

Entrenamiento ejecutivo en población infantil con trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH): Una revisión sistemática

Leticia Curiel-García^{1,2}, Patricia Mateos-Gordo^{2,3}, Anna Carballo-Márquez⁴ y Esperanza Vergara-Moragues^{3,5}

¹ Educational support. European School of Brussels III. Bruselas, Bélgica

² Departamento de Psicobiología y Metodología en Ciencias del Comportamiento. Universidad Complutense de Madrid (UCM), Madrid, España

³ Grupo de Investigación en Neuroeducación y Desarrollo (NEUROEDUDE), Universidad Complutense de Madrid (UCM), España

⁴ Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Internacional de Cataluña, Sant Cugat del Vallès, España

⁵ Departamento de Psicología, Universidad de Cádiz, Cádiz, España

Executive training in children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD): A systematic review

Abstract: The aim of this systematic review was to examine randomized clinical trial (RCT) studies that evaluate non-pharmacological interventions to improve executive functions in children with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) without comorbidity. A systematic search of the literature was conducted using PubMed, ERIC, Web of Science, PyscINFO, Dialnet and Cochrane. A total of 948 published studies were identified and 15 of them were included in the review. All executive training programs for this population were examined and the most effective interventions were found to be based on cognitive training programs. Interventions based on physical exercise and neurofeedback were also found. These programs can improve not only executive components, but also other variables related to daily functioning.

Keywords: ADHD; executive functions; cognitive training; physical exercise; neurofeedback.

Resumen: El objetivo de esta revisión sistemática fue examinar los estudios de ensayo clínico aleatorizado (ECA) que valoran las intervenciones no farmacológicas para la mejora de las funciones ejecutivas en población infantil con trastorno por déficit de atención/hiperactividad (TDAH) sin comorbilidad. Se realizó una búsqueda sistemática de la literatura a través de PubMed, ERIC, Web of Science, Dialnet, PyscINFO y Cochrane. Se localizaron 948 trabajos y en la revisión se incluyeron un total de 15 estudios publicados. Se examinaron todos los programas de entrenamiento ejecutivo para esta población y se encontraron que las intervenciones más efectivas estaban basadas en programas de entrenamiento cognitivo. Se encontraron también intervenciones basadas en ejercicio físico y en neurofeedback. Estos programas no sólo pueden mejorar componentes ejecutivos sino otras variables relacionadas con el funcionamiento diario.

Palabras clave: TDAH; funciones ejecutivas; entrenamiento cognitivo; ejercicio físico; neurofeedback.

Introducción

El trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) es el trastorno del neurodesarrollo más fre-

cuenta entre la población infantil con una prevalencia mundial de alrededor del 9% en población con edades comprendidas entre los 5 y 17 años (Wong y Landes, 2022). Se trata de un trastorno crónico de etiología múltiple (genética, factores no hereditarios e interacción con factores ambientales) en el que también interviene la epigenética (Banaschewski et al., 2017). En la actualidad no se dispone de ningún marcador biológico o neuropsicológico que permita detectar el TDAH, siendo su

Recibido: 9 de mayo de 2023; aceptado: 15 de mayo de 2024.
 Correspondencia: Esperanza Vergara-Moragues, Facultad de Psicología, Universidad de Cádiz, c/ República Saharaui, 12, 11519 Puerto Real (Cádiz, España). Correo-e: esperanza.vergara@uca.es

diagnóstico exclusivamente clínico. Las principales clasificaciones diagnósticas coinciden en que la sintomatología principal del TDAH pasa por la presencia de tres aspectos nucleares: la inatención, la hiperactividad y la impulsividad (American Psychiatric Association [APA], 2013; Organización Mundial de la Salud [OMS], 2018).

En el TDAH intervienen diversos procesos neuropsicobiológicos estrechamente relacionados entre sí, entre los que destaca el sistema ejecutivo. El sistema ejecutivo depende principalmente del funcionamiento de la corteza prefrontal, así como de un conjunto de estructuras neuroanatómicas interconectadas e interdependientes que regulan una serie de procesos psicológicos responsables del control consciente y voluntario de la conducta humana, llamadas comúnmente como funciones ejecutivas (Diamond, 2013). Diversos estudios han observado que estas funciones intervienen de forma crítica en el aprendizaje, la adaptación escolar y el rendimiento académico (Cortés-Pascual et al., 2019), siendo un factor de pronóstico más determinante incluso que el cociente de inteligencia, el nivel lector o matemático al inicio de la escolaridad (Morrison et al., 2010). En el TDAH las áreas cerebrales relacionadas con el funcionamiento ejecutivo presentan alteraciones tanto estructurales como funcionales mostrando un déficit en el control de los circuitos fronto-estriado-tálamo-corticales. Algunos estudios lo relacionan con una menor disponibilidad de receptores de dopamina en estas regiones del cerebro implicando una menor actividad cerebral y reactividad a los estímulos (De la Peña et al., 2021). En este sentido, el TDAH se presentaría como una alteración en el neurodesarrollo que provocaría una disfunción frontoestriada afectando al rendimiento ejecutivo, como déficits en inhibición conductual, memoria de trabajo, atención, autorregulación de la motivación, flexibilidad cognitiva o planificación/organización (Rubiales et al., 2017). Esta condición de deterioro ejecutivo podría ser el origen de una gran variedad de dificultades detectadas en los niños con TDAH tales como una incorrecta ejecución en la resolución de problemas, un déficit en la autorregulación emocional o alteraciones en las competencias sociales (Bonilla-Santos et al., 2019; Landínez-Martínez et al., 2022; Navarro y García-Villamizar, 2011). Asimismo, la investigación pone en evidencia cómo en la edad escolar un déficit ejecutivo afecta claramente a la función adaptativa de la persona tanto en lo relativo a la regulación de la conducta (manifiesta y mental) como en el desarrollo social y en los procesos de aprendizaje (Monette et al., 2011).

En la actualidad, el tratamiento del TDAH puede ser tanto farmacológico, con fármacos como el metilfenidato, la dextroanfetamina y la atomoxetina (Cortese et al., 2018); como de índole psicológica con intervenciones

basadas en terapia cognitivo-conductual, terapia dialéctica conductual, enfoques basados en la atención plena, terapia de juego combinada, intervención con narración de cuentos, entrenamiento parental o tratamiento de neuroestimulación (Karbasi et al., 2023; Wakelin et al., 2023). No obstante, en el ámbito de la psicología siempre es interesante investigar otros tratamientos no farmacológicos que añadan evidencias científicas a los ya consolidados (Landínez et al., 2022). Desde esta perspectiva, y sobre la base de la evidencia de la plasticidad cerebral, han ido surgiendo numerosos trabajos que investigan distintos programas de entrenamiento ejecutivo (Diamond y Ling, 2016) basados en la idea de que las redes cerebrales afectadas en el TDAH pueden fortalecerse, mejorando los procesos cognitivos asociadas a ellas, y reduciendo así su sintomatología (Cortese et al., 2018). En este sentido, existen trabajos que han intentado analizar el impacto del entrenamiento ejecutivo en personas con TDAH, pero sólo se centran en un tipo de intervención como p.ej., el entrenamiento cognitivo (Cortese et al., 2018), el ejercicio físico (Liang et al., 2021), el neurofeedback (Van Doren et al., 2019) o en el estudio de la eficacia del tratamiento en relación a un único componente ejecutivo, como p.ej., la memoria de trabajo (Landínez et al., 2022).

En resumen, y hasta dónde se conoce, no se dispone de una revisión sistemática de estudios de ensayos clínicos aleatorizados (ECAs) relacionada con resultados globales y jerarquizados que recojan la eficacia de los distintos programas de entrenamiento ejecutivo desarrollados, ni sobre qué componente o componentes ejecutivos son más susceptibles de mejora, y qué sucede con la transferencia y generalización de resultados a medio y a largo plazo. Por ello, el objetivo primario de esta revisión sistemática fue evaluar la mejora de las funciones ejecutivas en población infantil menor de 13 años con TDAH, y sin comorbilidad psicopatológica, a través de programas de intervención no farmacológicos basados en ECAs. Como objetivo secundario del trabajo se planteó comprobar si la mejora en el rendimiento ejecutivo se reflejaba en la reducción de la sintomatología del TDAH y/o en otras variables clínicas y educativas como la competencia social.

Método

Este trabajo se ha realizado de acuerdo con las recomendaciones de la Declaración *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) para la realización de revisiones sistemáticas (Page et al., 2021). Asimismo, la pregunta de investigación se formuló en base al formato PICO (Participantes: menores de 13 años con diagnóstico de TDAH en base a crite-

rios de DSM o CIE y en ausencia de comorbilidad; Intervenciones: ECAs que analizaran el impacto en el funcionamiento ejecutivo; Comparaciones: estudios con un diseño cuantitativo con un grupo control y asignación aleatoria; Resultados: el efecto de la intervención evaluada, antes y después de la misma, con una medición cognitiva/conductual del funcionamiento ejecutivo válida (Higgins y Green, 2011). Se incluyeron todos los estudios encontrados hasta el momento que siguieran estos criterios hasta la actualidad. La última búsqueda se realizó el 5 de enero de 2024.

Los descriptores utilizados para la realización de la revisión sistemática fueron “attention deficit hyperactivity disorder”, “ADHD”, “executive function”, “children” OR “child”, “training program”. Estos descriptores se utilizaron también en español y francés. Se utilizaron los operadores booleanos “AND” y “OR”. Se consultaron también las referencias bibliográficas de otras revisiones sistemáticas o metaanálisis del contenido de la revisión, o de los ECAs previamente localizados. Asimismo, se buscó por el nombre de los autores que investigan sobre el tema. Para realizar la búsqueda se consultaron distintas bases de datos para controlar el sesgo de publicación, localizando artículos que podrían perderse utilizando una única fuente: PubMed, ERIC, Web of Sciences, Dialnet, PyscINFO y Cochrane. Para poder localizar literatura inédita y reducir el riesgo de sesgo en el análisis de resultados de las revisiones sistemáticas, se consultaron las bases de datos Teseo, Google Scholar, la Société des Neurosciences, Persée et la web de Société Française de Neurologie.

Para procurar el análisis del impacto sobre una población clínicamente homogénea, los criterios de inclusión de la revisión fueron ECAs dirigidos a la mejora de las funciones ejecutivas en una población infantil menor de 13 años con diagnóstico de TDAH realizado en base a los criterios CIE o DSM en cualquier de sus versiones, y en ausencia de comorbilidad psicopatológica. Del mismo modo, los estudios debían responder a un diseño ECA, empleando como grupo comparativo un grupo control (activo o pasivo) que no recibiera la intervención analizada. Se seleccionaron resultados de estudios que evaluaran el impacto en el funcionamiento ejecutivo (a nivel global, incluso si el trabajo añadía la atención, o específico, si el trabajo dirigía la intervención a algún componente ejecutivo en particular). El efecto de la intervención debía evaluarse con una medición cognitiva/conductual de las funciones ejecutivas válida (computarizada o mediante lápiz y papel) y debía contener medidas previas y posteriores a la intervención. Finalmente, se escogieron estudios publicados en inglés, francés o español. Los criterios de exclusión empleados fueron,

además de aquellos contrarios a los criterios de inclusión, los que seguían procedimientos no empíricos (informes de casos, tesis doctorales, revisiones sistemáticas, metaanálisis, artículos teóricos o capítulos de libros) y/o estudios sin grupo del control comparativo o cuyo grupo control era población con desarrollo típico. También se excluyeron los trabajos centrados en los efectos de intervenciones que no estuvieran dirigidas a la mejora del funcionamiento ejecutivo como objetivo principal, así como los que evaluaban resultados mediante informes subjetivos, además de los trabajos publicados en otros idiomas distintos al inglés, francés o español. Por último, los trabajos que se centraron en el estudio de la atención de manera única y sin incluir al funcionamiento ejecutivo fueron, asimismo, descartados.

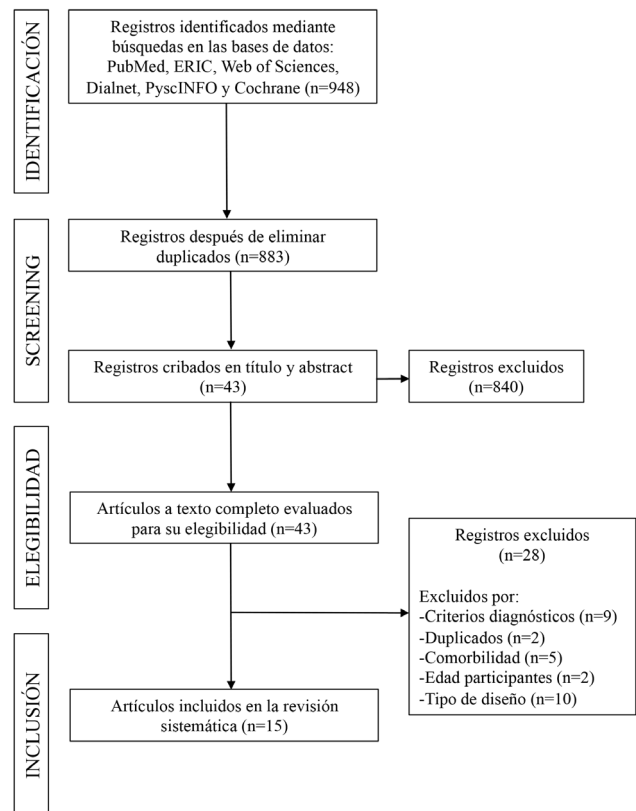


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de selección de los estudios incluidos.

Resultados

Tal como se observa en la Figura 1, la primera búsqueda arrojó 948 trabajos en todos los motores de búsqueda consultados (883 tras la eliminación de duplicados). Tras la lectura de los títulos y resúmenes, el número de artículos potencialmente elegibles se redujo a

43 que fueron leídos en su totalidad y sometidos a una revisión de 3 personas expertas en la materia para determinar su elegibilidad (todas las personas expertas debían aceptar cada artículo). 28 trabajos fueron excluidos por no cumplir alguno de los criterios de inclusión o cumplir algunos de los de exclusión del estudio. Se localizaron 2 trabajos idénticos a otros incluidos (Steiner et al., 2014b); quienes, pese a presentar títulos y resumen diferentes, recogían hallazgos del mismo trabajo de in-

vestigación (Dovis et al., 2015; Steiner et al., 2014a), por lo que fueron excluidos. De los estudios incluidos en la revisión, dos artículos (Qian et al., 2017; Qian et al., 2021) eran una continuidad en el trabajo de investigación respondiendo a la intención de los autores de analizar el impacto obtenido tras una doble intervención, así como la transferencia de los resultados obtenidos. Finalmente, un total de 15 estudios fueron incluidos, conformando la base del presente trabajo.

Tabla 2. Programas de entrenamiento ejecutivo desarrollados

Estudio	Programa de entrenamiento	Número de sesiones	Duración de la sesión	Frecuencia (sesiones/semana)
Benzing et al. (2018)	Ejercicio físico	8	15 min.	3
Bigorra et al. (2016)	Entrenamiento cognitivo: RoboMemo®	25	30 – 45 min.	5
Dovis et al. (2015)	Entrenamiento cognitivo: Braingame Brian	25	25 – 50 min.	No indicado
Egeland et al. (2013)	Entrenamiento cognitivo: RoboMemo®	25 - 35	30 – 45 min.	5
Estrada-Plana et al. (2019)	Entrenamiento cognitivo: Juegos de mesa	5	60 min.	1
Kermani et al. (2016)	Entrenamiento cognitivo: Juegos dirigidos	24	60 min.	2
Klingberg et al. (2005)	Entrenamiento cognitivo: Robomemo®	Sesiones en casa siguiendo un cd con el programa		
Nejati y Derakhsan. (2021)	Ejercicio físico con demanda cognitiva: EXCIR	12 - 15	40 – 50 min.	3
Nejati et al. (2023)	Entrenamiento cognitivo: AMIN	21 ejercicios de papel y boli de dificultad progresiva. Cada ejercicio se compone de 20 etapas		
Qian et al. (2017)	Entrenamiento cognitivo: Entrenamiento en habilidad ejecutiva basado en Dawson y Guare (2010)	12	60 min.	1
Qian et al. (2021)	Entrenamiento cognitivo: EEST - Segunda dosis	12	60 min.	1
Steiner et al. (2014a)	Entrenamiento cognitivo y Neuro-feedback	40	45 min.	3
Tamm et al. (2015)	Entrenamiento cognitivo: Actividades grupales para niños y sesiones de formación para los progenitores	8	60 min. (sesión 1: 2h)	1
Van der Oord et al. (2014)	Entrenamiento cognitivo: Braingame Brian	25	40 min.	5
Van Dongen-Boomsma et al. (2014)	Entrenamiento cognitivo: Cogmed	25	15 min.	5

Nota. AMIN: Active Memory Intervention; EXCIR: Exercise for Cognitive Improvement and Rehabilitation; EEST: Ecological Executive Skills Training.

Las publicaciones seleccionadas fueron analizadas en base al tamaño de la muestra, grupo de edad, si recibieron tratamiento farmacológico y según el tipo de programa de intervención propuesto. Del total de estudios incluidos ($n = 15$), 11 estudios incluyeron un tamaño de muestra mayor a 30 participantes (73.33% del total), y 4 trabajos fueron realizados con muestras de 30 niños o menos (ver Tabla 1).

A partir de la lectura y análisis de los artículos, se realizó una síntesis narrativa de cada uno de los trabajos incluidos y se agruparon por tipo de programa de intervención, número de sesiones, duración de cada una y frecuencia de las mismas (ver Tabla 2).

De los artículos incluidos en la revisión, 12 fueron los estudios que analizaban intervenciones con entrenamiento cognitivo, 2 las investigaciones basadas en el ejercicio físico y 1 incorporó intervención basada en neurofeedback y complementada por entrenamiento cognitivo. Todos los estudios correspondían a ECAs de intervenciones enfocadas a la mejora ejecutiva en población con diagnóstico de TDAH, menor de 13 años, aunque también se analizó si las intervenciones realizadas mostraron hallazgos en una reducción de la sintomatología TDAH y/o en otras variables clínicas y educativas tales como la competencia social o el rendimiento académico (ver Tabla 3).

Tabla 3. Tipos de tareas y componentes ejecutivos entrenados en los distintos estudios

Estudio	Programa de entrenamiento	Tipos de tarea	Componentes ejecutivos entrenados
Benzing et al. (2018)	Ejercicio físico	Juego de ejercicio "Shape up" de la consola Xbox Kinect: "Beatmaster training quest" que consta de 6 ejercicios diferentes controlados por el usuario mediante sus movimientos corporales (Waterfall Jump, Stunt Run, Derby Skat, Squat Me To The Moon, Volcano Skate y Slalom Grove).	Inhibición, flexibilidad cognitiva, memoria de trabajo visual
Bigorra et al. (2016)	Entrenamiento cognitivo: RoboMemo®	Tareas de memoria de trabajo visoespacial, auditiva y de ubicación, así como el seguimiento de objetos visuales en movimiento. El nivel de dificultad se ajusta automáticamente al rendimiento de cada participante, generando así tareas desafiantes durante toda la fase de entrenamiento.	Memoria de trabajo
Dovis et al. (2015)	Entrenamiento cognitivo: Braingame Brian	Programa por ordenador cuyo personaje principal se llama Brian. En cada sesión el jugador puede crear inventos completando dos bloques de tres tareas de entrenamiento cada uno: la primera de memoria de trabajo (utilizada para dibujar un plano del invento), la segunda tarea de flexibilidad cognitiva y la tercera de inhibición que se presentan en orden cambiante.	Memoria de trabajo visoespacial, la inhibición y la flexibilidad cognitiva
Egeland et al. (2013)	Entrenamiento cognitivo: RoboMemo®	13 ejercicios adaptativos seleccionados mediante un algoritmo que ajusta continuamente el nivel de dificultad de cada ejercicio según el rendimiento del niño. 9 de las tareas se presentan en formato visual y 4 lo hacen en soporte auditivo. Cada cinco días, se introdujeron nuevas tareas de entrenamiento.	Memoria de trabajo
Estrada-Plana et al. (2019)	Entrenamiento cognitivo: Juegos de mesa	Se utilizan un total de 5 juegos de mesa que trabajan el proceso de actualización lingüística de la memoria de trabajo y la actualización de información visoespacial. Los juegos de mesa utilizados son los siguientes: sesión 1, Alles Tomate! y Spooky Stairs; sesión 2, Out of Mine! y Chicken Cha Cha Cha; sesión 3, Spooky Stairs y Alles Tomate!; sesión 4, Chicken Cha Cha Cha y Out of Mine!; y sesión 5, Alles Kanone!	Memoria de trabajo visoespacial
Kermani et al. (2016)	Entrenamiento cognitivo: Juegos dirigidos	20 conjuntos de juegos dirigidos. Se capacita a los padres para que se familiaricen con el método de jugar los juegos en casa, supervisando y alentando a sus hijos para activar su proceso de pensamiento. Se comienza por juegos de nivel fácil y se continúa gradualmente a los más difíciles para motivar al niño a continuar con los juegos.	Memoria de trabajo

Tabla 3. Tipos de tareas y componentes ejecutivos entrenados en los distintos estudios

Estudio	Programa de entrenamiento	Tipos de tarea	Componentes ejecutivos entrenados
Klingberg et al. (2005)	Entrenamiento cognitivo: Robomemo®	Tareas de memoria de trabajo visoespacial (recordar la posición de objetos en una cuadrícula de 4x3) así como tareas verbales (recordar fonemas, letras o dígitos). Las respuestas se realizan haciendo clic en pantallas con el ratón de la computadora. Los niños realizan 90 ensayos de memoria de trabajo en cada día de entrenamiento.	Memoria de trabajo
Nejati y Derakhshan. (2021)	Ejercicio físico con demanda cognitiva: EXCIR	12 ejercicios con demandas cognitivas progresivas en 10 niveles.	Flexibilidad cognitiva, inhibición y memoria de trabajo
Nejati et al. (2023)	Entrenamiento cognitivo: AMIN	21 tareas progresivas, variables y graduadas realizadas en papel y lápiz para un entrenamiento integral de todos los componentes de la memoria de trabajo. Cada tarea tiene 20 etapas con diferentes niveles de dificultad basados en la lógica de la función objetivo. Todas las tareas se presentaron en dos modalidades auditivas/visuales. El rendimiento en cada etapa fue la base para la progresión o repetición de la misma etapa.	Memoria de trabajo
Qian et al. (2017)	Entrenamiento cognitivo: Entrenamiento en habilidad ejecutiva basado en Dawson y Guare (2010)	El programa de entrenamiento basado en el “entrenamiento de habilidades ejecutivas”: actividades estructuradas y estrategias diseñadas para desarrollar y fortalecer las habilidades ejecutivas, mejorando así el rendimiento académico, social y conductual de los participantes.	No especifica: indica funciones ejecutivas
Qian et al. (2021)	Entrenamiento cognitivo: EEST - Segunda dosis	Cada sesión consta de tres partes consecutivas, cada una con una duración de cuarenta minutos: 1ª programa de entrenamiento para el niño; 2ª grupo de autoayuda para padres (se llevan a cabo en paralelo) para brindarse apoyo mutuo; 3. grupo de entrenamiento de padres en comportamiento y tiene como objetivo ayudar a los padres a aprender a utilizar estrategias conductuales para monitorear y reforzar la práctica de las habilidades ejecutivas de sus hijos en la vida cotidiana.	No especifica: indica funciones ejecutivas
Steiner et al. (2014a)	Entrenamiento cognitivo (EC) y neurofeedback (NF)	EC: Protocolo estandarizado con 14 ejercicios diferentes apropiados para la edad, que se realizan de manera rotativa incorporando habilidades de seguimiento visual, tiempo de reacción, control de inhibición y memoria de trabajo. Los ejercicios son tanto auditivos como visuales, y los usuarios pueden diseñar sus propios protocolos de ejercicio personalizados. NF: entrena al niño para aumentar las ondas beta y suprimir las ondas theta. Este sistema utiliza sensores EEG que están incorporados en un casco de bicicleta de apariencia típica, sin necesidad de gel conductor, facilitando significativamente su implementación a gran escala en niños.	Memoria de trabajo
Tamm et al. (2015)	Entrenamiento cognitivo: Actividades grupales para niños y sesiones de formación para los progenitores	El programa comienza estableciendo un marco común de comprensión preguntando a los niños qué creen que significa prestar atención, y luego discutiendo lo que ya hacen para ayudarles a prestar atención en otros entornos. A continuación, los niños participan en varias actividades diseñadas para practicar aspectos diferentes de las funciones ejecutivas y habilidades relacionadas, como atención, inhibición, memoria, coordinación mano-ojo, equilibrio, conciencia sensorial, habilidades de escucha y enfoque visual. Todas las actividades propuestas son experiencias de aprendizaje autónomas y agradables, pero también son cruciales para establecer las estrategias metacognitivas.	Inhibición y memoria

Tabla 3. Tipos de tareas y componentes ejecutivos entrenados en los distintos estudios

Estudio	Programa de entrenamiento	Tipos de tarea	Componentes ejecutivos entrenados
Van der Oord et al. (2014)	Entrenamiento cognitivo: Braingame Brian	Programa por ordenador cuyo personaje principal se llama Brian (de ahí el nombre del programa). Cada sesión propone 2 bloques con 3 tareas de entrenamiento: la primera para la memoria de trabajo, la segunda para la inhibición y la tercera para la flexibilidad cognitiva. Una vez finalizado cada bloque, el nivel de dificultad es automáticamente ajustado al nivel de rendimiento de cada participante. Para fomentar la motivación, al acabar cada bloque, el usuario recibe un poder extra para usar con Brian, el personaje principal del juego.	Memoria de trabajo visuoespacial, inhibición y flexibilidad cognitiva
Van Dongen-Boomsma et al. (2014)	Entrenamiento cognitivo: Cogmed	7 tareas de memoria de trabajo visuoespacial. En todas las tareas, se presentan secuencialmente una serie de estímulos visuales en la pantalla de la computadora y el niño debía recordar tanto su ubicación como su orden. El software ajusta la dificultad de la tarea según el rendimiento del niño. Se instruye a los padres para que animen al niño durante el curso de entrenamiento y le den pequeñas recompensas cada 5 sesiones y después de completar el entrenamiento.	Memoria de trabajo visuoespacial

Nota. AMIN: Active Memory Intervention; EXCIR: Exercise for Cognitive Improvement and Rehabilitation; EEG: Electroencefalograma; EEST: Ecological Executive Skills Training.

Todos los estudios analizados obtuvieron mejoras significativas en alguno o algunos de los componentes ejecutivos trabajados, de los que 12 describieron, además, una mejoría en la sintomatología TDAH. Siete estudios mostraron hallazgos en otras variables complementarias tales como una mejora en competencia funcional (Bigorra et al., 2016; Qian et al., 2017; Qian et al., 2021), en la fluidez y velocidad lectora y en la decodificación (Egeland et al., 2013), en dictados y competencia matemática (Kermani et al., 2016), en mejora de conductas oposicionistas (Klingberg et al., 2005) o en la motivación (Steiner et al., 2014a).

De los 13 estudios que implementaron programas de entrenamiento cognitivo, todos describieron hallazgos significativos en componentes ejecutivos, de los que 6 lo hicieron principalmente para la inhibición. Bigorra et al. (2016) observaron, además, mejoras en la memoria de trabajo, planificación y metacognición, caracterizándola como la capacidad de planificación y organización necesaria para el desempeño de proyectos futuros y la resolución de problemas. Hallazgos estos, similares a los descritos por DAVIS et al. (2015), Qian et al. (2021) y Van der Oord et al. (2014), cuyos autores sugirieron que estas mejorías podrían relacionarse específicamente con el tipo de entrenamiento cognitivo recibido. En esa misma línea se situaron los trabajos de Egeland et al. (2013), Estrada-Plana et al. (2019), Kermani et al. (2016), Klingberg et al. (2005) y Van Dongen-Boomsma et al. (2014) quienes recogieron hallazgos importantes también, en la

memoria de trabajo. Qian et al. (2017) mostraron una mejora significativa en control inhibitorio y, en menor medida, en memoria de trabajo. Sin embargo, en la segunda intervención implementada un año después, y cuyos efectos fueron recogidos en Qian et al., (2021), si se observaron efectos en otros componentes ejecutivos además de mantener los hallazgos significativos ya mencionados, puesto que describieron mejoras a largo plazo en flexibilidad cognitiva, planificación, seguimiento e iniciativa informadas por los progenitores. Por el contrario, el estudio de Steiner et al. (2014a) observó mejoras en función ejecutiva global, en regulación conductual y en metacognición para los niños que recibieron un programa de intervención en neurofeedback, no así para los que recibieron un programa de intervención en entrenamiento cognitivo.

Con respecto al impacto de los programas de entrenamiento cognitivo en otras variables clínicas y educativas, la heterogeneidad de resultados fue mayor y menos concluyente. Por un lado, 8 trabajos no detallaron datos sobre otras variables (Benzing et al., 2018; DAVIS et al., 2015; Estrada-Plana et al., 2019; Nejati y Derakhshan, 2021; Nejati et al., 2023; Tamm et al., 2015; Van der Oord et al., 2014; Van Dongen-Boomsma et al., 2014). Y, por el otro, los restantes mostraron una cierta mejora en medidas de competencia social y emocional (Bigorra et al., 2016; Qian et al., 2017; Qian et al., 2021), en fluidez y velocidad lectora, así como en tareas de decodificación (Egeland et al., 2013), en dictados y en compe-

tencia matemática (Kermani et al., 2016) y mejoras en conductas oposicionistas (Klingberg et al., 2005).

En lo relativo al impacto de programas de ejercicio físico, tanto Benzing y Schmidt (2018) como Nejati y Derakhshan (2021) indicaron mejoras significativas en el funcionamiento ejecutivo global y en algunos de sus componentes como la memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva y la inhibición, además de en funciones atencionales. El estudio de Nejati y Derakhshan (2021) confirmó la efectividad de la demanda cognitiva encontrada en los trabajos de entrenamiento cognitivo, puesto que mostró mejores resultados en los programas de ejercicio físico que iban acompañados de una demanda cognitiva frente a los que contemplaban únicamente un esfuerzo físico, aunque éste fuera de mayor intensidad.

Ambos trabajos describieron una mejoría en la sintomatología TDAH, no facilitando datos en lo relativo a otras variables clínicas y educativas.

Por último, el único trabajo que analizó una intervención de entrenamiento cognitivo con técnicas de neurofeedback encontró mejoras en atención, regulación, metacognición y funcionamiento ejecutivo global respecto al grupo control, no siendo así para el grupo que recibió entrenamiento cognitivo. Además, este estudio observó mejoras en la reducción de la sintomatología TDAH así como un menor aumento en la dosis farmacológica administrada para el grupo entrenado con neurofeedback respecto a los otros grupos, así como mejoras motivacionales aunque no llegaron a ser estadísticamente significativas (Steiner et al., 2014a).

Tabla 4. Resultados de las variables estadísticamente significativas tras la intervención

Estudio	Programa de entrenamiento	Resultados		
		Funciones ejecutivas	TDAH	Otros
Benzing et al. (2018)	Ejercicio físico	Inhibición y flexibilidad cognitiva - Flanker task (N) $p < 0.05$	Atención (tiempos de reacción) - Flanker task (N) $p < 0.05$	S/D
Bigorra et al. (2016)	Entrenamiento cognitivo: RoboMemo®	Memoria de trabajo, planificación, metacognición, iniciativa, monitorización - BRIEF (P/M) $p < 0.05$ Errores de comisión - CPT II (N) $p < 0.05$	Sintomatología de TDAH (P/M) Inatención - Conners (P) $p < 0.05$ Índice ADHD - Conners (M) $p < 0.05$	Deterioro funcional - subescala conducta de aprendizaje WFIRS-P (M) $p < 0.05$
Dovis et al. (2015)	Entrenamiento cognitivo: Braingame Brian	Memoria a corto plazo visoespacial y memoria de trabajo - CBTT (N) $p < 0.01$ Inhibición - SSRT (N) $p < 0.05$ Inhibición, memoria de trabajo, flexibilidad, control emocional, iniciativa, planificación, monitorización - BRIEF (P) $p < 0.05$ Impulsividad y búsqueda de diversión - SPSQRQ-C (P) $p < 0.01$	Sin hallazgos significativos	Sin hallazgos significativos
Egeland et al. (2013)	Entrenamiento cognitivo: RoboMemo®	Velocidad de procesamiento - Color word y TMT 2 y 3 (N) $p < 0.05$	Sin hallazgos significativos	Fluidez, velocidad lectora y decodificación - LOGOS (N) $p < 0.001$
Estrada-Plana et al. (2019)	Entrenamiento cognitivo: Juegos de mesa	Memoria verbal a corto plazo - Linguistic keep track task / Dígitos directos (N) $p < 0.05$ / $p < 0.01$	Problemas de conducta - SDQ (P) $p < 0.001$	S/D
Kermani et al. (2016)	Entrenamiento cognitivo: Juegos dirigidos	Memoria de trabajo verbal y visoespacial - WISC-IV (N) $p < 0.05$	Déficit de Atención y Síntomas de TDAH - CBCL (P) $p < 0.001$	Dictados (N) $p < 0.01$ Matemáticas (N) $p < 0.05$
Klingberg et al. (2005)	Entrenamiento cognitivo: Robomemo®	Memoria de trabajo visoespacial - Span-Board Task (N) $p < 0.001$ Memoria de trabajo verbal - Digit Span (N) $p < 0.01$ Inhibición - Stroop (N) $p < 0.01$ Razonamiento no verbal - Matrices de Raven (N) $p < 0.01$	Sintomatología de TDAH - DSM-IV (P) $p < 0.05$ Hiperactividad e índice ADHD - Conners (P) $p < 0.05$	Oposicionismo - Conners (P) $p < 0.05$

Tabla 4. Resultados de las variables estadísticamente significativas tras la intervención

Estudio	Programa de entrenamiento	Resultados		
		Funciones ejecutivas	TDAH	Otros
Nejati & Derakhshan. (2021)	Ejercicio físico con demanda cognitiva: EXCIR	Memoria de trabajo - N-back test (N) $p=0.001$ Flexibilidad - WCST (N) $p=0.001$ Inhibición - Go/NoGo Task (N) $p<0.05$	Sintomatología de TDAH - Conners (P/M) $p=0.001$	S/D
Nejati et al. (2023)	Entrenamiento cognitivo: AMIN	Memoria de trabajo - N-back test (N) $p<0.001$ Flexibilidad - WCST (N) $p<0.001$ Inhibición - Go/NoGo Task (N) $p<0.05$	Sintomatología de TDAH - Conners (P/M) $p<0.01$	S/D
Qian et al. (2017)	Entrenamiento cognitivo: Entrenamiento en habilidad ejecutiva basado en Dawson y Guare (2010)	Inhibición y memoria de trabajo - BRIEF (P) $p<0.05$	Sintomatología de TDAH - ADHD-RS-IV (P) $p<0.01$	Función social (Familia, aprendizaje y escuela, habilidades para la vida, autoconcepto, actividades sociales y actividades de riesgo) - WFIRS-P (P) $p<0.01$
Qian et al. (2021)	Entrenamiento cognitivo: EEST - Segunda dosis	Inhibición, flexibilidad cognitiva, planificación, organización, iniciativa - BRIEF (P) $p < 0.01 / p < 0.05$ Planificación y aversión a la demora - CANTAB (N) $p < 0.05$	Sintomatología de TDAH - ADHD-RS-IV (P) $p < 0.01 / p < 0.05$	Procrastinación y relación con progenitores y docentes - Self-reported questionnaire on social function (N) $p < 0.01$
Steiner et al. (2014a)	Entrenamiento cognitivo (EC) y neurofeedback (NF)	NF: Función ejecutiva - Conners (P) $p < 0.001$ Regulación, metacognición y global - BRIEF (P) $p < 0.05$	NF: Inatención - Conners (P/M) $p < 0.001$ Atención - SKAMP (M) $p < 0.05$	NF: Conductas off/task motoras y verbales - BOSS (M) $p < 0.05$
Tamm et al. (2015)	Entrenamiento cognitivo: Actividades grupales para niños y sesiones de formación para los progenitores	Regulación emocional y flexibilidad - BRIEF (P) $p < 0.05$	Inatención - SNAP-IV (C) $p < 0.05$	Sin hallazgos significativos
Van der Oord et al. (2014)	Entrenamiento cognitivo: Braingame Brian	Metacognición y función ejecutiva global - BRIEF (P) $p<0.05$	Sintomatología de TDAH - DBDRS (P) $p<0.01$	S/D
Van Dongen-Boomsma et al. (2014)	Entrenamiento cognitivo: Cogmed	Memoria de trabajo verbal - Digit Span WISC-III (N) $p < 0.05$	Sin hallazgos significativos	S/D

Nota. N: Niño/a; P: Progenitores; M: Maestro/a; C: Clínico; S/D: sin datos; ADHD-RS-IV: Attention Deficit Hyperactivity Disorder Rating Scale - Fourth Edition. AMIN: Active Memory Intervention. BOSS: Brazelton Neonatal Behavioral Assessment Scale. BRIEF: Behavior Rating Inventory of Executive Function. CANTAB: Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery. CBCL: Child Behavior Checklist. CBTT: Corsi Block Tapping Task CPT II: Continuous Performance Test II. DBDRS: Disruptive Behavior Disorders Rating Scale. DSM-IV: Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders - Fourth Edition; EEST: Ecological Executive Skills Training; EXCIR: Exercise for Cognitive Improvement and Rehabilitation; NF: Neurofeedback. SDQ: Strengths and Difficulties Questionnaire. SKAMP: Swanson, Kotkin, Agler, M-Flynn, and Pelham Scale. SNAP-IV: Swanson, Nolan, and Pelham Rating Scale - Fourth Edition. SPSQRQ-C: Social and Health Assessment Questionnaire for Children. SSRT: Stop-Signal Reaction Time. TDAH: Trastorno por Deficit de Atención con/sin Hiperactividad. TMT: Trail Making Test. WCST: Wisconsin Card Sorting Test. WFIRS-P: Weiss Functional Impairment Rating Scale for ADHD in Children and Adolescents. WISC-IV: Wechsler Intelligence Scale for Children - Fourth Edition.

Discusión

El objetivo principal de esta revisión sistemática es evaluar el impacto de distintos programas de entrenamiento ejecutivo medidos mediante ECAs en población menor de 13 años con diagnóstico de TDAH y en ausencia de comorbilidad. Asimismo, se examinan los resultados de los estudios incluidos buscando determinar cuáles de esos programas obtienen un impacto significativo en la mejora ejecutiva y qué componente o componentes ejecutivos responden mejor a las intervenciones. Además, se ha intentado evaluar los efectos de transferencia (es decir, la generalización de los efectos del entrenamiento a otros componentes ejecutivos no entrenados) y su posible mantenimiento a medio y largo plazo. De manera complementaria, se estudia el impacto de los programas implementados sobre la sintomatología TDAH y otras variables clínicas, educativas y sociales. Se incluyeron un total de 15 ECAs que cumplieron los criterios marcados en la revisión. A partir del análisis de estos estudios se observa que, aunque la intervención más claramente efectiva para la mejora de las funciones ejecutivas son los programas de entrenamiento cognitivo propiamente dicho, también existen otros programas basados en el ejercicio físico (preferiblemente con demanda cognitiva) o en técnicas de neurofeedback, que podrían potenciar los resultados positivos de las intervenciones. En este sentido, los 15 artículos que conforman la revisión sistemática describen mejoras significativas en el rendimiento ejecutivo a nivel global, siendo la inhibición el componente ejecutivo que presenta mayor susceptibilidad a la mejora, y muchos de ellos señalan también mejoras en la sintomatología TDAH.

Respecto al número de sesiones, su duración o la frecuencia de estas sobre el efecto de los programas evaluados, los resultados son poco concluyentes debido a su gran diversidad, y sobre todo respecto a las mejoras en TDAH. A pesar de que Bigorra et al. (2016) y Egeland et al. (2013) utilizan el mismo programa de intervención, con la misma duración, número de sesiones y frecuencia, los resultados son dispares. Por un lado, Bigorra et al. (2016) obtienen mejoras en muchas funciones neuropsicológicas ligadas al funcionamiento ejecutivo (como memoria de trabajo, planificación, metacognición o funciones atencionales) así como en sintomatología TDAH. Egeland et al. (2013), en cambio, observan mejoras únicamente en velocidad de procesamiento de información, en control inhibitorio y en el test de trazado como medidas de función ejecutiva, y ninguna mejora en sintomatología TDAH. Klinberg et al. (2005), utilizan también el mismo programa de intervención, observando importantes mejoras tanto en variables cognitivas

como en sintomatología TDAH, aunque en este caso el entrenamiento se llevó a cabo en casa. Algo parecido se observa al comparar los estudios de Dovis et al. (2015) y Van der Oord et al. (2014), puesto que ambos trabajan con el mismo programa de intervención, con una duración y un número de sesiones similares, pero tampoco obtienen el mismo efecto. Si bien ambos trabajos observan mejoras significativas en medidas de función ejecutiva (memoria de trabajo, inhibición, flexibilidad, control emocional, planificación, etc.), únicamente Van der Oord et al. (2014) recogen mejoras en sintomatología TDAH. Respecto a las intervenciones basadas en juegos, uno de los estudios realiza un total de 24 sesiones de 1 hora de duración (Kermani et al., 2016), mientras que otro estudio emplea solo 5 sesiones de 1 hora (Estrada-Plana et al., 2019). Con todo, en ambos casos se señalan mejoras en memoria de trabajo, así como en problemas de conducta (Estrada-Plana et al., 2019), sintomatología TDAH y rendimiento escolar (Kermani et al., 2016). En cuanto a las intervenciones basadas en ejercicio físico, tanto Nejati y Derakhshan (2021) como Benzing et al. (2018), observan mejoras en medidas de flexibilidad y control inhibitorio, así como en sintomatología TDAH, a pesar de que la duración y el número de sesiones de intervención es sustancialmente mayor en el estudio de Nejati & Derakhshan (2021). Del resto de estudios que implementan programas de entrenamiento cognitivo, es el de Steiner et al. (2014a) el más extenso de todos, con un total de 40 sesiones de intervención de 45 minutos, 3 veces por semana. A pesar de ser así, este trabajo es el único que no recoge mejoras en funcionamiento ejecutivo y sintomatología de TDAH para el grupo que recibió entrenamiento cognitivo, sino que únicamente obtienen mejoras en el grupo que entrenó con neurofeedback. Con todo, esto podría ser debido a que la función ejecutiva se evaluó únicamente con una medida heteroinformada por parte de los progenitores. El resto de los estudios optan por intervenciones más cortas, de 8-12 sesiones de 1 hora, 1 vez por semana (Qian et al., 2017; 2021; Tamm et al., 2015), y en todos los casos se obtienen mejoras tanto en rendimiento ejecutivo como en sintomatología TDAH, así como en otras variables de funcionamiento social y/o de aprendizaje.

Los datos recogidos sugieren un escenario de intervención e investigación en el que seguir desarrollando e implementando programas mixtos de entrenamiento ejecutivo en TDAH, planteados desde una práctica sistemática y global. En esta línea, la revisión de Baena et al. (2021) señala que la combinación de técnicas de neurofeedback junto a otros tipos de intervención (terapia conductual y ejercicio físico) permitiría una mejoría aún mayor, como defienden también García Pimenta et al.

(2021). Además, los hallazgos analizados en el presente estudio sugieren una relación entre los entrenamientos múltiples de funciones ejecutivas y los efectos de transferencia temporal a largo plazo. En este sentido, la infancia sería un período especialmente sensible a la potenciación y promoción de las funciones ejecutivas, puesto que un buen desarrollo de estas funciones en los primeros años predice un mayor rendimiento en edades posteriores, y un mayor éxito escolar y académico (Blair y Diamond, 2008) permitiendo, por tanto, un mayor impacto de las intervenciones implementadas como factores de protección. Los datos analizados en relación con la combinación de intervenciones cognitivas con programas de neurofeedback son coherentes con la diversidad de conclusiones halladas en otros trabajos. Algunos estudios señalan una mejora significativa en la sintomatología nuclear del TDAH y, más en particular, con relación a la atención e inhibición cuando se utilizan este tipo de intervenciones. Otros trabajos de revisión además, indican que estas mejoras están más presentes en los casos de TDAH con comorbilidad (principalmente con componentes oposicionista-desafiante y agresivos), aunque los efectos detectados no serían universales, por lo que deviene necesario realizar más estudios que permitan clarificar los efectos del neurofeedback y sus implicaciones clínicas (Moreno-García et al., 2022). En este sentido, cabe destacar que el presente trabajo analiza y pone de relieve el impacto del neurofeedback sobre el déficit ejecutivo en niños con TDAH basándose en medidas neuropsicológicas, cuestión que algunos autores estaban sugiriendo (Lofthouse et al., 2012).

Como se ha comentado anteriormente, la mayoría de los estudios que investigan la eficacia de los programas de entrenamiento cognitivo muestra una reducción tanto en la sintomatología nuclear del TDAH como en el déficit ejecutivo. En la literatura existen numerosos trabajos dirigidos al análisis del entrenamiento cognitivo y el TDAH, si bien, las muestras seleccionadas suelen incluir población con TDAH junto con otros trastornos comórbidos, y no acotan por edad. Este es el caso, p.ej., de la revisión de Veloso et al. (2020) que recoge el impacto de la demanda cognitiva en la mejora ejecutiva, pero indica que una posible causa de esa mejora observable podría ser la propia comorbilidad presente en la muestra de TDAH, puesto que los niños y niñas con TDAH y trastornos comórbidos suelen presentar mayor déficit ejecutivo y, por lo tanto, puede verse más beneficiados de este tipo de intervención.

Los resultados del impacto del ejercicio físico en el funcionamiento ejecutivo son igualmente esperanzadores. Los dos estudios que desarrollan un programa de ejercicio físico sistemático presentan una mayor homo-

geneidad de resultados (Benzing y Schmidt, 2018; Neja-ti y Derakhshan, 2021), ya que muestran mejoras en el funcionamiento ejecutivo, y más concretamente en la inhibición, y destacan, en sus conclusiones, el potencial de utilizar un programa de entrenamiento físico individual combinado con el tratamiento farmacológico. Los resultados analizados indican, además, que la duración del ejercicio físico o su intensidad, no parecen repercutir en el grado de mejoría, lo cual podría deberse a las características esenciales del TDAH y a su sintomatología básica, como son las dificultades atencionales y la concentración sostenida. El mecanismo subyacente a las mejoras ejecutivas observadas en estos programas podría deberse a tres aspectos diferentes. Por un lado, al mayor margen de mejora presente en las personas con dificultades cognitivas frente a otras con mayor rendimiento (Diamond y Ling, 2016), siendo además, la inhibición el componente ejecutivo más susceptible de mejora con las intervenciones evaluadas, cuyo déficit sería en gran parte responsable de la impulsividad que caracteriza el TDAH como síntoma nuclear. Por otro lado, a la posible activación de la corteza prefrontal que conlleva el ejercicio físico, de manera que, si se asume que el TDAH es un trastorno claramente disejecutivo, el ejercicio físico podría ser potencialmente beneficioso al facilitar la activación y oxigenación de este sustrato neural (Yanagisawa et al., 2010) Y, por último, a las mejoras en el estado de ánimo que conlleva el ejercicio físico, y que podrían estar facilitando el funcionamiento de la corteza prefrontal, puesto que se ha descrito esta parte del cerebro como la más vulnerable a los estados emocionales negativos (Diamond y Ling, 2016).

Como se ha comentado, la inhibición se perfila como el componente ejecutivo que ha presenta mayor susceptibilidad de mejora en los diferentes tipos de intervención analizados, seguido de la flexibilidad cognitiva y en menor grado, de la memoria de trabajo. Es importante señalar que, mientras que en la literatura existen numerosos trabajos dirigidos a la memoria de trabajo, los estudios experimentales dirigidos al análisis de la flexibilidad cognitiva son limitados (Landínez et al., 2022). La posibilidad de localizar componentes ejecutivos con mayor susceptibilidad de mejora que otras (como parece ser el caso de la inhibición) coincide con las teorías explicativas del desarrollo ejecutivo que indican que en la corteza prefrontal no existirían regiones especializadas en el desempeño de funciones concretas, si no que se trata de una respuesta coordinada de distintas áreas de la corteza prefrontal que se activan ante la aparición de nuevos retos (Verdejo-García y Bechara, 2010). Por lo tanto, aunque las funciones ejecutivas consideradas superiores como la memoria de trabajo, la inhibición o la flexibilidad cog-

tiva son altamente susceptibles al estrés fisiológico, psicológico y social, también serían altamente modificables, respondiendo, por tanto, mejor a las intervenciones, y mostrarían diferentes niveles de complejidad y de ritmos de desarrollo (Marcovitch y Zelazo, 2009). En este sentido, Diamond y Ling (2016) proporcionan una hipótesis explicativa de este fenómeno basándose en que la memoria de trabajo implica “simplemente” mantener la información, pero la inhibición requiere trabajar con esa información. Por otro lado, el control inhibitorio, estrechamente relacionado con la regulación emocional, sería una de las funciones ejecutivas más complejas y cuyo desarrollo se alarga hasta bien entrada la edad adulta (Zelazo y Carlson, 2012), de manera que su potenciación y desarrollo a nivel temprano podría actuar como variable protectora en trastornos como el TDAH.

Los resultados que aquí se presentan gozan de importantes fortalezas que permiten conocer e informar, desde el rigor científico y sistemático, acerca de cuáles son los programas de intervención para la mejora del control ejecutivo en niños y niñas con TDAH, basados en las evidencias científicas más actuales. Por un lado, el presente estudio da respuesta a la necesidad de trabajos científicos con muestras más homogéneas y específicas, como la presente revisión que se orienta específicamente al estudio del TDAH en ausencia de comorbilidad y en población menor de 13 años. Por otro lado, se han incluido únicamente ECA, empleando como grupo comparativo un grupo control (activo o pasivo) que no sea población con desarrollo típico y cuyo programa de intervención esté orientado principalmente a la mejora del funcionamiento ejecutivo. Además, se han tenido en cuenta solo aquellos estudios que han utilizado instrumentos para la función ejecutiva validados, y que hayan recogido rendimiento pre y post intervención, aumentando así el rigor empírico y fortaleciendo las conclusiones extraídas de los datos analizados. Finalmente, en el análisis de resultados, se ha valorado el efecto de los programas de intervención también sobre la sintomatología TDAH (siempre según criterios DSM o CIE) y sobre otras variables de funcionamiento social o de rendimiento académico, por valorar la posible transferencia ecológica de las mejoras ejecutivas observadas.

Con todo, esta revisión sistemática se enfrentó a ciertas limitaciones que pueden haber influido en sus resultados. En primer lugar, los resultados que se muestran en la revisión solo hacen referencia a resultados tras el programa y no pueden afirmar que se mantengan a lo largo del tiempo ya que los estudios revisados no han incluido más medidas de seguimiento, impidiendo valorar la transferencia de resultados a medio y largo plazo (Diamond y Ling, 2016). En segundo lugar, no se ha realizado un me-

taanálisis o análisis cuantitativo de los resultados. En tercer lugar, cabe destacar el sesgo de exposición, que implica que los estudios incluidos no han utilizado los mismos métodos para la determinación de casos, así como un posible sesgo de publicación en base a la existencia de más estudios no publicados por no haber obtenido resultados significativos y a la no inclusión de otros trabajos que recogen intervenciones sin medidas objetivas, de pruebas neuropsicológicas o de grupo control. En cuarto lugar, los estudios encontrados han sido limitados y, aunque están dentro de la media encontradas en otras revisiones en el ámbito de conocimiento (Li et al., 2023; Robledo-Castro et al., 2023), el número final de registros obtenidos ha sido escueto debido a la restricción de los criterios de inclusión fundamentalmente debido a la selección únicamente de programas evaluados mediante ECA y con participantes diagnosticados siguiendo criterios diagnósticos DSM o CIE. En quinto lugar, el presente trabajo tiene una limitación importante por no haber tenido en cuenta en la selección de estudios diversas características muestrales, como el género, el subtipo de TDAH, el intervalo de edad o el nivel de funcionamiento ejecutivo de cada uno de los participantes que componen cada estudio. Además, destaca la escasez de trabajos que indiquen con claridad si los participantes estaban o no sujetos a tratamiento farmacológico. Con todo, es importante señalar que la presente revisión no ha examinado si las intervenciones no farmacológicas eran más o menos efectivas que la medicación, sino que se ha centrado en su uso desde una perspectiva integradora y/o combinada. En sexto y último lugar, otra de las limitaciones detectadas tiene que ver con los constructos teóricos subyacentes a las mediciones cognitivas, actualmente no unívocos.

Acerca de futuras líneas de investigación que podrían continuar en este área, sería interesante analizar estudios controlados con poblaciones mayores y teniendo en cuenta otras variables intervinientes como, p.ej., la presencia o no de un tratamiento farmacológico, el análisis comparativo del impacto entre las distintas funciones ejecutivas evaluadas o la evaluación de la transferencia de los resultados obtenidos. Asimismo, en esta revisión no se han encontrado ECAs que incluyan otras líneas de investigación existentes en el tratamiento de la sintomatología ejecutiva del TDAH, como son los programas de consciencia plena o *mindfulness* y la terapia conductual en el ámbito familiar, por no haberse hallado estudios que cumplieran con los criterios de inclusión. Sin embargo, parecería pertinente también, que las estrategias e intervenciones evaluadas se pudieran combinar también con estos enfoques abarcando así una perspectiva terapéutica más global. En este sentido, varios trabajos orientados a la terapia conductual han observado impac-

tos positivos sobre el funcionamiento ejecutivo en niños con TDAH en el ámbito familiar y cotidiano, señalando así la importancia del papel de las familias en el éxito de las intervenciones orientadas al TDAH (Shuai et al., 2017). Por otro lado, sería pertinente investigar la influencia de la intensidad, duración y frecuencia de los programas de ejercicio físico sobre el grado de mejoría ejecutiva conseguida (Neudecker et al., 2019) y de otros factores, como el bilingüismo, que podría tenerse en cuenta a la hora de valorar el deterioro ejecutivo observado en casos de TDAH, puesto que, a pesar de que el hablar más de una lengua suele suponer una mejora en el rendimiento de las funciones ejecutivas en población normal, podría ser un factor de riesgo en los casos de TDAH por un posible exceso de demanda cognitiva (Mor et al., 2015). Finalmente, y en respuesta a algunas de las limitaciones observadas, sería interesante poder realizar estudios con seguimientos a medio-largo plazo para poder evidenciar el mantenimiento de los beneficios, así como realizar un metaanálisis o análisis cuantitativo de los resultados.

En resumen, el efecto positivo observado en el funcionamiento ejecutivo global en niños menores de 13 años con diagnóstico de TDAH (según criterios DSM o CIE) y en ausencia de comorbilidad abre nuevas posibilidades en el tratamiento del TDAH. Tanto los programas de entrenamiento cognitivo orientados a la función ejecutiva, como los programas de ejercicio físico (preferiblemente con demanda cognitiva), y los programas con técnicas de neurofeedback pueden ofrecer una línea de intervención esperanzadora en la mejora de las funciones ejecutiva, y más concretamente en lo relativo al control inhibitorio, que podrían complementar a la terapia farmacológica y psicológica. Asimismo, estos programas pueden mejorar no solo componentes ejecutivos, sino también reducir la sintomatología del TDAH y mejorar la funcionalidad diaria en la vida cotidiana. Finalmente, los hallazgos apuntan a la importancia de desarrollar líneas de intervención multimodales que posibiliten tratamientos combinados.

Conflicto de intereses

Las autoras declaran no tener conflicto de intereses.

Referencias

Los estudios incluidos en la revisión se indican mediante el asterisco que aparece delante de la referencia.

American Psychiatric Association, DSM-5 Task Force (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders DSM-*

- 5TM (5th ed.). American Psychiatric Publishing, Inc. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Baena, L., Cañadas-De la Fuente, G., Martos-Cabrera, M., Gómez Urquiza, J., Albendin, L., Romero-Béjar, J. L., & Suleiman-Martos, N. (2021). Effects of Neurofeedback in Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Systematic Review. *Journal of Clinical Medicine*, 10(17), 3797. <https://doi.org/10.3390/jcm10173797>
- Banaschewski, T., Becker, K., Döpfner, M., Holtmann, M., Rösler, M., & Romanos, M. (2017). Attention-deficit/hyperactivity disorder—A current overview. *Deutsches Ärzteblatt International*, 114(9), 149–59. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2017.0149>
- *Benzing, V., & Schmidt, M. (2018). The effect of exergaming on executive functions in children with ADHD: A randomized clinical trial. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 29(8), 1243-1253. <https://doi.org/10.1111/sms.13446>
- *Bigorra A., Garolera M., Guijarro S., & Hervás A. (2016). Long-term far-transfer effects of working memory training in children with ADHD: A randomized controlled trial. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 25(8), 853-67. <https://doi.org/10.1007/s00787-015-0804-3>
- Blair, C., & Diamond, A. (2008). Biological processes in prevention and intervention: The promotion of self-regulation as a means of preventing school failure. *Development and psychopathology*, 20(3), 899-911. <https://doi.org/10.1017/S0954579408000436>
- Bonilla-Santos, J., González- Hernández, A., Bonilla-Santos, G., y Castaño- Baquero, L. M. (2019). Desarrollo adaptativo y funcionamiento ejecutivo en niños con diagnóstico de trastorno disocial y trastorno de déficit de atención/hiperactividad tipo hiperactivo-impulsivo. *Revista de Psicopatología y Psicología Clínica*, 24(2), 117–129. <https://doi.org/10.5944/rppc.22265>
- Cortés-Pascual, A., Moyano-Muñoz, N., & Quílez-Robres, A. (2019). The Relationship Between Executive Functions and Academic Performance in Primary Education: Review and Meta-Analysis. *Frontiers in psychology*, 10, 1582. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01582>
- Cortese, S., Adamo, N., Del Giovane, C., Mohr-Jensen, C., Hayes, A. J., Carucci, S., Atkinson, L. Z., Tessari, L., Banaschewski, T., Coghill, D., Hollis, C., Simonoff, E., Zuddas, A., Barbui, C., Purgato, M., Steinhausen, H. C., Shokraneh, F., Xia, J., & Cipriani, A. (2018). Comparative efficacy and tolerability of medications for attention-deficit hyperactivity disorder in children, adolescents, and adults: A systematic review and network meta-analysis. *The Lancet. Psychiatry*, 5(9), 727–738. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(18\)30269-4](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(18)30269-4)
- De la Peña, I., Shen G., & Shi, W. X. (2021). Droxidopa alters dopamine neuron and prefrontal cortex activity and improves attention-deficit/hyperactivity disorder-like behaviors in rats. *European Journal of Pharmacology*, 5, 892:173826. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2020.173826>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135-168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Diamond, A., & Ling, D. S. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite

- much hype, do not. *Developmental cognitive neuroscience*, 18, 34-48. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.11.005>
- *Dovis, S., Van der Oord, S., Wiers, R., & Prins, P. (2015). Improving executive functioning in children with ADHD: Training multiple executive functions within the context of a computer game. A randomized double-blind placebo controlled trial. *PLoS ONE*, 10(4), e0121651. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121651>
- *Egeland, J., Aarli, A. K., & Saunes, B. K. (2013). Few effects of far transfer of working memory training in ADHD: A randomized controlled trial. *PLoS One*, 8(10), e75660. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0075660>
- *Estrada-Plana, V., Esquerda, M., Mangues, R., March-Llanes, J., & Moya-Higueras, J. (2019). A pilot study of the efficacy a cognitive training based on board games in children with attention deficit/hyperactivity disorder: A randomized controlled trial. *Games for health journal: Research, development and clinical applications*, 8(4), 265-274. <https://doi.org/10.1089/g4h.2018.0051>
- Higgins, J. P. T., & Green, S. (2011). *Cochrane handbook for systematic review of interventions, version 5.1.0*. The Cochrane Collaboration. Disponible en: <http://handbook-5-1.cochrane.org/>
- Karbasi-Amel, A., Rahnamaei, H., & Hashemi, Z. (2023). Play therapy and storytelling intervention on children's social skills with attention deficit-hyperactivity disorder. *Journal of education and health promotion*, 12, 317. https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_1104_22
- *Kermani, F., Mohammadi, M. R., Yadegari, F., Haresabadi, F., & Sadeghi, S. M. (2016). Working Memory Training in the Form of Structured Games in Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Iranian Journal of Psychiatry*, 11(4), 224-233.
- *Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlström, K., Gillberg, C. G., Forsberg, H., & Westerberg, H. (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD—a randomized, controlled trial. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 44(2), 177-186. <https://doi.org/10.1097/00004583-200502000-00010>
- Landinez-Martínez, D., Quintero-López, C., & Gil-Vera, V. (2022). Working Memory Training in children with attention deficit hyperactivity disorder: A systematic review Working Memory Training in children with attention deficit hyperactivity disorder: A systematic review. *Revista de Psicología Clínica con niños y Adolescentes*, 9(3), 73-83. <https://doi.org/10.21134/rpcna.2022.09.3.7>
- Li, D., Li, L., Zang, W., Wang, D., Miao, C., Li, C., Zhou, L., & Yan, J. (2023). Effect of physical activity on attention in school-age children with ADHD: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in physiology*, 14, 1189443. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1189443>
- Liang X., Li, R., Wong, S. H. S., Sum, R. K. W., Wang, P., Yang, B., & Sit, C. H. P. (2021). The Effects of Exercise Interventions on Executive Functions in Children and Adolescents with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine*, 52(1), 75-88. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01545-3>
- Lofthouse, N. L., Arnold, L. E., Hersch, S., Hurt, E., & deBeus, R. (2012). A review of neurofeedback treatment for pediatric ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 16, 351-372. <https://doi.org/10.1177/1087054711427530>
- Marcovitch, S., & Zelazo, P. D. (2009). A hierarchical competing systems model of the emergence and early development of executive function. *Developmental science*, 12(1), 1-18. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00754.x>
- Monette, S., Bigras, M., & Guay, M. C. (2011). The role of the executive functions in school achievement at the end of Grade 1. *Journal of Experimental Child Psychology*, 109(2), 158-173. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2011.01.008>
- Mor, B., Yitzhaki-Amsalem, S., & Prior, A. (2015). The joint effect of bilingualism and ADHD on executive functions. *Journal of attention disorders*, 19(6), 527-541.
- Moreno-García I, Cano-Crespo A., & Rivera F. (2022). Results of Neurofeedback in Treatment of Children with ADHD: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 47(3), 145-181. <https://doi.org/10.1007/s10484-022-09547-1>
- Morrison, F. J., Ponitz, C. C., & McClelland, M. M. (2010). Self-regulation and academic achievement in the transition to school. In *Child development at the intersection of emotion and cognition* (pp. 203-224). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/12059-011>
- Navarro, M. I., y García-Villamizar, D. A. (2011). Funcionamiento ejecutivo en el trastorno de déficit de atención con hiperactividad: Una perspectiva ecológica de los perfiles diferenciales entre los tipos combinado e inatento. *Revista de Psicopatología y Psicología Clínica*, 16(2), 113-124. <https://doi.org/10.5944/rppc.vol.16.num.2.2011.10355>
- *Nejati, V., & Derakhshan, Z. (2021). The effect of physical activity with and without cognitive demand on the improvement of executive functions and behavioral symptoms in children with ADHD. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 21(5), 607-614. <https://doi.org/10.1080/14737175.2021.1912600>
- *Nejati, V., Derakhshan, Z., & Mohtasham, A. (2023). The effect of comprehensive working memory training on executive functions and behavioral symptoms in children with attention deficit-hyperactivity disorder (ADHD). *Asian Journal of Psychiatry*, 81, 103469. <https://doi.org/10.1016/j.ajp.2023.103469>
- Neudecker, C., Mewes, N., Reimers, A. K., & Woll, A. (2019). Exercise interventions in children and adolescents with ADHD: A systematic review. *Journal of Attention Disorders*, 23(4), 307-24. <https://doi.org/10.1177/1087054715584053>
- Organización Mundial de la Salud (2018). *Clasificación estadística internacional de enfermedades y problemas de salud conexos (11ª ed.)*. <https://icd.who.int/browse11/l-m/es>
- Page, M. J., McKenzie J. E., Bossuyt, P.M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D. et al. (2021). PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- *Qian, Y., Chen, M., Shuai, L., Cao, Q. J., Yang, L., & Wang, Y. F. (2017). Effect of an Ecological Executive Skill Training Program for School-aged Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Chinese Medical Journal*, 130(13), 1513-1520. <https://doi.org/10.4103/0366-6999.208236>

- *Qian, Y., Fan, Z., Gao, B., Margaret, S., Cao, Q., Li, F., & Yang, L. (2021). Efficacy and acceptability of a second dose of ecological executive skills training for children with ADHD: A randomized controlled study and follow-up. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 30(6), 921-935. <https://doi.org/10.1007/s00787-020-01571-y>
- Robledo-Castro, C., Lerma-Castaño, P. R., & Bonilla-Santos, G. (2023). Effect of Cognitive Training Programs Based on Computer Systems on Executive Functions in Children With ADHD: A Systematic Review. *Journal of attention disorders*, 27(13), 1467-1487. <https://doi.org/10.1177/10870547231187164>
- Rubiales, J., Urquijo, S., Said, A., y Macbeth, G. (2017). Proceso de toma de decisiones en niños y adolescentes con TDAH: Revisión sistemática. *Revista de Psicopatología y Psicología Clínica*, 22(2), 139-155. <https://doi.org/10.5944/rppc.vol.22.num.2.2017.17688>
- Shuai, L., Daley, D., Wang, Y., Zhang, J., Kong, Y., Tan, X., & Ji, N. (2017). Executive Function Training for Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Chinese Medical Journal*, 130, 549. <https://doi.org/10.4103/0366-6999.200541>
- *Steiner N. J., Frenette E. C., Rene K. M., Brennan R. T., & Perrin E. C. (2014a). Neurofeedback and cognitive attention training for children with attention-deficit hyperactivity disorder in schools. *Journal of developmental & behavioral pediatrics* 35(1), 18-27. <https://doi.org/10.1097/dbp.0000000000000009>
- Steiner, N. J., Frenette, E. C., Rene, K. M., & Brennan, R. T. (2014b). In-School Neurofeedback Training for ADHD: Sustained Improvements From a Randomized Control Trial. *Pediatrics*, 133, 483-492. <https://doi.org/10.1542/peds.2013-2059>
- *Tamm, L. & Nakonezny, P. A. (2015). Metacognitive executive function training for young children with ADHD: A proof-of-concept study. *Attention deficit and hyperactivity disorders*, 7(3), 183-90. <https://doi.org/10.1007/s12402-014-0162-x>. Epub 2015 Jan 6.
- *Van der Oord, S., Ponsioen, A. J., Geurts, H. M., Ten Brink, E. L., & Prins, P. J. (2014). A pilot study of the efficacy of a computerized executive functioning remediation training with game elements for children with ADHD in an outpatient setting: outcome on parent- and teacher-rated executive functioning and ADHD behavior. *Journal of attention disorders*, 18(8), 699-712. <https://doi.org/10.1177/1087054712453167>
- *Van Dongen-Boomsma M., Vollebregt, M. A., Buitelaar, J. K., & Slaats-Willems, D. (2014). Working memory training in young children with ADHD: A randomized placebo-controlled trial. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55(8), 886-96. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12218>
- Van Doren, J., Arns, M., Heinrich, H., Vollebregt, M. A., Strehl, U., & K Loo, S. (2019). Sustained effects of neurofeedback in ADHD: A systematic review and meta-analysis. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 28(3), 293-305. <https://doi.org/10.1007/s00787-018-1121-4>
- Veloso, A., Vicente, S. G., & Filipe, M. G. (2020). Effectiveness of cognitive training for school-aged children and adolescents with attention deficit/hyperactivity disorder: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 10, 2983. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02983>
- Verdejo-García, A., y Bechara, A. (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psicothema*, 22(2), 227-235.
- Wakelin, C., Willems, M., & Munnik, E. (2023). A review of recent treatments for adults living with attention-deficit/hyperactivity disorder. *The South African Journal of Psychiatry*, 29, 2152. <https://doi.org/10.4102/sajpsy.2023.v29i0.2152>
- Wong, A. W. W. A., & Landes, S. D. (2022). Expanding Understanding of Racial-Ethnic Differences in ADHD Prevalence Rates among Children to Include Asians and Alaskan Natives/American Indians. *Journal of Attention Disorders*, 26(5), 747-754. <https://doi.org/10.1177/10870547211027932>
- Yanagisawa, H., Dan, I., Tsuzuki, D., Kato, M., Okamoto, M., Kyutoku, Y., & Soya, H. (2010). Acute moderate exercise elicits increased dorsolateral prefrontal activation and improves cognitive performance with Stroop test. *NeuroImage*, 50(4), 1702-1710. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.12.023>
- Zelazo, P. D., & Carlson, S. M. (2012). Hot and cool executive function in childhood and adolescence: Development and plasticity. *Child development perspectives*, 6(4), 354-360. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2012.00246.x>