridad porqué, por ejemplo, los niños tienen dificultad para: (a) suspender una actividad para comenzar una nueva, (b) planear por adelantado, (c) hacer más de una cosa a la vez, (d) concentrarse durante largos periodos y (e) renunciar a una gratificación inmediata. Los resultados de investigaciones en neurociencias cognitivas del desarrollo sugieren que la dificultad para adoptar estos comportamientos forma parte de un desarrollo normal y está ligado en parte a la manera cómo el cerebro funciona en esta

etapa de la vida.

## **Problemática**

Resulta muy complejo comprender exactamente cómo la maduración del córtex prefrontal contribuye al desarrollo de las funciones ejecutivas. En primer lugar, es difícil definir y medir con exactitud las funciones ejecutivas, en parte porque ciertos conceptos fundamentales del constructo que constituyen las funciones ejecutivas, como la inhibición y la flexibilidad cognitiva, permiten describir en vez de explicar el comportamiento. En segundo lugar, todavía no queda claro si los procesos implicados en la regulación de un tipo de comportamiento, como el lenguaje, son los mismos que aquellos implicados en la regulación de otros tipos de comportamientos, como las emociones. Además, las tareas apropiadas para medir las funciones ejecutivas a una edad dada no son generalmente adecuadas para medir estas funciones en niños de mayor edad. Esto hace que sea difícil comparar las funciones ejecutivas de niños de diferentes edades. En última instancia, los investigadores en neurociencias cognitivas del desarrollo buscan establecer lazos entre los cambios de las funciones ejecutivas ligadas a la edad y los cambios de desarrollo en el funcionamiento cerebral. Para alcanzar este objetivo, es necesario, no solamente definir y medir adecuadamente las funciones ejecutivas, sino también adoptar simultáneamente una medida directa del funcionamiento cerebral. Un enfoque posible es la imagen funcional por resonancia magnética (o IRMf), un método seguro o relativamente no invasivo para examinar los cambios en la actividad cerebral que se producen cuando los participantes realizan ciertas tareas. Aunque este método sea válido y seguro, incluso con los recién nacidos,<sup>19,20</sup> éste requiere que los participantes permanezcan completamente inmóviles durante al menos 5 a 10 minutos mientras que se registren las imágenes. Movimientos abruptos de 5 ó 10 mm pueden causar “distorsiones” en las imágenes y las vuelven virtualmente no interpretables. Para complicar las cosas aún más, si los niños de corta edad realizan las tareas prescritas de una manera distinta de aquella de los niños de mayor edad, se vuelve imposible saber si las diferencias ligadas a la edad en los patrones de actividad cerebral están ligadas únicamente a las diferencias de edad de los participantes o si también están ligadas a las diferencias en la manera cómo los niños realizan las tareas. Ahora bien, pedir a niños de siete años que ejecuten una tarea tal como lo ejecutarían niños de cuatro años podría, en principio, volver los patrones de actividad cerebral de los niños de siete años idénticos a aquellos observados en niños de cuatro años. Para evitar estos problemas, los investigadores desarrollan nuevos protocolos de imágenes que pueden ser administrados rápidamente y que no requieren que los niños ejecuten una tarea. Durante la toma

de estos imágenes de escáner en estado de reposo, los niños permanecen acostados e inmóviles con sus ojos abiertos por apenas cinco minutos.<sup>21</sup> Las imágenes resultantes son utilizadas para examinar los cambios ligados a la edad en los patrones “intrínsecos” de la conectividad cortical, cambios que luego pueden asociarse a las medidas de las funciones ejecutivas recolectadas al exterior del aparato de IRM.

## **Contexto de la investigación**

Los resultados de los estudios de IRMf sobre el desarrollo de las funciones ejecutivas forman un cuadro fascinante pero complejo. Ciertos estudios, por ejemplo, revelan que la actividad del córtex prefrontal (CPF) durante la ejecución de tareas que requieren de las funciones ejecutivas es menos intensa en niños de menor edad que en niños de mayor edad, resultados que son coherentes con la idea intuitiva según la cual una región cerebral presenta una actividad creciente mientras que su funcionamiento se desarrolla.<sup>22,23</sup> Otros resultados sugieren una situación algo más complicada, en el sentido de que ciertas regiones del CPF manifiestan una actividad creciente con la edad, mientras que otras experimentan una disminución en su actividad.<sup>24,25,26</sup> Una primera interpretación de este modelo sugiere que, en la vida temprana, las funciones ejecutivas estarían asociadas a una actividad leve pero difusa del CPF, mientras que, más tarde durante el desarrollo, las funciones ejecutivas estarían asociadas a una actividad del CPF más intensa pero más localizada.<sup>26</sup> De esta manera, en el centro de una región en desarrollo, la actividad aumentaría con la edad, mientras que en los alrededores, la actividad disminuiría. Una segunda interpretación de este modelo sugiere que ciertas regiones del CPF llegarían a ser más eficaces con la edad. Así, temprano durante el desarrollo, estas regiones deberían trabajar muy arduamente para poder sostener cierto nivel de desempeño de funciones ejecutivas. Sin embargo, más tarde durante el desarrollo, estas regiones funcionarían de manera más eficaz y podrían sostener un nivel comparable de desempeño de funciones ejecutivas con menos gasto de energía. Es evidente que se necesitan más investigaciones para esclarecer este cuadro complejo.

Un resultado coherente obtenido de las investigaciones de funciones ejecutivas de desarrollo por IRMf, es que muchas otras regiones cerebrales al exterior del CPF están ligadas al desarrollo de las funciones ejecutivas, entre las cuales los córtex cingular anterior, insular anterior, parietal y motor.<sup>27,28</sup> Una primera interpretación posible de este resultado está basada en el hecho de que las tareas que requieren de funciones ejecutivas son muy complejas e implican varios subprocesos diferentes, tales como conservar las instrucciones en mente,<sup>27,29,30</sup> concentrarse en un estímulo e

ignorar otros,<sup>22</sup> planear y ejecutar las respuestas motrices<sup>26</sup> y evaluar su desempeño. Es posible entonces que las tareas de funcionamiento ejecutivo estén asociadas con actividades en muchas regiones cerebrales porque las tareas en sí tienen que ver con muchos subprocesos diferentes, cada uno de los cuales está asociado con actividades en diferentes regiones cerebrales. Si esto es verdad, entonces el siguiente desafío consistirá en identificar los subprocesos que evolucionan con la edad y en ligar esta evolución a los cambios observados en el funcionamiento de las regiones cerebrales asociadas. Una segunda interpretación posible sugiere que el CPF no funciona de manera independiente, pero más bien forma parte de una red más amplia con funcionamiento homogéneo. Según esta interpretación, una actividad importante será observada en el conjunto de esta red sin importar lo que haga el participante (conservar las instrucciones en mente, planear una respuesta, evaluar su desempeño ...). Si esto es verdad, entonces el próximo desafío será comprender cómo la organización de esta amplia red evoluciona a lo largo del desarrollo. Es posible que esta evolución implique cambios en las regiones constituyentes de la red al igual que cambios en el número y la fuerza de las conexiones entre estas regiones.

### **Preguntas claves de la investigación**

- ¿Cuáles son los procesos constitutivos subyacentes del desempeño de las tareas de medida de funciones ejecutivas?
- ¿Están las diferentes funciones ejecutivas ligadas a las diferentes regiones cerebrales?
- ¿Cómo los cambios en el funcionamiento cerebral contribuyen a los cambios en las funciones ejecutivas?

### **Resultados recientes de la investigación**

Recientemente, los investigadores comenzaron a evaluar los cambios de desarrollo en las redes cerebrales consideradas importantes para las funciones ejecutivas, examinando la evolución de las conexiones entre el CPF y otras regiones comúnmente asociadas a las funciones ejecutivas como el córtex parietal, cingular e insular.<sup>28</sup> Como estas redes se pueden medir incluso cuando los participantes se encuentran en reposo, muchos estudios han utilizado la IRMf en estado de reposo para examinar la organización de las redes de control cognitivo a diferentes edades.<sup>31,32</sup> Los resultados iniciales sugieren una amplia reorganización de la red durante el desarrollo, con nuevas conexiones de largo alcance que se establecen con la edad y conexiones anteriores de corto alcance que son eliminadas.<sup>33</sup> Algunos estudios más recientes cuestionan estos resultados iniciales y sugieren que esta organización de la red con la edad podría ser menos pronunciada de

lo que se creía inicialmente.<sup>34</sup> Sin embargo, a pesar de estos traspiés iniciales, el estudio de la organización de la red sobre el desarrollo continúa despertando interés mientras que los investigadores reconocen cada vez más que las regiones cerebrales trabajan juntas para generar pensamientos y acciones de alto nivel.

## **Brechas en la investigación**

Las brechas más importantes en la investigación de IRMf sobre el desarrollo de las funciones ejecutivas se refieren probablemente a la falta de estudios longitudinales. Contrariamente a los estudios transversales, en los cuales un grupo de niños de más corta edad es comparado a un grupo diferente de niños de mayor edad, los estudios longitudinales se realizan con el mismo grupo de niños a diferentes edades. Evidentemente, los estudios longitudinales son dispendiosos, largos y pueden implicar muchos riesgos; es la razón por la cual existen pocos en la actualidad. Sin embargo, los diseños longitudinales ofrecen varias ventajas con respecto a los diseños transversales. En primer lugar, cuando se comparan dos grupos de niños de diferentes edades, varios factores fuera de la edad pueden diferir potencialmente entre los grupos, básicamente la inteligencia, el temperamento o la personalidad y la situación socioeconómica. Como cada uno de estos factores está ligado a las funciones ejecutivas, las inferencias que se pueden sacar de los estudios transversales sobre el papel de la edad en las diferencias de patrones de activación cerebral entre los grupos se vuelven endeble. En segundo lugar, un objetivo importante de las neurociencias cognitivas del desarrollo es identificar patrones tempranos de organización psicológica y neural que predicen futuros estados, tanto positivos (por ejemplo, bienestar intelectual y social) como negativos (por ejemplo, psicopatología). La mejor manera de identificar estos patrones consiste en hacer seguimiento al mismo grupo de niños durante un periodo largo y evaluarlos periódicamente hasta que el aspecto de interés (por ejemplo, el talento, la dependencia, los comportamientos sexuales de riesgo, etc.) sea observado en ciertos niños. Sólo entonces, se puede examinar cual medida cerebral o de comportamiento señalado anteriormente predice con éxito la evolución futura.

## **Conclusión**

El cerebro toma dos décadas de vida para alcanzar la etapa adulta de desarrollo. Las diferentes regiones del cerebro se desarrollan a diferentes velocidades y las conexiones entre estas regiones se desarrollan también gradualmente a todo lo largo de la infancia y la adolescencia. Este desarrollo de la estructura y del funcionamiento del cerebro se produce paralelamente con el

mejoramiento de la capacidad para ejecutar tareas que requieren de la intervención de las funciones ejecutivas. La capacidad de planear con anticipación, de pasar de una tarea a otra y de inhibir una respuesta en función de una instrucción dada mejora gradualmente en los niños. El estudio de las redes cerebrales y de su desarrollo podría constituir una vía útil para cuantificar la relación entre la maduración cerebral y el desarrollo de las funciones ejecutivas. Por ejemplo, los córtex frontal y parietal deben comunicarse entre sí para ejecutar de manera eficaz tareas que requieren de la intervención de funciones ejecutivas, pero la comunicación entre estas regiones sólo se vuelve plenamente eficaz hacia finales de la adolescencia, lo que podría explicar por qué las capacidades ejecutivas sólo alcanzan su madurez a finales de la segunda década de vida.

### **Implicaciones para los padres, los servicios y las políticas**

Hay que recordar que el desarrollo del cerebro de los niños es una actividad continua. Sea que se mida el espesor de la materia gris, el volumen de la materia blanca, la densidad sináptica o cualquier otra característica anatómica del cerebro, se observarán cambios continuos hasta principios de la edad adulta. Estos cambios tendrán evidentemente un impacto sobre el funcionamiento cognitivo del niño y en particular sobre sus funciones ejecutivas, que constituyen procesos complejos. Teniendo en cuenta la importancia de las funciones ejecutivas para el rendimiento escolar y el bienestar social, la identificación temprana de los problemas de autorregulación cognitiva y del comportamiento es evidentemente muy importante. Sin embargo, no hay que olvidar que cualquier niño de corta edad tendrá dificultad para planear por adelantado, para resistir a las tentaciones, para regular sus emociones y para permanecer concentrado en una tarea; la etapa de desarrollo de su cerebro simplemente no le permite dominar todavía estos comportamientos.

### **Referencias**

1. Best JR, Miller PH, Jones LL. Executive functions after age 5: Changes and correlates. *Dev Rev.* 2009;29(3):180-200.
2. Luna B, Garver KR, Urban TA, Lazar, NA, Sweeney JA. Maturation of cognitive processes from late childhood to adulthood. *Child Dev.* 2004;75(5):1357-1372.
3. Shaw P, Kabani, NJ, Lerch JP, et al. Neurodevelopmental trajectories of the human cerebral cortex. *J Neurosci.* 2008;28(14):3586-3594.
4. Huttenlocher PR, de Courten C, Garey LJ, Van der Loos H. Synaptogenesis in human visual cortex – evidence for synapse elimination during normal development. *Neurosci Lett.* 1982;33(3):247-252.
5. Giedd JN, Blumenthal J, Jeffries NO, et al. Brain development during childhood and adolescence: A longitudinal MRI study. *Nat Neurosci.* 1999;2(10):861-863.
6. Sowell ER, Peterson BS, Thompson PM, Welcome SE, Henkenius AL, Toga AW. Mapping cortical change across the human life span. *Nat Neurosci.* 2003;6(3):309-315.

7. Gogtay N, Giedd JN, Lusk L, et al. Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *P Natl Acad Sci USA*. 2004;101(21):8174-8179.
8. Huttenlocher PR. Dendritic and synaptic development in human cerebral cortex: Time course and critical periods. *Dev Neuropsychol*. 1999;16(3):347-349.
9. Lie C, Specht K, Marshall JC, Fink GR. Using fMRI to decompose the neural processes underlying the Wisconsin Card Sorting Test. *Neuroimage*. 2006;30(3):1038-1049.
10. Aarts E, Roelofs A, van Turenout M. Attentional control of task and response in lateral and medial frontal cortex: Brain activity and reaction time distributions. *Neuropsychologia*. 2009;47(10):2089-2099.
11. Perrett E. The left frontal lobe of man and the suppression of habitual responses in verbal categorical behaviour. *Neuropsychologia*. 1974;12(3):323-330.
12. Aron AR, Fletcher PC, Bullmore ET, Sahakian BJ, Robbins TW. Stop-signal inhibition disrupted by damage to right inferior frontal gyrus in humans. *Nat Neurosci*. 2003;6(2):115-116.
13. Milner B. Effects of different brain lesions on card sorting: The role of the frontal lobes. *Arch Neurol*. 1963;9(1):90-100.
14. Huttenlocher PR. Synaptic density in human frontal cortex - developmental changes and effects of aging. *Brain Res*. 1979;163(2):195-205.
15. Sowell ER, Thompson PM, Tessner KD, Toga AW. Mapping continued brain growth and gray matter density reduction in dorsal frontal cortex: Inverse relationships during postadolescent brain maturation. *J Neurosci*. 2001;21(22):8819-8829.
16. Bunge SA, Zelazo PD. A brain-based account of the development of rule use in childhood. *Curr Dir Psychol Sci*. 2006;15(3):118-121.
17. Dempster FN. The rise and fall of the inhibitory mechanism: Toward a unified theory of cognitive development and aging. *Dev Rev*. 1992;12(2):45-75.
18. Diamond A. Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. In: Stuss DT, Knight RT, eds. *Principles of Frontal Lobe Function*. Oxford: Oxford University Press; 1992:466-503.
19. Smyser CD, Inder TE, Shimony JS, et al. Longitudinal analysis of neural network development in preterm infants. *Cereb Cortex*. 2010;20(12):2852-2862.
20. Davidson MC, Thomas KM, Casey BJ. Imaging the developing brain with fMRI. *Ment Retard Dev D R*. 2003;9(3):161-167.
21. Kelly AMC, Di Martino A, Uddin LQ, et al. Development of anterior cingulate functional connectivity from late childhood to early adulthood. *Cereb Cortex*. 2009;19(3):640-657.
22. Adleman NE, Menon V, Blasey CM, et al. A developmental fMRI study of the Stroop color-word task. *Neuroimage*. 2002;16(1):61-75.
23. Luna B, Thulborn KR, Munoz DP, et al. Maturation of widely distributed brain function subserves cognitive development. *Neuroimage*. 2001;13(5):786-793.
24. Morton JB, Bosma R, Ansari D. Age-related changes in brain activation associated with dimensional shifts of attention: An fMRI study. *Neuroimage*. 2009;46(1):249-256.
25. Bunge SA, Dudukovic NM, Thomason ME, Vaidya CJ, Gabrieli JDE. Immature frontal lobe contributions to cognitive control in children: Evidence from fMRI. *Neuron*. 2002;33(2):301-311.
26. Casey BJ, Trainor RJ, Orendi JL, et al. A developmental functional MRI study of prefrontal activation during performance of a go-no-go task. *J Cognitive Neurosci*. 1997;9(6):835-847.

27. Braver TS, Cohen JD, Nystrom LE, Jonides J, Smith EE, Noll DC. A parametric study of prefrontal cortex involvement in human working memory. *Neuroimage*. 1997;5(1):49-62.
28. Cole MW, Schneider W. The cognitive control network: Integrated cortical regions with dissociable functions. *Neuroimage*. 2007;37(1):343-360.
29. Bunge SA, Wright SB. Neurodevelopmental changes in working memory and cognitive control. *Curr Opin Neurobiol*. 2007;17(2):243-250.
30. Kwon H, Reiss AL, Menon V. Neural basis of protracted developmental changes in visuo-spatial working memory. *P Natl Acad Sci USA*. 2002;99(20):13336-13341.
31. Biswal B, Yetkin FZ, Haughton VM, Hyde JS. Functional connectivity in the motor cortex of resting human brain using echo-planar MRI. *Magn Reson Med*. 1995;34(4):537-541.
32. Vogel AC, Power JD, Petersen SE, Schlaggar BL. Development of the brain's functional network architecture. *Neuropsychol Rev*. 2010;20(4):362-375.
33. Fair DA, Dosenbach NUF, Church JA, et al. Development of distinct control networks through segregation and integration. *P Natl Acad Sci USA*. 2007;104(33):13507-13512.
34. Power JD, Barnes KA, Snyder AZ, Schlaggar BL, Petersen SE. Spurious but systematic correlations in functional connectivity MRI networks arise from subject motion. *NeuroImage*. 2012;59(3):2142-2154.

# El papel protector de las destrezas de funciones ejecutivas en entornos de alto riesgo

Amanda J. Wenzel, BA, Megan R. Gunnar, PhD

University of Minnesota, EE.UU.

Abril 2013

## Introducción

Recientemente, el campo de la resiliencia ha comenzado a centrar su atención en el papel protector de las funciones ejecutivas en el éxito escolar de niños que enfrentan situaciones adversas. La función ejecutiva, también conocida como control cognitivo, describe las habilidades dirigidas en función de metas para controlar el pensamiento, el comportamiento y las emociones.<sup>1</sup> Estas destrezas pueden verse en la habilidad de retener información en la memoria de trabajo, mantener o cambiar la atención, inhibir respuestas automáticas para efectuar una acción según instrucciones o en función de metas, y para retardar una gratificación.

Las funciones ejecutivas se desarrollan rápidamente en el periodo preescolar<sup>2</sup> y se considera que proporcionan una base para la disposición escolar cognitiva y del comportamiento.<sup>3</sup> En la sala de clases, las destrezas de funciones ejecutivas pueden manifestarse como la habilidad de prestar atención, seguir instrucciones, esperar el turno correspondiente y recordar reglas. Estas destrezas representan una gran importancia para los niños expuestos a estrés temprano en la vida, mientras que algunas investigaciones recientes sugieren que las destrezas de funciones ejecutivas predicen un funcionamiento resiliente en la escuela y entre iguales, por encima y más allá del nivel de inteligencia.<sup>4,5,6,7</sup>

Aunque estas destrezas son protectoras para niños en alto riesgo, el desarrollo de las destrezas de funciones ejecutivas es vulnerable a la exposición de traumas y estrés crónico.<sup>8</sup> Los niños procedentes de distintas clases desfavorecidas (ejemplo, desamparados/altamente nómadas, en pobreza, internados a temprana edad, maltratados, etc.) tienden a tener déficits en funciones ejecutivas.<sup>6,7,9,10,11</sup> Reunidos, estos hallazgos sugieren la necesidad de reducir la exposición al estrés crónico y centrarse en la creación de las destrezas de funciones ejecutivas a través de esfuerzos de intervención y la prevención con niños.

## Materia

Los jóvenes en alto riesgo con destrezas de funciones ejecutivas más desarrolladas poseen mejor disposición escolar y rendimiento cognitivo y de comportamiento.<sup>3,12</sup> Parece que estas destrezas les permiten a los niños navegar a través de su entorno constantemente cambiante,<sup>9,13</sup> lo que podría ser un aspecto particularmente clave para niños que crecen en entornos caóticos.

Sin embargo, las investigaciones recientes han demostrado que los niños expuestos a altos niveles de carencia pueden estar menos preparados para tener éxito en la escuela, en parte debido a déficits en destrezas de funciones ejecutivas.<sup>6,7,9,10,11</sup> Estos déficits pueden debilitar las habilidades de los niños para tener éxito en quehaceres académicos y para desarrollar relaciones con sus iguales y con profesores.<sup>12,14,15</sup> Esto puede tener implicaciones a largo plazo para el éxito escolar teniendo en cuenta que las brechas en logros tienden a persistir e incluso a ampliarse a lo largo de los años escolares.<sup>16,17</sup>

Teniendo en cuenta la evidencia de que las destrezas de funciones ejecutivas son maleables ante las intervenciones y que los niños que muestran un rendimiento inicial más deficiente experimentan mayores mejoras,<sup>18</sup> los esfuerzos recientes para mejorar la transición de niños en alto riesgo hacia la escuela se han centrado en el desarrollo de destrezas de funciones ejecutivas antes de llegar al jardín infantil.<sup>4,19</sup> Además, las investigaciones sugieren que las destrezas de funciones ejecutivas son receptivas a intervenciones a lo largo de los años escolares.<sup>18</sup>

## **Problemática**

El estudio del papel protector de las funciones ejecutivas presenta varios desafíos. En primer lugar, hay pocas medidas capaces de captar completamente las habilidades de las funciones ejecutivas en niños que están experimentando retardos en el desarrollo de estas destrezas. Como la exposición al estrés crónico en los primeros años de vida se ha relacionado con las destrezas de funciones ejecutivas deficientes en algunos niños,<sup>8</sup> la capacidad de medir una amplia gama en funcionamiento es fundamental para poder captar completamente la variabilidad en estas destrezas.

Las intervenciones actuales para mejorar las destrezas de funciones ejecutivas emplean una variedad de métodos incluyendo formación, currículo de clase o actividad física.<sup>18</sup> Ciertamente, estos programas sugieren que las destrezas de funciones ejecutivas son maleables, pero también mostraron un éxito variado de mejoras en destrezas.<sup>20,21,22,23,24</sup> Los programas que utilizan entrenamiento basado en computadoras son prometedores en cuanto a mejoras en las destrezas de funciones ejecutivas; sin embargo, las mejoras se restringen al campo del entrenamiento

(ejemplo, memoria de trabajo) y no parece que se extienden a otras áreas de las funciones ejecutivas, de manera más general.<sup>18</sup>

Otros programas diseñados para promover las destrezas de funciones ejecutivas integran actividades de funciones ejecutivas en la vida diaria de los niños, tales como el currículo preescolar *Tools of the Mind* (Herramientas de la mente).<sup>25</sup> A todo lo largo de este currículo, se les anima a los niños a utilizar lenguaje privado o recordatorios visuales (ejemplo, un dibujo de una oreja para recordarles que necesitan escuchar o prestar atención) para desarrollar destrezas de control inhibitorio. Los hallazgos iniciales sugirieron que los niños en estas salas de clases desarrollaron mejores destrezas de funciones ejecutivas.<sup>26</sup> Sin embargo, los estudios recientes no alcanzaron a reproducir estos hallazgos,<sup>27</sup> lo que sugiere posibles desafíos con el currículo o en la fidelidad de implementación.

### **Preguntas claves de la investigación**

Los estudios sobre el desarrollo diseñados para comprender el papel protector de las funciones ejecutivas abordan frecuentemente las siguientes preguntas:

¿Cuál es el mecanismo a través del cual las funciones ejecutivas preparan los niños para el éxito escolar?

¿Qué ayuda a promover las destrezas de funciones ejecutivas en niños de corta edad que experimentan retardos?

¿Qué ayuda a proteger estas destrezas del estrés crónico?

### **Resultados recientes de investigación**

Las investigaciones muestran de manera coherente que los niños con destrezas de funciones ejecutivas más desarrolladas antes de la entrada al jardín infantil experimentan mayor éxito escolar.<sup>6,7</sup> Para el logro académico, estas destrezas pueden servir de soporte para el éxito en lenguas y matemática.<sup>12</sup> De hecho, en una muestra con niños de familias de bajos ingresos, los investigadores han descubierto que las destrezas de funciones ejecutivas antes de la entrada al jardín infantil predicen crecimiento en destrezas en aritmética y lectoescritura a lo largo del año de jardín infantil.<sup>12</sup> Una transición exitosa a la escuela puede ser particularmente crítica para los niños que se han visto enfrentados a altos niveles de carencia y que pueden estar en riesgo de tener rendimientos escolares más deficientes.

Además de proporcionar una base cognitiva para el aprendizaje, las destrezas de funciones ejecutivas también pueden servir de soporte para el éxito académico mediante la promoción de comportamiento correcto en la sala de clase.<sup>3</sup> Muchos docentes de jardín infantil señalan que es más importante para los niños controlarse en la sala de clase, seguir instrucciones y no ser perturbadores, que el saber el alfabeto o saber contar hasta 20.<sup>3</sup> Esto sugiere que los docentes pueden encontrar que los niños poseen mejores destrezas de funciones ejecutivas son más fáciles de enseñar que los niños que están distraídos y tienden a ser perturbadores.<sup>3</sup>

Además, las destrezas de funciones ejecutivas pueden promover el desarrollo de relaciones positivas con sus iguales y con profesores.<sup>28</sup> Los estudios sugieren que hay superposición entre el desarrollo de las funciones ejecutivas y la *Theory of Mind* (ToM), que es la habilidad de identificar que el deseo y el conocimiento de los otros difieren de los propios. Estas destrezas están asociadas a niveles más bajos de agresión, mejores destrezas para la solución de problemas, y destrezas sociales positivas.<sup>29,30</sup> Adicionalmente, la habilidad de retardar gratificaciones puede estar relacionada con la habilidad de los niños para regular la frustración y el estrés.<sup>31,32</sup>

### **Brechas en la investigación**

Actualmente, Hay un número limitado de investigaciones sobre la efectividad de las intervenciones para promover destrezas de funciones ejecutivas con niños en muy alto riesgo. Al desarrollar intervenciones para estos niños, es posible que sea crítico considerar que los niños procedentes de una variedad de clases desfavorecidas pueden demostrar claramente deficiencias en funciones ejecutivas.<sup>6,7,9,10,11</sup> Sin embargo, será importante recordar que las necesidades y las respuestas de las intervenciones de niños con diferentes experiencias pueden variar. Para los niños que experimentan actualmente estrés crónico (ejemplo, desamparo /desplazamiento marcado), no hay claridad en cuanto a la factibilidad de centrarse en las destrezas de funciones ejecutivas sin reducir primero el estrés y desarrollar destrezas para afrontar problemas. Se necesitan más investigaciones para aprender la mejor manera de adaptar las intervenciones para satisfacer las necesidades de distintos niños.

### **Conclusiones**

Los estudios sugieren de manera coherente que la exposición a traumas o estrés crónico a temprana edad puede afectar el desarrollo de destrezas de funciones ejecutivas.<sup>6,7,9,10,11</sup> Parece que estas destrezas proporcionan la base para la disposición escolar a través de la cognición y el comportamiento.<sup>3,12</sup> Los niños con mejores destrezas de funciones ejecutivas asimilan más

fácilmente la enseñanza.<sup>3</sup> De hecho, en una muestra de alto riesgo, los niños con mejores destrezas de funciones ejecutivas al comienzo del jardín infantil mostraron mayores logros en lectoescritura y aritmética que los niños con destrezas iniciales más deficientes.<sup>12</sup> Teniendo en cuenta que hay evidencias de la persistencia de brechas en logros y que éstas pueden incluso ampliarse a lo largo de los años escolares,<sup>16,17</sup> es fundamental que los niños en alto riesgo empiecen la escuela con la base más sólida posible para tener éxito.

Por esta razón, ha habido una creciente atención a las intervenciones que promueven las funciones ejecutivas. Aunque hay evidencias de que las funciones ejecutivas son maleables,<sup>18,33</sup> pocas intervenciones han intentado promover destrezas en niños que actualmente experimentan niveles tóxicos de estrés. Es posible que los esfuerzos por diseñar intervenciones que promueven funciones ejecutivas en estos niños necesiten abordar los niveles actuales de exposición al estrés y trabajar simultáneamente para reducirlos con el fin de obtener beneficio máximo.

### **Implicaciones para los padres, los servicios y las políticas**

Las investigaciones hasta la fecha subrayan la importancia de las destrezas de funciones ejecutivas para el éxito escolar, especialmente para niños que viven en entornos de alto riesgo. Los programas diseñados para promover funciones ejecutivas han mostrado éxitos en múltiples niveles, incluyendo currículos escolares, entrenamiento basado en computadoras, e incluso actividades físicas, como las artes marciales.<sup>18,33,34</sup> De manera similar al entrenamiento basado en computadoras, los padres pueden promover estas destrezas con juegos que requieren la toma de turnos, destrezas de atención, y memoria. Además, una provisión de cuidado sensible puede promover estas destrezas protegiendo a los niños de algunos de los desórdenes que están experimentando.<sup>35</sup>

También se ha centrado exitosamente en las destrezas de funciones ejecutivas mediante currículos basados en la escuela en educación preescolar<sup>26</sup> y en salas de clases de *Head Start*.<sup>4,34</sup> La evidencia experimental sugiere que las salas de clases en la primera infancia, como *Head Start*, pueden construir exitosamente destrezas de funciones ejecutivas proporcionando más apoyo autorregulado en la sala de clase (ejemplo, implementando reglas y rutinas claras, haciendo cambiar o recompensando el comportamiento de los niños).<sup>34</sup> Al incrementar la atención a las destrezas de funciones ejecutivas en los programas de la primera infancia, se puede reducir la brecha que se nota antes del comienzo de la escuela y que persiste a lo largo de los años escolares.

### **Referencias**

1. Best JR, 1. Miyake A, Friedman NP, Emerson MJ, Witzki AH, Howerter A, Wager T. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychol.* 2000;41:49-100.
2. Zelazo PD, Anderson JE, Richler J, Wallner-Allen K, Beaumont JL, Weintraub S. NIH toolbox cognitive function battery (CFB): Measuring executive function and attention. *Monogr Soc Res Child.* In press.
3. Blair C. School readiness: Integrating cognition and emotion in a neurobiological conceptualization of children’s functioning at school entry. *Am Psychol.* 2002;57:111-127.
4. Bierman KL, Nix RL, Greenberg MT, Blair C, Domitrovich CE. Executive functions and school readiness intervention: Impact, moderation, and mediation in the Head Start REDI program. *Developmental Psychopathol.* 2008;20:821-843.
5. Bierman KL, Domitrovich CE, Nix RL, et al. (2008). Promoting academic and social-emotional school readiness: The Head Start REDI program. *Child Dev.* 2008;79:1802-1817.
6. Masten AS, Herbers JE, Desjardins CD, et al. Executive function skills and school success in young children experiencing homelessness. *Educational Res.* 2012;41:375-384.
7. Obradovic J. Effortful control and adaptive functioning of homeless children: Variable-focused and person-focused analyses. *J App Dev Psychol.* 2010;31:109-117.
8. Pechtel P, Pizzagalli DA. Effects of early life stress on cognitive and affective function: An integrated review of human literature. *Psychopharmacology (Berl).* 2011;214:55-70.
9. DePrince AP, Weinzierl KM, Combs MD. Executive function performance and trauma exposure in a community sample of children. *Child Abuse Neglect.* 2009;33:353-361.
10. Loman MM, Johnson AE, Westerlund A, et al. The effect of early deprivation on executive attention in middle childhood. *J Child Psychol Psyc.* 2012;54:37-45.
11. Pears KC, Fisher PA, Bruce J, Kim HK, Yoerger K. Early elementary school adjustment of maltreated children in foster care: The role of inhibitory control and caregiver involvement. *Child Dev.* 2010;81:1550-1564.
12. Welsh JA, Nix RL, Blair C, Bierman KL, Nelson, KE. The development of cognitive skills and gains in academic school readiness for children from low-income families. *J Educ Psychol.* 2010;102:43-53.
13. Willcutt, EG, Brodsky K, Chhabildas N, et al. The neuropsychology of ADHD: Validity of the executive function hypothesis. In: Gozal D, Molfese DL, eds. *Attention deficit hyperactivity disorder: From genes to patients.* 3rd ed. Totowa, NJ: Humana Press;205:185-213.
14. Liew, J. Effortful control, executive functions, and education: Bringing self-regulatory and social-emotional competences to the table. *Child Dev Perspect.* 2011;6:105-111.
15. McClelland MM, Cameron CE, Connor CM, Farris CL, Jewkes AM, Morrison FJ. Links between behavioral regulation and preschoolers’ literacy, vocabulary, and math skills. *Dev Psychol.* 2007;43:947-959.
16. Cutuli JJ, Desjardins CD, Herbers JE, et al. Academic achievement trajectories of homeless and highly mobile students: Resilience in the context of chronic and acute risk. *Child Dev.* In press.
17. Herbers JE, Cutuli JJ, Supkoff LM, et al. Early reading skills and academic achievement trajectories of students facing poverty, homelessness, and high residential mobility. *Educational Res.* 2012;41:366-365.
18. Diamond A, Lee K. Intervention shown to aid executive function development in children 4-12 years old. *Science.* 2011;333:959-964.
19. Blair C, Razza RP. Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Dev.* 2007;78:647-663.

20. Holmes J, Gathercole SE, Dunning DL. Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental Sci.* 2009;12:F9-F15.
21. Holmes J, Gathercole SE, Place M, Dunning DL, Hilton KA, Elliott JG. *Appl Cognitive Psych.* 2010;24:827-836.
22. Klingberg T, Fernell E, Olesen P, et al. Computerized training of working memory in children with ADHD- a randomized, controlled trial. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry.* 2005;44:177-186.
23. Bergman-Nutley S, Söderqvist S, Bryde S, Thorell LB, Humphreys K, Klingberg T. Gains in fluid intelligence after training non-verbal reasoning in 4-year-old children: a controlled randomized study. *Dev Sci.* 2011;14:591-601.
24. Thorell LB, Lindqvist S, Bergman-Nutley S, Bohlin G, Klingberg T. Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Dev Sci.* 2009;12:106-113.
25. Bodrova E, Leong DJ. *Tools of the Mind: The Vygotskian approach to early childhood education.* ed. 2. New York: Merrill/Prentice Hall; 2007.
26. Diamond A, Barnett WS, Thomas J, Munro S. Preschool program improves cognitive control. *Science.* 2007;318:1387-1388.
27. Wilson SJ, Farran DC. Experimental evaluation of the Tools of the Mind preschool curriculum. Paper presented at the Society for Research on Educational Effectiveness; March 2012; Washington, DC.
28. Riggs NR, Jahromi LB, Razza RP, Dillworth-Bart JE, Mueller U. *J Appl Dev Psychol.* 2006;27:300-309.
29. Capage L, Watson AC. Individual differences in theory of mind, aggressive behavior, and social skills in young children. *Early Educ Dev.* 2001;12:613-628.
30. Jenkins JM, Astington JW. Theory of mind and social behavior: Causal model tested in a longitudinal study. *Merrill Palmer Quart.* 2000;46:203-220.
31. Mischel W, Shoda Y, Rodriguez ML. Delay of gratification in children. *Science.* 1989;244:933-938.
32. Sethi A, Mischel W, Aber JL, Shoda Y, Rodriguez, ML. The role of strategic attention deployment in development of self-regulation: Predicting preschoolers' delay of gratification from mother - toddler interactions. *Dev Psychol.* 2000;36:767-777.
33. Zelazo PD, Carlson SM. Hot and cool executive function in childhood and adolescence: Development and plasticity. *Child Dev Perspect.* 2012;6:354-360.
34. Raver CC, Jones SM, Li-Grining C, Zhai F, Bub K, Pressler E. CSRPs impact on low-income preschoolers' preacademic skills: Self-regulation as a mediating mechanism. *Child Dev.* 2011;82:362-378.
35. Lewis-Morrarty E, Dozier M, Bernard K, Terraciano SM, Moore SV. Cognitive flexibility and theory of mind outcomes among foster children: Preschool follow-up results of a randomized clinical trial. *J Adolescent Health.* 2012;51:S17-S22.

# Control cognitivo y autorregulación en niños de corta edad: Maneras para mejorarlos y porqué [Diapositivas]

**Adele Diamond, PhD, FRSC**

Plaza de investigación de Canadá (Canada Research Chair) nivel 1, Profesor de neurociencia cognitiva del desarrollo, Universidad de Columbia Británica (UBC), Canadá

Enero 2013

Presentado en la conferencia internacional *School Readiness and School Success: from Research to Policy and Practice (Disposición para la escuela y éxito escolar: de la investigación a la legislación y la práctica)*. 12-13 noviembre, 2009, ciudad de Quebec, Quebec, Canadá.

**[Descargue la versión en PDF de esta presentación](#)**