

Déficits ejecutivos y trastornos del neurodesarrollo en la infancia y en la adolescencia

Esperanza Bausela-Herreras, Javier Tirapu-Ustároz, Patricia Cordero-Andrés

Introducción. Actualmente, en el *Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales* (DSM-5) se incluye una nueva categoría diagnóstica referida a trastornos del neurodesarrollo. Son diversos los trastornos del neurodesarrollo que, aun siendo entidades diagnósticas independientes, comparten manifestaciones comunes a las que presentan personas con daño cerebral o disfunción en la corteza prefrontal, es decir, presentan diferentes alteraciones de las funciones ejecutivas.

Desarrollo. El propósito de este estudio es ofrecer una visión de los hallazgos actuales sobre el funcionamiento ejecutivo en niños y jóvenes con diferentes trastornos del neurodesarrollo: trastorno del espectro autista, trastorno por déficit de atención/hiperactividad y trastorno específico del aprendizaje. Con este objetivo se revisaron 27 artículos. Los resultados de los análisis indican una asociación estadísticamente significativa entre dimensión de flexibilidad y trastorno por déficit de atención/hiperactividad (W de Wilcoxon = 123; $p = 0,011$) y dimensión de flexibilidad y trastorno del espectro autista (W de Wilcoxon = 101,5; $p = 0,003$), y ausencia de asociación estadísticamente significativa entre las diferentes dimensiones evaluadas y trastorno específico del aprendizaje.

Conclusiones. Las dimensiones ejecutivas se encuentran afectadas en los diferentes trastornos del neurodesarrollo en grado variable. Podemos hipotetizar la existencia de un continuo en las dimensiones que se encuentran afectadas en los diferentes trastornos del neurodesarrollo; en ocasiones, es complejo establecer límites categoriales cuando se comparan distintos trastornos.

Palabras clave. Flexibilidad. Inhibición. Memoria de trabajo. Trastorno del espectro autista. Trastorno específico del aprendizaje. Trastorno por déficit de atención/hiperactividad.

Introducción

Con el término ‘funciones ejecutivas’ describimos diversos procesos involucrados en actividades como resolución de problemas, planificación, iniciación de la actividad o toma de decisiones. Históricamente, estos procesos han estado vinculados a los lóbulos frontales, y su daño o disfunción, al síndrome del lóbulo frontal.

No hay consenso en considerar cuáles son las dimensiones nucleares de las funciones ejecutivas. Así, para Diamond [1] son inhibición, control de la interferencia, memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva. Miyake et al [2] identifican tres los componentes ejecutivos claramente diferenciados que contribuirán al rendimiento en tareas de tipo ejecutivo: actualización, inhibición y alternancia. Verdejo y Bechara [3] diferencian actualización (memoria de trabajo), inhibición, flexibilidad, planificación/multitarea y toma de decisiones. Tirapu et al [4] plantean: velocidad de procesamiento, atención alternante, memoria de trabajo, memoria semántica, flexibilidad espontánea, ejecución dual, inhibición, control de la interferencia, flexibilidad cognitiva o

reactiva, planificación, *branching*/multitarea y toma de decisiones.

En consonancia con esta diversidad de dimensiones que integran las funciones ejecutivas, nos encontramos con diferentes modelos teóricos [5,6]:

- Modelos de procesamiento múltiple basados en la noción de modulación jerárquica arriba-abajo (*top-down*).
- Modelos de integración temporal orientada a la acción relacionados con el constructo de memoria de trabajo.
- Modelos que asumen que las funciones ejecutivas contienen representaciones específicas relacionadas con secuencias de acción orientadas a objetivos.
- Modelos que abordan aspectos específicos del funcionamiento ejecutivo soslayados por los modelos previos.

Esta heterogeneidad y diversidad de dimensiones que configuran el constructo funciones ejecutivas y modelos teóricos de funcionamiento ejecutivo explica la existencia de un número importante de herramientas disponibles para evaluar y determinar la

Departamento de Ciencias de la Salud; Universidad Pública de Navarra (E. Bausela-Herreras). Hospital San Juan de Dios; Pamplona, Navarra (J. Tirapu-Ustároz). Servicio de Psiquiatría; Hospital Universitario Marqués de Valdecilla; Santander, Cantabria, España (P. Cordero-Andrés).

Correspondencia:

Dra. Esperanza Bausela Herreras. Departamento de Ciencias de la Salud. Universidad Pública de Navarra. Campus de Arrosadía. Edificio de los Magnolios. E-31006 Pamplona (Navarra).

E-mail:

esperanza.bausela@unavarra.es

Aceptado tras revisión externa:

22.10.19.

Cómo citar este artículo:

Bausela-Herreras E, Tirapu-Ustároz J, Cordero-Andrés P. Déficit ejecutivo y trastornos del neurodesarrollo en la infancia y en la adolescencia. *Rev Neurol* 2019; 69: 461-9. doi: 10.33588/rn.6911.2019133.

© 2019 Revista de Neurología

presencia de alteraciones en las funciones ejecutivas: entrevista clínica, cuestionarios, tests neuropsicológicos y pruebas de evaluación comportamental funcional.

El análisis de la relación entre las funciones ejecutivas y el factor *g* ha despertado interés [4]. No se pueden identificar como sinónimos [1], aunque sí se ha encontrado una relación entre las pruebas psicométricas que valoran el factor *g* y el rendimiento en test que evalúan las funciones ejecutivas. No sorprende, por tanto, que las medidas de inteligencia fluida (razonamiento, resolución de problemas y planificación) estén altamente correlacionadas con medidas independientes de evaluación de las funciones ejecutivas [7].

En la versión actual del *Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales* (DSM-5) [8] se incluye una nueva categoría diagnóstica que hace referencia a trastornos del neurodesarrollo, los cuales tienen su origen en el período de desarrollo, se caracterizan por déficits en el desarrollo que producen limitaciones en áreas específicas o limitaciones globales y generan dificultades/limitaciones en lo personal, en lo social, en lo académico o en el funcionamiento ocupacional.

Artigas [9] considera que los trastornos del neurodesarrollo son alteraciones o retrasos en el desarrollo de funciones ejecutivas vinculadas a la maduración del sistema nervioso central, que se inician en la infancia y siguen un curso evolutivo estable. Señala además una serie de aspectos que son comunes en estos trastornos que se producen en los primeros momentos del ciclo vital: los síntomas son características normales presentes en cualquier individuo, los límites que definen la normalidad son arbitrarios, no existen marcadores biológicos, la comorbilidad es la forma habitual de presentarse y los límites entre uno u otro trastorno pueden ser imperceptibles.

Resultan diversos los trastornos del neurodesarrollo que, aun siendo entidades diagnósticas independientes, comparten manifestaciones comunes a las que presentan personas con daño cerebral o disfunción en la corteza prefrontal, es decir, presentan diferentes alteraciones de las funciones ejecutivas; entre ellos están: trastorno por déficit de atención/hiperactividad (TDAH) [10], trastorno específico del aprendizaje [11], trastorno del espectro autista (TEA) [12,13], trastornos del lenguaje [14], maltrato infantil [15], trastornos del comportamiento [16] y trastornos de ansiedad [17], entre otros.

En este estudio vamos a centrarnos en tres de ellos por su incidencia en la infancia y en la edad escolar:

Trastorno del espectro autista

Diversas teorías tratan de explicar los mecanismos subyacentes que permiten explicar las diferentes manifestaciones del TEA: teoría del déficit meta-representacional de Baron-Cohen et al [18], teoría del déficit intersubjetivo [19], teoría de la mente [18], teoría de la infraconectividad [20] y teoría de la disfunción ejecutiva [21], entre las principales.

Evidencias diversas vinculan la neurobiología del TEA con características muy semejantes a las encontradas en la neurobiología del funcionamiento ejecutivo. Damasio y Maurer [22] fueron los primeros investigadores en vincular la disfunción ejecutiva en personas con TEA, ya que comparten algunas manifestaciones comunes con personas que presentan un daño localizado en la corteza prefrontal. Entre estas manifestaciones, podemos destacar: ausencia de empatía, presencia de conductas estereotipadas, perseveraciones, rutinas e intereses restringidos, conductas compulsivas, reacciones emocionales inapropiadas y repentinas, falta de originalidad y creatividad.

La disfunción ejecutiva es una de las hipótesis utilizadas para explicar los déficits que presentan las personas con TEA; no obstante, hay pocas evidencias empíricas que constaten mejoras significativas en las manifestaciones del TEA al incidir en las diferentes funciones ejecutivas alteradas. Por otro lado, no hay consenso a la hora de definir qué dimensiones o funciones ejecutivas se encuentran alteradas o afectadas en las personas con TEA [23], y pueden corresponder con los tres niveles 'potencialmente separables' del modelo de sistema atencional supervisor propuesto por Shallice y Burgess [24].

Las personas con TEA muestran déficits en las funciones ejecutivas relacionados, fundamentalmente, con: inhibición, flexibilidad, planificación o memoria de trabajo [25]. Estas disfunciones ejecutivas pueden explicar algunas de las manifestaciones que presentan los niños con TEA: perseverancia, rigidez o presencia de conductas estereotipadas [26].

La propuesta de Damasio y Maurer [22] ha sido respaldada por otros estudios, que han constatado que los test que evalúan disfunciones ejecutivas tienen una capacidad predictiva alta para identificar a personas con TEA.

Trastorno por déficit de atención/hiperactividad

Las personas con TDAH también presentan déficits en diversas funciones ejecutivas [27]: memoria de trabajo e inhibición de respuestas automáticas, junto con una característica del propio sistema (no

estrictamente ejecutiva) relacionada con la velocidad de procesamiento de la información.

Barkley [28] diferenció cuatro síntomas vinculados con la disfunción de las funciones ejecutivas: memoria de trabajo no verbal, memoria de trabajo verbal, autocontrol de la activación, motivación y afecto, y reconstitución. Este modelo ha sido replicado en diversos estudios en relación con los déficits ejecutivos que presentan estas personas [29,30]. Estos déficits ejecutivos (principalmente, memoria de trabajo verbal) permiten justificar la comorbilidad del TDAH con otros trastornos específicos del aprendizaje [31,32].

Trastorno específico del aprendizaje

Podemos identificar tres subtipos, uno relacionado con dificultades en la adquisición de la lectura (dislexia), que se caracteriza, fundamentalmente, por un déficit lingüístico en el componente fonológico formal. Se trata de una dificultad para asociar grafemas con fonemas, como destaca la Asociación Internacional de Dislexia [33].

Artigas [9], por su parte, analiza las relaciones existentes entre dislexia y TDAH. El nexo común entre ambos trastornos puede estar en la memoria de trabajo, más concretamente en su componente ejecutivo, es decir, en la actualización. Así, los estudios predictivos del rendimiento en la competencia lectora en función de las habilidades ejecutivas son contundentes, y es fundamental destacar el papel que desempeñan éstas en su adquisición [34,35].

Por otro lado, los niños con dificultades en el aprendizaje de la lectura obtienen puntuaciones significativamente más bajas en tests de funciones ejecutivas relacionadas con flexibilidad mental, memoria de trabajo, inhibición cognitiva, atención selectiva, y fluidez verbal y visual, entre otros [36].

Un segundo subtipo se relaciona con las dificultades en la adquisición de las habilidades matemáticas (discalculia), en las cuales, junto con las dificultades de índole lingüístico, también se constatan dificultades relacionadas con la memoria de trabajo [37,38], la flexibilidad cognitiva, la inhibición y la planificación, entre otras [39].

Son distintas las habilidades/competencias que se van acumulando a lo largo del desarrollo de esta competencia de forma interactiva y que permiten adquirirla [40]. Existen evidencias que apuntan al valor predictivo de las funciones ejecutivas en relación con el desarrollo de las habilidades matemáticas [41,42], y se constata una asociación entre bajo rendimiento en las funciones ejecutivas y dificultades en su adquisición.

En un tercer subtipo, vinculado con el proceso de adquisición de la escritura, también se han constatado déficits en diferentes funciones ejecutivas: planificación (fase de planificación), memoria de trabajo (fase de textualización) y revisión, monitorización y evaluación (fase de revisión), según el modelo cognitivo de escritura de Hayes y Flower [43]. Las funciones ejecutivas son críticas, por tanto, también durante el proceso de expresión escrita [44].

Las alteraciones de las funciones ejecutivas están afectadas en grado variable y diverso en la adquisición, el desarrollo y la consolidación de la lectura, las matemáticas y la expresión escrita. Las funciones ejecutivas están estrechamente relacionadas con el aprendizaje y, por consiguiente, los déficits en ellas se asocian con diferentes trastornos específicos del aprendizaje [45].

Presente estudio

El presente estudio pretende ofrecer una visión de los hallazgos actuales sobre el funcionamiento ejecutivo en niños y jóvenes con diferentes trastornos del neurodesarrollo: TEA, TDAH y trastornos específicos del aprendizaje. La competencia cognitiva se ha evaluado a través de pruebas estandarizadas [46], siguiendo como referente otros estudios desarrollados con el mismo objetivo [12].

Metodología

Métodos de búsqueda de información

Se han revisado 27 estudios que analizan los déficits ejecutivos en tres trastornos del neurodesarrollo: TEA, TDAH y trastornos específicos del aprendizaje.

Las publicaciones fueron obtenidas de la consulta de las bases de datos suscritas por la institución de afiliación: Web of Science, Scopus, PsycINFO, Medline, PubMed, Science Direct, Psycnet, Willey Online Library y Oxford Academic; fueron mayoritarios los documentos localizados en las cinco primeras bases citadas.

Las palabras claves utilizadas fueron: '*executive function learning disabilities*', '*executive function autism*', '*executive dysfunction*', '*executive function adhd*' y '*executive function deficits*'. Éstas fueron combinadas con los operadores booleanos (AND, NOT, XOR, OR), según fuera la búsqueda más precisa, selectiva y reducida.

Los estudios empíricos seleccionados, publicados fundamentalmente en inglés, corresponden al período 2000-2018.

Tabla I. Variables descriptivas de los estudios analizados.

Trastornos del neurodesarrollo	Trastorno por déficit de atención/hiperactividad	12 (44,4%)
	Trastorno del espectro autista	16 (59,3%)
	Trastornos específico del aprendizaje	3 (11,1%)
Funciones ejecutivas: dimensiones evaluadas	Inhibición	18 (66,7%)
	Flexibilidad	11 (40,7%)
	Memoria de trabajo/actualización	11 (40,7%)

Selección de estudios

Criterios de inclusión

- Tipo de estudios empíricos.
- Participantes con trastornos del neurodesarrollo: TEA, TDAH y trastornos específicos del aprendizaje.
- Años de publicación: 2000-2018.
- Edad de los participantes: 1 mes a 18 años.
- Instrumentos de evaluación estandarizados: funciones ejecutivas y competencia intelectual.
- Datos descriptivos de los participantes: inclusión en el estudio de edad cronológica.
- Publicaciones en revistas con revisión por pares.

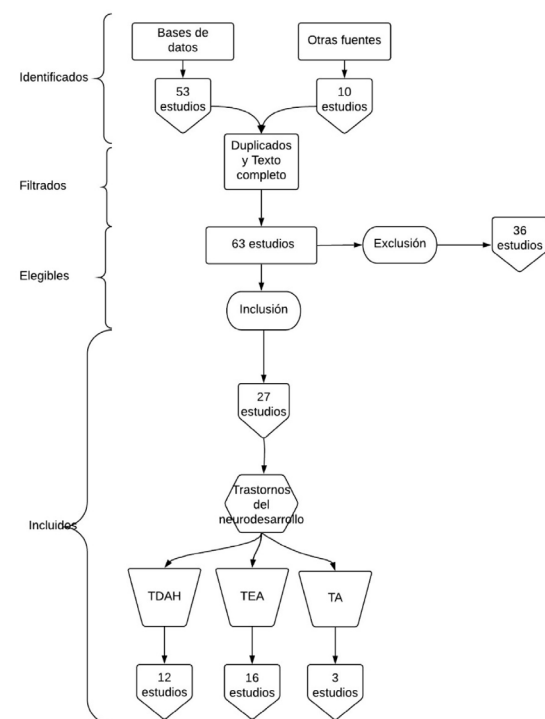
Criterios de exclusión

- Tipo de estudios de revisión teóricos y estudios de casos.
- Edad de los participantes: superior a 18 años.
- Participantes con desarrollo exclusivamente neurotípico.
- Técnicas de recogidas de datos: uso exclusivo de instrumentos no estandarizados.
- Datos descriptivos de los participantes: ausencia de datos relacionados con la competencia intelectual.
- Publicaciones en revistas sin revisión por pares.

En la figura se presentan los estudios identificados, filtrados, elegibles e incluidos, y en la tabla I, los estudios analizados, los trastornos del neurodesarrollo y las dimensiones ejecutivas implicadas.

Análisis de datos

Junto con la codificación y registro de las características del estudio (Anexo) se aplicó el test de pruebas no paramétricas (prueba *U* de Mann-Whitney) para analizar las tres dimensiones ejecutivas que proponen Miyake et al [2] –memoria de trabajo (ac-

Figura. Diagrama de flujo de estudios incluidos en el análisis. TA: trastorno específico del aprendizaje; TDAH: trastorno por déficit de atención/hiperactividad; TEA: trastorno del espectro autista.

tualización de contenidos), inhibición y flexibilidad– y su asociación con los diferentes trastornos del neurodesarrollo. Respecto a la dimensión memoria de trabajo o actualización, se ha respetado la terminología utilizada por los diferentes autores: Baddeley, Goldman-Rakic y Petrides hacen referencia a la memoria de trabajo (citados por [5,6]). Miyake et al [2], en su análisis factorial, diferencian actualización, inhibición, alternancia, fluidez y ejecución dual. Tirapu et al [4] proponen memoria de trabajo y diferentes actividades: actualización, mantenimiento y manipulación de la información.

Los análisis estadísticos se realizaron con el programa SPSS v. 24.

Resultados

Los resultados de los análisis estadísticos indican una asociación estadísticamente significativa entre la dimensión de flexibilidad y el TDAH (*W* de Wilcoxon = 123; *p* = 0,011; Tabla II) y entre la dimensión de flexibilidad y el TEA (*W* de Wilcoxon = 101,5;

$p = 0,003$; Tabla III), y ausencia de asociación estadísticamente significativa entre las diferentes dimensiones evaluadas y los trastornos específicos del aprendizaje (Tabla IV).

Conclusiones

Para poder responder a la pregunta ¿qué déficits ejecutivos son predominantes en los distintos trastornos del neurodesarrollo?, se han revisado 27 estudios empíricos que analizan los déficits ejecutivos en los principales trastornos del neurodesarrollo en la infancia y la adolescencia: TEA, TDAH y trastornos específicos del aprendizaje (lectura, matemáticas y expresión escrita). Podemos destacar de este estudio las siguientes conclusiones.

Trastorno por déficit de atención/hiperactividad

Los estudios analizados se centran fundamentalmente en la edad escolar [10,47], aunque los síntomas aparecen con frecuencia en la etapa previa, en la etapa preescolar [48-50]. Su identificación temprana va asociada a un mejor conocimiento de los mecanismos cerebrales implicados (regiones cerebrales implicadas, lóbulo frontal, temporal y parietal), que permiten explicar los déficits en inhibición e impacto en la memoria de trabajo, junto con un mejor pronóstico.

El modelo de autorregulación propuesto por Barkley considera los déficits en la inhibición de respuestas automáticas un aspecto clave para explicar los síntomas del TDAH, y son varios los estudios que constatan déficits en esta dimensión [10,49-54] y en la memoria de trabajo [49,50,52,53,55-57].

Otras dimensiones ejecutivas afectadas en este trastorno del neurodesarrollo son flexibilidad [55] y planificación [55,58].

Trastorno del espectro autista

La mayoría de los estudios analizados han sido realizados en niños con alto funcionamiento [55,58-64], en comparación con los estudios realizados en niños con bajo funcionamiento [65-67]; por otro lado, pocos estudios comparan diversos niveles de funcionamiento [58], que aportarían más información sobre la heterogeneidad de los déficits ejecutivos en personas con TEA.

Las funciones ejecutivas alteradas son, principalmente: inhibición de respuestas automáticas, flexibilidad cognitiva, memoria de trabajo (actualización), planificación y fluidez.

Tabla II. Prueba *U* de Mann-Whitney (TDAH y dimensiones ejecutivas).

	TDAH	Rango promedio	<i>U</i> de Mann-Whitney	<i>W</i> de Wilcoxon	<i>Z</i>	Sig. asintótica (bilateral)	Significación exacta (2 × sig. unilateral)
Inhibición	No	13,9	88,5	208,5	-0,09	0,923	0,943
	Sí	14,13					
Flexibilidad	No	17,00	45,0	123,0	-2,55	0,011 ^b	0,028 ^a
	Sí	10,25					
Memoria de trabajo	No	12,53	68,0	188,0	-1,20	0,228	0,300
	Sí	15,83					

TDAH: trastorno por déficit de atención/hiperactividad. ^a $p < 0,05$; ^b $p < 0,001$.

Tabla III. Prueba *U* de Mann-Whitney (TEA y dimensiones ejecutivas).

	TEA	Rango promedio	<i>U</i> de Mann-Whitney	<i>W</i> de Wilcoxon	<i>Z</i>	Sig. asintótica (bilateral)	Significación exacta (2 × sig. unilateral)
Inhibición	No	15,05	76,5	212,5	-0,74	0,455	0,577
	Sí	13,28					
Flexibilidad	No	9,23	35,5	101,5	-3,01	0,003 ^a	0,008 ^b
	Sí	17,28					
Memoria de trabajo	No	15,45	72,0	208,0	-0,89	0,375	0,451
	Sí	13,00					

TEA: trastorno del espectro autista. ^a $p < 0,05$; ^b $p < 0,001$.

Tabla IV. Prueba *U* de Mann-Whitney (TA y dimensiones ejecutivas).

	TA	Rango promedio	<i>U</i> de Mann-Whitney	<i>W</i> de Wilcoxon	<i>Z</i>	Sig. asintótica (bilateral)	Significación exacta (2 × sig. unilateral)
Inhibición	No	14,13	33	39	-0,30	0,761	0,856
	Sí	13,00					
Flexibilidad	No	14,75	18	24	-1,61	0,107	0,187
	Sí	8,00					
Memoria de trabajo	No	14,29	29	35	-0,60	0,544	0,635
	Sí	11,67					

TA: trastorno específico del aprendizaje.

El grado de alteración de estas dimensiones varía en función de la edad y del propio nivel de afectación que presentan las personas con este trastorno del neurodesarrollo. Así, Han y Chan [68] encuentran diferencias estadísticamente significativas en función del nivel de afectación en tres dimensiones: planificación, control inhibitorio y flexibilidad cognitiva. Hagberg et al [64] concluyen en su estudio que la alta competencia en inteligencia verbal es un predictor de rendimiento más alto en: inhibición, memoria ejecutiva y atención. Van Eylen et al [69] encuentran una fuerte asociación entre edad y cociente de inteligencia con funciones ejecutivas: inhibición de respuestas automáticas, flexibilidad cognitiva, memoria de trabajo espacial, planificación y velocidad de procesamiento de la información. Chen et al [60] concluyen en su estudio comparativo de niños con TEA de diferentes edades, que el grupo de niños de edad inferior (8-13 años) obtiene peor rendimiento que el grupo de edad superior (13-18 años) en la dimensión de planificación, no así en la dimensión de memoria de trabajo.

Se confirma que los déficits ejecutivos de las personas con TEA se asocian con déficits en autorregulación: estrategias de autocontrol y automonitoreización [62], entre otras.

Trastorno específico del aprendizaje

Gooch et al [48] evidencian la existencia de una fuerte asociación entre el desarrollo del lenguaje y las funciones ejecutivas durante la etapa preescolar y los primeros años escolares.

Son diversos los estudios que constatan que las funciones ejecutivas predicen dificultades en el aprendizaje de las competencias instrumentales, como las capacidades atencionales, esenciales en el proceso de aprendizaje. Esta asociación se ha constatado en niños con comorbilidades diversas: Samyn et al [53], en niños con TDAH y niños con TEA, y Hagberg et al [64], en niños con TEA.

Bull y Scerif [37] constatan una asociación significativa entre las habilidades matemáticas y un amplio rango de déficits en las funciones ejecutivas: atención, memoria de trabajo, planificación, organización, flexibilidad, automonitoreización, secuenciación, fluidez, control de impulsos y tolerancia a la frustración.

Keeler y Swanson [70] destacan, igualmente, una alta asociación entre la capacidad de la memoria de trabajo y las habilidades matemáticas, especialmente el aprendizaje estratégico.

Los resultados sugieren que los niños con déficits ejecutivos tienen más riesgo de presentar dificultades

en la adquisición de las destrezas matemáticas que sus iguales con fuerte capacidad ejecutiva. Los estudios con niños con TDAH con comorbilidad con trastornos específicos del aprendizaje han confirmado la asociación entre los déficits en la adquisición de habilidades matemáticas y las funciones ejecutivas [52,54,71].

Si bien los hallazgos empíricos en niños con dificultades en el aprendizaje de la lectura dibujan una imagen clara de los déficits ejecutivos asociados fundamentalmente a memoria de trabajo [57], inhibición [48] y planificación [72], el conocimiento empírico sobre los déficits en niños con discalculia todavía es incompleto, e infiere déficits relacionados fundamentalmente con la memoria de trabajo y la inhibición [73].

Respecto a las dificultades relacionadas con la escritura, se vinculan a dos dimensiones [74]: memoria de trabajo y organización de materiales.

Se constatan en los estudios revisados que las funciones ejecutivas son necesarias e imprescindibles para el aprendizaje, y se encuentran igualmente déficits ejecutivos en niños con un amplio rango de dificultades en lectura, matemáticas [37] y expresión escrita [45].

Las funciones ejecutivas, por consiguiente, se relacionan íntimamente con el aprendizaje y, por tanto, con el rendimiento académico. El aspecto que no está claro es si el aprendizaje contribuye al desarrollo de las funciones ejecutivas y en qué medida.

Como conclusiones de los resultados analizados, destacamos diversos aspectos. En primer lugar, el TEA, el TDAH y los trastornos específicos del aprendizaje son, según Martínez et al [75], alteraciones funcionales de la corteza cerebral que comparten déficits en el funcionamiento ejecutivo. Así, se han encontrado déficits en la velocidad de procesamiento de la información en niños con TEA [55] y niños con TDAH [56], y esta asociación es más fuerte en ciertos momentos del desarrollo (adolescencia) y más débil en la primera infancia y la edad adulta. Los resultados de los análisis indican una asociación estadísticamente significativa entre flexibilidad y TDAH y entre flexibilidad y TEA, y ausencia de asociación estadísticamente significativa entre las diferentes dimensiones evaluadas y trastorno específico del aprendizaje. Las funciones ejecutivas, por otro lado, pueden predecir un buen o mal rendimiento, aunque esta asociación no se ha analizado con estudios longitudinales, lo que permite explicar la ausencia de asociación significativa entre las funciones ejecutivas en el trastorno específico del aprendizaje [4].

El TDAH y el TEA obtienen perfiles similares de funcionamiento en la dimensión de flexibilidad, y es posible hipotetizar sobre la posible existencia de un continuo en ambos trastornos.

Las dimensiones ejecutivas se encuentran afectadas en grado variable en los diferentes trastornos del neurodesarrollo estudiados; así, observamos una gran diversidad de resultados:

Shuai et al [54] encuentran diferencias en los déficits ejecutivos y en la teoría de la mente en función de los subtipos de TDAH. Así, los niños con predominio inatento y combinado muestran déficits similares en las funciones ejecutivas, mientras que los niños con predominio hiperactivo-impulsivo muestran déficits en la teoría de la mente y la memoria visual.

Samyn et al [53] confirman con participantes con TDAH y TEA de 10 a 15 años (todos con cociente intelectual > 80), aplicando el análisis factorial confirmatorio, la existencia de diferencias en el rendimiento de las diferentes funciones ejecutivas (control atencional y control inhibitorio).

Schoemaker et al [50] observan diferencias en la inhibición entre los participantes con TDAH y trastorno del comportamiento (controlando el cociente intelectual), y sin diferencias entre ambos grupos en la memoria de trabajo.

Happé et al [76] sugieren menos gravedad y persistencia de los déficits en las funciones ejecutivas en el TEA (incluyendo el síndrome de Asperger) que en el TDAH.

Schoemaker et al [50] observan diferencias en inhibición entre el grupo con TDAH y el grupo con trastorno del comportamiento (controlando el cociente intelectual), sin diferencias entre ambos grupos en la memoria de trabajo.

Boxhoorn et al [77] obtienen perfiles atencionales diferentes en el TDAH y el TEA, lo que apunta hacia la existencia de un continuo en las manifestaciones atencionales entre TDAH con predominio inatento, TDAH con predominio combinado y TEA.

Maister et al [66] identifican déficits en la memoria relacional en niños con TEA, tipo de memoria que no se ha visto afectado en ningún otro estudio.

No es posible vincular un déficit ejecutivo de forma exclusiva a un trastorno del neurodesarrollo, y es necesario seguir profundizando en el perfil ejecutivo afectado en los diferentes trastornos estudiados, considerando además los diferentes subtipos y la comorbilidad que puede producirse en ellos. Por otro lado, es posible optar por la existencia de un déficit ejecutivo, síndrome o trastorno disejecutivo –a incluir en futuras revisiones de los sistemas de clasificación diagnóstica– que se manifiesta por dé-

ficits significativos en tres dimensiones: memoria de trabajo, inhibición y flexibilidad, en línea con el estudio desarrollado por Abad et al [30].

No podemos obviar que el número de estudios seleccionados (27 estudios empíricos) impide obtener resultados que puedan generalizarse. Se estima necesario desarrollar un estudio con mayor tamaño muestral con el fin de desarrollar un metaanálisis.

En resumen, el estado de la investigación actual de los déficits ejecutivos en los trastornos del neurodesarrollo está bien encauzado, pero sería necesario especificar con mayor claridad los déficits ejecutivos predominantes en niños con diferentes niveles de competencia o funcionamiento cognitivo que se ven afectados por los diferentes trastornos del neurodesarrollo analizados, así como analizar la posible asociación de éstos con la inteligencia general y, más en concreto, con la inteligencia fluida.

Bibliografía

1. Diamond A. Executive functions. *Annu Rev Clin Psychol* 2013; 64: 135-68.
2. Miyake A, Friedman NP, Emerson MJ, Witzki AH, Howerter A, Wager TD. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex 'frontal lobe' tasks: a latent variable analysis. *Cogn Psychol* 2000; 41: 49-100.
3. Verdejo A, Bechara A. Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psicothema* 2010; 22: 227-36.
4. Tirapu J, García-Molina A, Ríos M, Ardila A. Neuropsicología de la corteza prefrontal y las funciones ejecutivas. Barcelona: Viguera Editores; 2012.
5. Tirapu J, García-Molina A, Luna P, Roig T, Pelegrín C. Modelo de funciones y control ejecutivo (I). *Rev Neurol* 2008; 46: 684-92.
6. Tirapu J, García-Molina A, Luna P, Roig T, Pelegrín C. Modelo de funciones y control ejecutivo (II). *Rev Neurol* 2008; 46: 742-50.
7. Roca M, Parr A, Thompson R, Woolgar A, Torralva T, Antoun N, et al. Executive function and fluid intelligence after frontal lobe lesions. *Brain* 2010; 133: 234-47.
8. Asociación Americana de Psiquiatría. Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales, 5.ª edición. Arlington VA: American Psychiatric Publishing; 2013.
9. Artigas J. Dislexia. In Artigas J, Narbona J, eds. Trastornos del neurodesarrollo. Barcelona: Viguera Editores; 2011. p. 257-89.
10. Shuai L, Daley D, Wang YF, Zhang JS, Kong YT, Tan X, et al. Executive function training for children with attention deficit hyperactivity disorder. *Chin Med J* 2017; 130: 549-58.
11. Huang F, Sun L, Qian Y, Liu L, Ma QG, Yang L, et al. Cognitive function of children and adolescents with attention deficit hyperactivity disorder and learning difficulties: a developmental perspective. *Chin Med J* 2016; 20; 129: 1922-8.
12. Craig F, Margari E, Legrottaglie AR, Palumbi R, Giambastista C, Margari L. A review of executive function deficits in autism spectrum disorder and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Neuropsychiatr Dis Treat* 2016; 12: 1191-202.
13. Hill EL. Executive dysfunction in autism. *Trends Cogn Sci* 2004; 8: 26-32.
14. Henry LA, Messe DJ, Nash G. Executive functioning and verbal fluency in children with language difficulties. *Learn Instr* 2015; 39: 137-47.
15. Fay T, Hawes DJ, Meredith P. Child maltreatment and emotion socialization: associations with executive function in the preschool years. *Child Abuse Negl* 2017; 64: 1-12.
16. Hughes C, Ensor R. Individual differences in growth in executive function across the transition to school predict

- externalizing and internalizing behaviors and self-perceived academic success at 6 years of age. *J Exp Child Psychol* 2011; 108: 663-76.
17. Franklin P, Tsujimoto KC, Lewis ME, Tekok A, Frijter JC. Sex differences in self-regulatory executive functions are amplified by trait anxiety: the case of students at risk for academic failure. *Pers Individ Dif* 2018; 129: 131-7.
 18. Baron-Cohen S, Leslie AM, Frith U. Does the autistic child have a 'theory of mind'? *Cognition* 1985; 21: 37-46.
 19. Hobson P. The cradle of thought. Exploring the origins of thinking. London: Oxford University Press; 2002.
 20. Just MA, Cherkassky VL, Keller TA, Minshew NJ. Cortical activation and synchronization during sentence comprehension in high-functioning autism: evidence of underconnectivity. *Brain* 2004; 127: 1811-21.
 21. Russell J, Jarrold C, Henry L. Working memory in children with autism and with moderate learning difficulties. *J Child Psychol Psychiatry* 1996; 37: 673-86.
 22. Damasio AR, Maurer RG. A neurological model for childhood autism. *Arch Neurol* 1978; 35: 777-86.
 23. Martos J, Paula I. Una aproximación a las funciones ejecutivas en el trastorno del espectro autista. *Rev Neurol* 2011; 52 (Supl 1): S147-53.
 24. Shallice T, Burgess PW. Deficits in strategy application following frontal lobe damage in man. *Brain* 1991; 114: 727-41.
 25. Lynch CJ, Breeden AL, You X, Ludlum R, Gaillard WD, Kenworthy L, et al. Executive dysfunction in autism spectrum disorder is associated with a failure to modulate frontoparietal-insular hub architecture. *Biol Psychiatry Cogn Neurosci Neuroimaging* 2017; 2: 537-45.
 26. Talero-Gutiérrez C, Echeverría-Palacio CM, Sánchez-Quiñones P, Morales-Rubio G, Vélez-Van Meerbeke A. Trastorno del espectro autista y función ejecutiva. *Acta Neurológica Colombiana* 2015; 31: 246-52.
 27. Carriedo N, Corral A, Montoro PR, Herrero L, Ballestrino P, Sebastián I. The development of metaphor comprehension and its relationship with relational verbal reasoning and executive function. *PLoS One* 2016; 8: e015028.
 28. Barkley RA. Recent longitudinal studies of childhood attention-deficit/hyperactivity disorder: Important themes and questions for further research. *J Abnorm Psychol* 2016; 125: 248-55.
 29. Sadeghi M, Sadeghi-Bazargani H, Amiri S. Psychometric evaluation of the Persian version of Barkley Adult Attention Deficit/Hyperactivity Disorder Screening Tool among the elderly. *Scientifica (Cairo)* 2017; 2017: 9109783.
 30. Abad L, Caloca O, Mulas F, Ruiz R. Comparación entre el diagnóstico del trastorno por déficit de atención/hiperactividad con el DSM-5 y la valoración neuropsicológica de las funciones ejecutivas. *Rev Neurol* 2017; 64 (Supl 1): S95-100.
 31. Van de Voorde S, Roeyers H, Verté S, Wiersema JR. Working memory, response inhibition and within-subject variability in children with attention-deficit/hyperactivity disorder or reading disorder. *J Clin Exp Neuropsychol* 2010; 32: 366-79.
 32. Willcutt EG, Betjemann RS, McGrath LM, Chhabildas NA, Olson RK, DeFries JC, et al. Etiology and neuropsychology of comorbidity between RD and ADHD: the case for multiple-deficit models. *Cortex* 2010; 46: 1345-61.
 33. International Dyslexia Association. Dyslexia in the classroom: what every teacher needs to know. URL: <http://www.interdys.org/UnlockingDyslexiaPressRelease.htm>. [08.04.2018].
 34. Varvara P, Varuzza C, Sorrentino ACP, Vicari S, Menghini D. Executive functions in developmental dyslexia. *Front Hum Neurosci* 2014; 8: 120.
 35. Vitiello V, Greenfield DB. Executive functions and approaches to learning in predicting school readiness. *J Appl Dev Psychol* 2017; 53: 1-9.
 36. Franco-de-Lima R, Pinheiro P, Alves Salgado C, Maria S. Atención sostenida visual y funciones ejecutivas en niños con dislexia de desarrollo. *Anales de Psicología* 2012; 28: 66-70.
 37. Bull R, Scerif G. Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Dev Psychol* 2001; 19: 273-93.
 38. Friso-Van den Bos I, Van der Ven SHG, Kroesbergen EH, Van Luit JEH. Working memory and mathematics in primary school children: a meta analysis. *Educational Research Review* 2013; 10: 29-44.
 39. Clark CAC, Pritchard VE, Woodward LJ. Preschool executive functioning abilities predict early mathematics achievement. *Dev Psychol* 2010; 46: 1176-91.
 40. Roditi BN, Steinberg J. The strategic math classroom: executive function processes and mathematics learning. In Meltzer L, ed. *Executive function in education*. New York: Guildford Press; 2007. p. 237-61.
 41. Cragg L, Gilmore C. Skills underlying mathematics: the role of executive function in the development of mathematics proficiency. *Trends Neurosci Educ* 2014; 3: 63-8.
 42. Espy KA, McDiarmid MM, Cwik ME, Stalets MM, Hamby A, Senn TE. The contribution of executive functions to emergent mathematic skills in preschool children. *Dev Neuropsychol* 2004; 26: 465-86.
 43. Hayes JR, Flower L. Identifying the organization of writing processes. In Gregg LW, Steinberg ER, comps. *Cognitive processes in writing*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum; 1980. p. 3-30.
 44. Hooper SR, Swartz CW, Wakely MB, De Kruijff RE, Montgomery JW. Executive functions in elementary school children with and without problems in written expression. *J Learn Disabil* 2002; 35: 57-68.
 45. Korzeniowski GC. Desarrollo evolutivo del funcionamiento ejecutivo y su relación con el aprendizaje escolar. *Revista de Psicología* 2011; 7: 8-25.
 46. Toplak ME, West RF, Stanovich KE. Practitioner review: do performance-based measures and ratings of executive function assess the same construct? *J Child Psychol Psychiatry Allied Discip* 2013; 54: 13-43.
 47. Pineda DA, Puerta IC, Aguirre DC, García-Barrera MA, Kamphaus RW. The role of neuropsychologic test in the diagnostic of attention deficit hyperactivity disorder. *Pediatr Neurol* 2007; 36: 373-81.
 48. Gooch D, Thompson P, Nash HM, Snowling MJ, Hulme C. The development of executive function and language skills in the early school years. *J Child Psychol Psychiatry* 2016; 57: 180-7.
 49. Karalunas SL, Bierman KL, Huang-Pollock CL. Test-retest reliability and measurement invariance of executive function tasks in young children with and without ADHD. *J Atten Disord* 2016; Feb 9. [Epub ahead of print].
 50. Schoemaker K, Bunte T, Wiebe SA, Espy KA, Dekovic M, Matthys W. Executive function deficits in preschool children with ADHD and DBD. *J Child Psychol Psychiatry* 2012; 53: 111-9.
 51. Hwang S, White SE, Nolan ZT, Craig Williams W, Sinclair S, Blair RJ. Executive attention control and emotional responding in attention-deficit/hyperactivity disorder – a functional MRI study. *Neuroimage Clin* 2015; 9: 545-54.
 52. Willcutt EG, Pennington BF, Boada R, Ogline JS, Tunick RA, Chhabildas NA, et al. A comparison of the cognitive deficits in reading disability and attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Abnorm Psychol* 2001; 110: 157-72.
 53. Samyn V, Roeyers H, Bijttebier P, Rosseel Y, Wiersema JR. Assessing effortful control in typical and atypical development: are questionnaires and neuropsychological measures interchangeable? A latent-variable analysis. *Res Dev Disabil* 2014; 36: 587-99.
 54. Shuai L, Chan RC, Wang Y. Executive function profile of Chinese boys with attention-deficit hyperactivity disorder: different subtypes and comorbidity. *Arch Clin Neuropsychol* 2011; 26: 120-32.
 55. Van Eylen L, Boets B, Cosemans N, Peeters H, Steyaert J, Wagemans J, et al. Executive functioning and local-global visual processing: candidate endophenotypes for autism spectrum disorder? *J Child Psychol Psychiatry* 2017; 58: 258-69.
 56. Jacobson LA, Ryan M, Martin RB, Ewen J, Mostofsky SH, Denckla MB, et al. Working memory influences processing speed and reading fluency in ADHD. *Child Neuropsychol* 2011; 17: 209-24.

57. Holmes J, Hilton KA, Place M, Alloway TP, Elliott JG, Gathercole SE. Children with low working memory and children with ADHD: same or different? *Front Hum Neurosci* 2014; 9: 976.
58. Pugliese CE, Anthony LG, Strang JF, Dudley K, Wallace GL, Naiman DQ, et al. Longitudinal examination of adaptive behavior in autism spectrum disorders: influence of executive function. *J Autism Dev Disord* 2016; 46: 467-77.
59. Merchán J, Boada L, Del Rey A, Mayoral M, Llorente C, Arango C, et al. Executive function is affected in autism spectrum disorder, but does not correlate with intelligence. *Rev Psiquiatr Salud Ment* 2016; 9: 39-50.
60. Chen SF, Chien YL, Wu CT, Shang CY, Wu YY, Gau SS. Deficits in executive functions among youths with autism spectrum disorders: an age-stratified analysis. *Psychol Med* 2016; 46: 1625-38.
61. Robinson S, Goddard L, Dritschel B, Wisley M, Howlin P. Executive functions in children with autism spectrum disorders. *Brain Cogn* 2009; 71: 362-8.
62. Pellicano E, Kenny L, Brede J, Klaric E, Lichwa H, McMillin R. Executive function predicts school readiness in autistic and typical preschool children. *Cognitive Development* 2017; 43: 1-13.
63. Kenworthy L, Anthony LG, Naiman DQ, Cannon L, Wills MC, Luong-Tran C, et al. Randomized controlled effectiveness trial of executive function intervention for children on the autism spectrum. *J Child Psychol Psychiatry* 2014; 55: 374-83.
64. Hagberg B, Billstedt E, Nydén A, Gillberg C. Asperger syndrome and nonverbal learning difficulties in adult males: self- and parent-reported autism, attention and executive problems. *Eur Child Adolesc Psychiatry* 2015; 24: 969-77.
65. Stephanie D, Julie F. Exploring links between language and cognition in autism spectrum disorders: complement sentences, false belief, and executive functioning. *J Commun Disord* 2015; 54: 15-31.
66. Maister L, Simons JS, Plaisted-Grant K. Executive functions are employed to process episodic and relational memories in children with autism spectrum disorders. *Neuropsychology* 2013; 27: 615-27 [erratum in: *Neuropsychology* 2014; 28: 228].
67. Lukito S, Jones CRG, Pickles A, Baird G, Happé F, Charman T, et al. Specificity of executive function and theory of mind performance in relation to attention-deficit/hyperactivity symptoms in autism spectrum disorders. *Mol Autism* 2017; 9: 60.
68. Han YM, Chan AS. Disordered cortical connectivity underlies the executive function deficits in children with autism spectrum disorders. *Res Dev Disabil* 2017; 61: 19-31.
69. Van Eylen L, Boets B, Steyaert J, Wagemans J, Noens I. Executive functioning in autism spectrum disorders: influence of task and sample characteristics and relation to symptom severity. *Eur Child Adolesc Psychiatry* 2015; 24: 1399-417.
70. Keeler ML, Swanson HL. Does strategy knowledge influence working memory in children with mathematical disabilities? *J Learn Disabil* 2001; 34: 418-34.
71. Barkley RA. The relevance of the still lectures to ADHD: a commentary. *J Atten Disord* 2006; 10: 137-40.
72. Menghini D, Finzi A, Benassi M, Bolzani R, Facoetti A, Giovagnoli S, et al. Different underlying neurocognitive deficits in developmental dyslexia: a comparative study. *Neuropsychologia* 2010; 48: 863-72.
73. Szucs D, Devine A, Soltesz F, Nobes A, Gabriel F. Developmental dyscalculia is related to visuo-spatial memory and inhibition impairment. *Cortex* 2013; 49: 2674-88.
74. Rosenblum S. Inter-relationships between objective handwriting features and executive control among children with developmental dysgraphia. *PLoS One* 2018; 13: e0196098.
75. Martínez M, Quesada MP, Bueno C, Martínez S. Bases neurobiológicas del trastorno del espectro autista y del trastorno por déficit de atención/hiperactividad: diferenciación neural y sinaptogénesis. *Rev Neurol* 2018; 66 (Supl 1): S97-102.
76. Happé F, Booth R, Charlton R, Hughes C. Executive function deficits in autism spectrum disorders and attention-deficit/hyperactivity disorder: examining profiles across domains and ages. *Brain Cogn* 2006; 61: 25-39.
77. Boxhoorn S, Lopez E, Schmidt C, Schulze D, Hänig S, Freitag CM. Attention profiles in autism spectrum disorder and subtypes of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Eur Child Adolesc Psychiatry* 2018; 27: 1433-47.

Executive function deficits and neurodevelopmental disorders in childhood and adolescence

Introduction. Currently, the *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM-5) has new criteria that include a diagnostic reference to neurodevelopmental disorders. Neurodevelopmental disorders are diverse, and even though they are independent diagnostic entities they share common manifestations in people with brain damage or dysfunction of the prefrontal cortex; that is, neurodevelopmental disorders present different alterations in executive functions.

Development. The aim of the present study was to offer an overview of the recent findings on executive functioning in children, adolescents and young adults with different neurodevelopmental disorders: autistic spectrum disorder, attention-deficit/hyperactivity disorder and specific learning disorder. Hence, with this objective, 27 studies from the literature were reviewed. The results indicate a statistically significant association between the dimension of flexibility and attention deficit/hyperactivity disorder (W of Wilcoxon = 123.0; $p = 0.011$), and flexibility with autistic spectrum disorder (W of Wilcoxon = 101.5; $p = 0.003$); and absence of a statistically significant association between the different assessed dimensions and specific learning disorder.

Conclusions. The dimensions of executive functioning are affected to a variable degree in different neurodevelopmental disorders. We can hypothesize that the dimensions that are affected in the different neurodevelopmental disorders can be characterized in terms of the existence of a continuum, and occasionally those dimensions are too complex to establish categorical limits when comparing different neurodevelopmental disorders.

Key words. Attention deficit/hyperactivity disorder. Autism spectrum disorder. Flexibility. Inhibition. Specific learning disorder. Working memory.

Anexo. Estudios analizados: metodología, trastornos del neurodesarrollo y déficits ejecutivos.

	Metodología			Trastornos del neurodesarrollo	Déficits ejecutivos	Instrumentos de evaluación	
	Participantes	Edad (media ± DE) (años)	CI (media ± DE)			Funciones ejecutivas	Inteligencia
Huang et al [11]	N _{DT} = 427 N _{TDAH+TA} = 942 N _{TDAH} = 799 N _{6-8 años} = 1.043 N _{9-11 años} = 870 N _{12-14 años} = 496	Rango: 6-8 Rango: 9-11 Rango: 12-14	CI _{DT} = 112,93 ± 13,87 CI _{TDAH+TA} = 98,66 ± 13,87 CI _{TDAH} = 105,17 ± 14,36	TA TDAH (subtipo combinado)	Inhibición Actualización	<i>Stroop Color-Word Test</i> <i>Trail-Making Test</i> <i>Behavior Rating Inventory of Executive Function</i> (versión padres)	<i>Chinese-Wechsler Intelligence Scale for Children</i>
Gooch et al [48]	N _{DT} = 74 N _{Trast. lenguaje} = 79 N _{TA} = 90	T _{2 meses de estudio} = 4,7 ± 0,3 T _{3 meses de estudio} = 5,7 ± 0,29 T _{4 meses de estudio} = 6,5 ± 0,36	CI = 106,57 ± 19,07	TA (dislexia) Trastorno del lenguaje	Inhibición Atención Memoria visuoespacial	<i>Head Toes Knees and Shoulders</i> <i>Visual Search</i> <i>Block Recall</i> <i>Working Memory Test Battery for Children</i> <i>Go/No-Go Task</i>	<i>Wechsler Preschool and Primary Scales of Intelligence – 3rd edition (Block Design)</i>
Menghini et al [73]	N _{DT} = 65 N _{TA} = 60	Edad _{DT} = 11,94 Edad _{TA} = 11,43	CI _{DT} = no disponible en la versión de texto completa CI _{TA ± Dislexia} = 103 ± 11,28	TA (dislexia)	Planificación Fluidez	<i>Category Fluency Test</i> <i>Wisconsin Card Sorting Test</i>	<i>Wechsler Intelligence Scale for Children</i> <i>Raven Colored Progressive Matrices</i>
Shuai et al [10]	N _{DT} = 88 N _{TDAH} = 44	Edad _{DT} = 8,4 ± 0,8 Edad _{TDAH} = 8,4 ± 0,9	CI _{DT} = 106,4 ± 11,6 CI _{TDAH} = 106,3 ± 12,1	TDAH	Inhibición Memoria de trabajo Planificación	<i>Behavior Rating Inventory of Executive Function</i> <i>Conners' Parent Scale</i> <i>Stroop Color and Word Test</i> <i>Rey-Osterrieth Complex Figure Test</i> <i>Trail Making Test</i> <i>Torre de Hanoi</i> <i>Visual Field Test</i> <i>False-Belief task</i>	<i>Chinese-Wechsler Intelligence Scale for Children-Revised</i>
Hwang et al [51]	N _{DT} = 35 N _{TDAH} = 26	Edad _{DT} = 13,91 ± 2,13 Edad _{TDAH} = 14,53 ± 2	CI _{DT} = 105,06 ± 12,67 CI _{TDAH} = 106,42 ± 13,03	TDAH	Inhibición	<i>Conners' Parenting Score</i>	<i>Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence (2-subtest form)</i>
Karalunas et al [49]	N _{DT} = 44 N _{TDAH} = 63	Rango: 5-6	CI _{DT} = 106,79 ± 9,78 CI _{TDAH} = 97,45 ± 14,5	TDAH	Inhibición Memoria de trabajo	<i>Walk-a-line Slowly Task</i> <i>Peg Tapping Task</i> <i>Head-Toes-Knees-ShouldersTask</i> <i>Choice-Delay Task</i> <i>Go/No-Go Task</i> <i>Backward Word Span Task</i> <i>Finger Windows Task from the Wide Range Assessment of Memory and Learning, Second Edition</i> <i>Dimensional Change Card Sort</i>	<i>Stanford-Binet Intelligence Scale – Fifth Edition (Vocabulary and Matrices)</i>
Pineda et al [47]	N _{DT} = 372 N _{TDAH} = 249	Edad _{DT} = 8,3 ± 1,5 Edad _{TDAH} = 8 ± 1,4	CI > 85	TDAH	Planificación Fluidez Razonamiento	<i>Wisconsin Card Sorting Test-Abbreviated Version</i> <i>Mental Control domain of the Wechsler Memory Scale</i>	Escala completa de CI No disponible el nombre de la escala aplicada en la versión completa

Anexo. Estudios analizados: metodología, trastornos del neurodesarrollo y déficits ejecutivos (cont.).

	Metodología			Trastornos del neurodesarrollo	Déficits ejecutivos	Instrumentos de evaluación	
	Participantes	Edad (media \pm DE) (años)	CI (media \pm DE)			Funciones ejecutivas	Inteligencia
Jacobson et al [56]	N _{DT} = 21 N _{TDAH} = 41	Edad _{DT} = 11,46 \pm 1,63 Edad _{TDAH} = 10,97 \pm 1,41	CI _{DT} = 105,66 \pm 11,88 CI _{TDAH} = 91,7 \pm 12,2	TDAH	Inhibición Memoria de trabajo Fluidez Velocidad de procesamiento de la información	Wechsler Intelligence Scale for Children-Fourth Edition-I Digit Span Backward Wechsler Intelligence Scale for Children-Fourth Edition-I Letter-Number Sequencing Simple Reaction Time and Go/No-Go Tests Rapid Automatized Naming	Wechsler Intelligence Scale for Children-Fourth Edition. General Ability Index score
Willcutt et al [52]	N _{DT} = 121 N _{TA} = 93 N _{TDAH} = 52 N _{TDAH + TA} = 48	Rango: 8-16	CI > 70	TA (dificultades de lectura) TDAH	Inhibición Memoria de trabajo	Wisconsin Card Sorting Test Contingency Naming Test Continuous Performance Test Stopping Task Sentence Span Task Counting Span Task Trail Making Test Stroop Color and Word Test	Wechsler Intelligence Scale for Children
Samyn et al [53]	N _{DT} = 148 N _{TDAH} = 30 N _{TEA} = 31	Edad _{DT} = 12,73 \pm 1,48 Edad _{TEA} = 12,83 \pm 1,41 Edad _{TDAH} = 13,16 \pm 1,61	CI _{DT} = 107,21 \pm 11,68 CI _{TDAH} = 108,20 \pm 12,63 CI _{TEA} = 101,16 \pm 12,48	TDAH TEA	Inhibición Atención	Go/No-Go Task Animal Stroop Task Focused Attention Task Shifting Attention Task-Auditory	Wechsler Intelligence Scale for Children-Third Edition: Vocabulary, Similarities, Picture Arrangement and Block Design
Schoemaker et al [50]	N _{DT} = 56 N _{TDAH} = 61 N _{Trastorno del comportamiento} = 33 N _{TDAH + Trastorno del comportamiento} = 52	Edad _{DT} = 4,6 \pm 0,6 Edad _{TDAH} = 4,6 \pm 0,61 Edad _{Trastorno del comportamiento} = 4,3 \pm 0,7 Edad _{TDAH + Trastorno del comportamiento} = 4,51 \pm 0,56	CI _{DT} = 111,65 \pm 10,32 CI _{TDAH} = 101,29 \pm 12 CI _{Trastorno del comportamiento} = 101,89 \pm 10,9 CI _{TDAH + Trastorno del comportamiento} = 99,76 \pm 11,61	TDAH Trastorno del comportamiento	Inhibición Memoria de trabajo	Go/No-Go Task Modified Snack Delay Shape School – Inhibit Condition (computarizada) Nine Boxes and Delayed Alternation	Raven Colored Progressive Matrices
Shuai et al [54]	N _{DT} = 375 N _{TDAH} = 125	Rango: 6-15	CI < 80	TDAH	Inhibición Memoria de trabajo Flexibilidad Planificación Fluidez	Stroop Color and Word Test Rey-Osterrieth Complex Figure Test Trail Making Test Torre de Hanoi Verbal Fluency Test	Wechsler Intelligence Scale for Chinese Children-Revised
Han y Chan [68]	N _{DT} = 30 N _{TEA} = 30	Rango: 8-17	CI _{DT} = 109,8 \pm 11,59 CI _{TEA de alto desarrollo} = 105,2 \pm 21,61 CI _{TEA de bajo desarrollo} = 50,3 \pm 12,73	TEA	Inhibición Flexibilidad Planificación	D2 test of concentration Five point test (5-point) Children's Color Trail Test Tower of California Test Go/No-Go Task	Wechsler Intelligence Scale for Children-Third Edition, short form Stanford-Binet Intelligence Scale – Fourth Edition
Pugliese et al [58]	N _{TEA con discapacidad intelectual} = 64	8,43 \pm 2,29	CI _{TEA} = 107,03 \pm 19,83	TEA con discapacidad intelectual	Autorregulación	Behavior Rating Inventory of Executive Function	Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence

Anexo. Estudios analizados: metodología, trastornos del neurodesarrollo y déficits ejecutivos (cont.).

	Metodología			Trastornos del neurodesarrollo	Déficits ejecutivos	Instrumentos de evaluación	
	Participantes	Edad (media ± DE) (años)	CI (media ± DE)			Funciones ejecutivas	Inteligencia
Van Eylen et al [69]	N _{DT} = 50 N _{TEA} = 50	Rango: 8-18	CI _{DT} = 107,72 ± 9,3 CI _{TEA} = 104,32 ± 10,83	TEA	Inhibición Memoria de trabajo Flexibilidad Planificación Velocidad de procesamiento de la información	Go/No-Go Task Flanker Task Wisconsin Card Sorting Test Switch Task Design fluency Test Spatial Working Memory Test (CANTAB) Search strategy Spatial Span Test (Wechsler Nonverbal Scale of Ability - Nederlandstalige bewerking) Tower test (Delis-Kaplan Executive Function System) Behavior Rating Inventory of Executive Function	Dutch-Wechsler Intelligence Scale for Children – 3rd edition/Dutch-Wechsler Adult Intelligence Scale – 3rd edition
Hagberg et al [64]	N _{TEA} = 68	Rango: 16- 36,5 DE: 4,7	CI _{TEA Persistent nonverbal learning difficulties} = 96,50 ± 18,30 CI _{TEA Childhood 'only' non verbal learning difficulties} = 102,1 ± 14,5 CI _{TEA Never nonverbal learning difficulties} = 99,4 ± 17,5	TA (dificultades de aprendizaje no verbal) TEA	Inhibición Memoria de trabajo Atención	Dysexecutive Syndrome Questionnaire	Wechsler Adult Intelligence Scale-Third Edition
Merchán et al [59]	N _{DT} = 32 N _{TEA} = 23	Edad _{DT} = 12,9 ± 2,5 Edad _{TEA} = 12,5 ± 2,5	CI _{DT} = 106,81 ± 11,02 CI _{TEA} = 99,2 ± 18,81	TEA (sin discapacidad intelectual)	Inhibición Memoria de trabajo Flexibilidad Atención	Wechsler Adult Intelligence Scale-Third Edition (dígitos directos, dígitos inversos, letras y números) Trail Making Test (partes A y B) Wisconsin Card Sorting Test Continuous Performance Test-II Test de palabras y colores Stroop	Wechsler Adult Intelligence Scale-Third Edition Wechsler Adult Intelligence Scale-revised (WISC-R) En el grupo con _{TEA} se aplicó la escala completa En el grupo con _{DT} se emplearon los subtests: vocabulario y cubos
Stephanie y Julie [65]	N _{DT} = 32 N _{TEA} = 17	Rango: 4-9	CI _{DT} = 84,4 ± 21,3 CI _{TEA} = 77,8 ± 27,2	TEA	Inhibición Flexibilidad	Computerized version of the Dimensional Change Card-Sorting Task	Raven's Progressive Matrices
Van Eylen et al [55]	N _{DT} = 100 N _{TEA} = 113	Grupo niños: Edad _{DT} = 12,86 ± 2,89 Edad _{TEA} = 12,9 ± 2,98 Grupo adultos: Edad _{DT} = 45,43 ± 5,66 Edad _{TEA} = 44,04 ± 4,6	CI _{DT} = 110,58 ± 10,75 CI _{TEA} = 109,08 ± 13,1	TEA	Inhibición Flexibilidad Fluidez	Go/No-Go task Flanker task Wisconsin Card Sorting Test Switch Task Uso de tareas de objetos Delis-Kaplan Executive Function System Spatial working memory test (CANTAB) Spatial span test (Wechsler Nonverbal Scale of Ability - Nederlandstalige bewerking) Tower test (Delis-Kaplan Executive Function System) Behavior Rating Inventory of Executive Function	Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence

Anexo. Estudios analizados: metodología, trastornos del neurodesarrollo y déficits ejecutivos (cont.).

	Metodología			Trastornos del neurodesarrollo	Déficits ejecutivos	Instrumentos de evaluación	
	Participantes	Edad (media \pm DE) (años)	CI (media \pm DE)			Funciones ejecutivas	Inteligencia
Chen et al [60]	8-12 años N _{DT} = 63 N _{TEA} = 53	Grupo 8-12 años: Edad _{DT} = 10,65 \pm 1,31 Edad _{TEA} = 9,96 \pm 1,37	Grupo 8-12 años: CI _{DT} = 114,94 \pm 8,92 CI _{TEA} = 108,58 \pm 15,97	TEA	Memoria de trabajo Planificación	CANTAB computerized	Wechsler Intelligence Scale for Children-Third Edition (Digit Span)
	13-18 años N _{DT} = 51 N _{TEA} = 58	Grupo 13-18 años: Edad _{DT} = 14,41 \pm 1,42 Edad _{TEA} = 14,72 \pm 1,53	Grupo 13-18 años: CI _{DT} = 109,92 \pm 9,54 CI _{TEA} = 107,07 \pm 12,83				
Robinson et al [61]	N _{DT} = 54 N _{TEA} = 54	Edad _{DT} = 12,08 \pm 2,3 Edad _{TEA} = 12,53 \pm 2,8	CI _{DT} = 104,8 \pm 9,07 CI _{TEA} = 103,53 \pm 10,54	TEA	Inhibición Flexibilidad Planificación Automonitorización	Torre de Londres Wisconsin Card Sorting Task Stroop Junior Hayling Test Verbal Fluency	Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence
Maister et al [66]	N _{DT} = 14 N _{TEA} = 14	Edad _{DT} = 12,1 \pm 0,6 Edad _{TEA} = 12,2 \pm 0,1	Experimento 1: CI _{DT} = 46,4 \pm 7,4 CI _{TEA} = 43,9 \pm 6,4 Experimento 2: CI _{DT} = 44,3 \pm 6,3 CI _{TEA} = 41,6 \pm 8,3	TEA	Memoria relacional	Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery Intra-Extra Dimensional A phonemic verbal fluency task and a semantic verbal fluency task Stroop task	Raven's Standard Progressive Matrices
Pellicano et al [62]	N _{DT} = 30 N _{TEA} = 30	Edad _{DT} = 4,41 \pm 0,87 Edad _{TEA} = 4,43 \pm 1,01	CI _{Verbal_DT} = 101,87 \pm 11,01 CI _{Verbal_TEA} = 96,53 \pm 15,52 CI _{Manipulativo_DT} = 102,33 \pm 12,63 CI _{Manipulativo_TEA} = 101,63 \pm 14,97	TEA	Inhibición Memoria de trabajo Flexibilidad	Dimensional Change Card Sort Corsi Blocks Task Less is More Task	Wechsler Preschool and Primary Scales of Intelligence – 3rd edition
Lukito et al [67]	N _{TEA} = 100	Rango: 10-12	CI _{TEA} = 84,3 \pm 18	TEA	Inhibición Memoria de trabajo Flexibilidad Planificación Actualización	Opposite Worlds, part of the Test of Everyday Attention for Children and Luria Hand Game Trail Making Test Card sorting task	Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence
Kenworthy et al [63]	N _{TEA} = 67	Edad _{TEA participante en UOT} = 9,49 \pm 1 Edad _{TEA participante en SS} = 9,58 \pm 1,1	CI _{TEA_UOT} = 108,8 \pm 18,52 CI _{TEA_SS} = 107,63 \pm 17,2	TEA (nivel de funcionamiento alto)	Flexibilidad Planificación	Behavior Rating Inventory of Executive Function Change Task	Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence
Boxhoorn et al [77]	N _{DT} = 22 N _{TEA} = 23 N _{TDAH-Inatento} = 23 N _{TDAH-Combinado} = 52	Edad _{DT} = 9,77 \pm 2,4 Edad _{TEA} = 10,04 \pm 2,3 Edad _{TDAH-Inatento} = 9,91 \pm 1,8 Edad _{TDAH-Combinado} = 9,76 \pm 1,8	CI _{DT} = 112 \pm 13 CI _{TEA} = 104,96 \pm 18,3 CI _{TDAH-Inatento} = 98,17 \pm 12,2 CI _{TDAH-Combinado} = 102,33 \pm 11,2	TDAH TEA	Atención Control/supervisión	Child Behaviour Checklist	Escala completa de CI No disponible el nombre de la escala aplicada

Anexo. Estudios analizados: metodología, trastornos del neurodesarrollo y déficits ejecutivos (*cont.*).

	Metodología			Trastornos del neurodesarrollo	Déficits ejecutivos	Instrumentos de evaluación	
	Participantes	Edad (media \pm DE) (años)	CI (media \pm DE)			Funciones ejecutivas	Inteligencia
Happé et al [76]	N _{DT} = 32	Edad _{DT} = 11,2 \pm 2	CI _{DT} = 106,8 \pm 13,4	TA	Memoria de trabajo	<i>Go/No-Go Task</i>	<i>Wechsler Intelligence</i>
	N _{TEA} = 32	Edad _{TEA} = 10,9 \pm 2,4	CI _{TEA} = 99,7 \pm 18,7	TEA	Flexibilidad	<i>Verbal fluency: FAS</i>	<i>Scale for Children-Third</i>
	N _{TDAH} = 30	Edad _{TDAH} = 11,6 \pm 1,7	CI _{TDAH} = 99,1 \pm 17,7		Planificación	<i>Verbal fluency: categories</i> <i>Design fluency</i> <i>CANTAB intradimensional/extradimensional</i> <i>CANTAB stockings of Cambridge</i> <i>CANTAB spatial working memory</i>	<i>Edition</i>

CANTAB: *Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery*; CI: cociente intelectual; DE: desviación estándar; DT: desarrollo típico; SS: *Social Skills Intervention*; TA: trastorno específico del aprendizaje; TDAH: trastorno por déficit de atención/hiperactividad; TEA: trastorno del espectro autista; UOT: *Unstuck and On Target*.