

ENTRENAMIENTO COGNITIVO INFORMATIZADO COMO TRATAMIENTO DEL TDAH: RESUMEN DE LA EVIDENCIA Y DIRECCIONES FUTURAS

JACOBO ALBERT¹, SARA LÓPEZ-MARTÍN^{1,2}, ALBERTO J. SÁNCHEZ-CARMONA², BEATRIZ CALLEJA-PÉREZ³, ANA L. FERNÁNDEZ-PERRONE⁴, NURIA MUÑOZ-JAREÑO⁴, ANA JIMÉNEZ DE DOMINGO⁴, DANIEL MARTÍN FERNÁNDEZ-MAYORALAS⁴, ALBERTO FERNÁNDEZ-JAÉN^{4,5}

¹Facultad de Psicología, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España ²Centro Neuromotiva, Madrid, España ³Atención Primaria de Pediatría, Centro de Salud "Doctor Cirajas", Madrid, España ⁴Servicio de Neurología Infantil, Hospital Universitario Quirónsalud. Madrid, Madrid, España ⁵Facultad de Medicina, Universidad Europea de Madrid. Madrid, España

Direcciones postales: Alberto Fernández-Jaén. Hospital Universitario Quirónsalud Madrid. Servicio de Neurología infantil. C/Diego de Velázquez 1, Madrid, Pozuelo de Alarcón 28024, España. Jacobo Albert, Facultad de Psicología, Universidad Autónoma de Madrid, 28049 Madrid.

E-mail: aferjaen@telefonica.net.

E-mail: jacob0.albert@uam.es

Resumen

El trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) es un trastorno del neurodesarrollo caracterizado por falta de atención y/o hiperactividad/impulsividad que se asocia con distintos déficits neuropsicológicos. Se estima que estos déficits median la relación entre los factores etiológicos y la expresión del trastorno, lo que los convierte en objetivos importantes para su tratamiento. Dentro de este contexto y en base a resultados prometedores, el entrenamiento cognitivo informatizado (ECI) a través de programas/videojuegos adaptativos ha despertado gran interés e incluso distintos programas/videojuegos se han comercializado con fines terapéuticos para el TDAH. Sin embargo, la evidencia más sólida y rigurosa disponible actualmente muestra que el ECI, en su presente formato, no dispone de suficiente evidencia empírica para considerarse un tratamiento único o alternativo a las intervenciones de primera elección del TDAH. Sus efectos sobre los síntomas son modestos y limitados, con escasa transferencia/generalización a otros contextos y habilidades funcionales. La complejidad del TDAH sugiere que intervenciones únicas y demasiado específicas como el ECI son inapropiadas o insuficientes por sí mismas para el tratamiento del TDAH. Se requieren nuevos estudios para valorar los efectos añadidos del ECI sobre tratamientos existentes, incluida su in-

corporación en intervenciones neuropsicológicas más holísticas e integrales.

Palabras clave: entrenamiento cognitivo informatizado, neuropsicología, TDAH

Abstract

Computerized cognitive training as a treatment for ADHD: evidence summary and future directions

Attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) is a neurodevelopmental disorder characterized by inattention and/or hyperactivity/impulsivity, which is associated with various neuropsychological deficits. These deficits are thought to mediate the relationship between etiological factors and the manifestation of the disorder, making them important targets for treatment. Within this context, and based on promising results, computerized cognitive training (CCT) through adaptive programs and/or video games has garnered considerable interest. Therapeutic programs and video games for ADHD have even been commercialized. However, the most rigorous and reliable evidence currently available suggests that CCT, in its current forms, lacks sufficient empirical support to be considered either a standalone

or an alternative treatment to first-choice interventions for ADHD. Its effects on core ADHD symptoms are modest and limited, with minimal transfer or generalization to other contexts or functional skills. The complexity of ADHD suggests that highly specific, singular interventions such as CCT may be neither appropriate nor sufficient as standalone treatments. Further research is needed to evaluate the added effects of CCT when integrated with existing treatments, including its role within more holistic and comprehensive neuropsychological interventions.

Key words: ADHD, computerized cognitive training, CCT, neuropsychology

El trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) se define actualmente por los principales sistemas internacionales de clasificación y diagnóstico (ICD-11 y DSM-5-TR) como un trastorno del neurodesarrollo que se caracteriza por la presencia persistente, generalizada y marcada de los síntomas de falta de atención y/o hiperactividad/impulsividad. Estos síntomas se observan en una frecuencia e intensidad superior a la esperada para el nivel de desarrollo del individuo y repercuten negativamente en varios dominios funcionales como el aprendizaje y el rendimiento académico, las relaciones sociales, la vida familiar o las actividades laborales en el caso de los adultos en los que persiste el trastorno^{1,2}.

Perspectiva neuropsicológica del TDAH

Más allá de sus síntomas diagnósticos, el TDAH se caracteriza por un bajo funcionamiento en distintos procesos neuropsicológicos³. Aunque todavía no existe consenso sobre cuántos dominios neurocognitivos están implicados en el TDAH, la evidencia meta-analítica reciente indica que las personas con el trastorno muestran un rendimiento significativamente menor que individuos con un neurodesarrollo típico en tareas que demandan atención sostenida, vigilancia, control inhibitorio, memoria de trabajo o estimación del tiempo⁴. Estas diferencias, que se observan cuando se comparan grupos de personas con TDAH con grupos de personas neurotípicas, son especialmente prominentes en la niñez y están estrechamente relacionadas con alteraciones anatómicas y funcionales en un amplio conjunto de circuitos cerebrales que

incluyen tanto regiones corticales como subcorticales^{4,5}. Además, existe evidencia extensa que indica que estos déficits neuropsicológicos (especialmente en el funcionamiento ejecutivo), se relacionan con los síntomas del trastorno y con el funcionamiento social y académico (habilidades de escritura, matemáticas y lectura⁶⁻⁸).

La literatura que muestra la existencia de distintos perfiles neuropsicológicos dentro del TDAH es también extensa y robusta (Albert et al., 2022). De este modo, personas con un mismo diagnóstico de TDAH pueden tener dificultades en dominios neurocognitivos distintos. La presencia de dos o más déficits neuropsicológicos en un mismo individuo es más norma que la excepción en el TDAH.

Desde la aproximación neuropsicológica, se propone que las disfunciones neurocognitivas juegan un papel fundamental en el trastorno. De hecho, se estima que los déficits neuropsicológicos median la relación entre los factores etiológicos (genéticos, ambientales y su interacción) y la expresión del trastorno (tanto de los síntomas como del nivel de funcionamiento en distintos dominios), lo que ha llevado a que se consideren endofenotipos del TDAH^{3,9}. Por todo ello, las disfunciones neurocognitivas representan excelentes objetivos de investigación traslacional para mejorar tanto la evaluación como el tratamiento del trastorno.

Intervención neuropsicológica del TDAH

La intervención neuropsicológica del TDAH tiene como uno de sus principales objetivos estimular el funcionamiento de los procesos cognitivos deficitarios y las redes neurales que los sustentan con el propósito final de reducir los síntomas nucleares del trastorno y la repercusión funcional en los dominios afectados (p.ej., mejorando el desempeño académico en habilidades de lectura o de matemáticas y/o la relación con iguales a través del incremento de la memoria de trabajo y otras funciones ejecutivas).

Este tipo de intervención se fundamenta en la noción de neuroplasticidad (i.e., la capacidad del cerebro para adaptarse al entorno y aprender de la experiencia), la cual es notablemente mayor en las primeras etapas de la vida cuando el cerebro se encuentra en pleno desarrollo. Para

conseguir cambios sustanciales y duraderos en el funcionamiento cognitivo y en los circuitos neurales subyacentes, se requiere que la intervención sea sistemática (planificada, organizada y regular) y adaptativa (su dificultad –i.e., la demanda del proceso afectado– debe aumentar a medida que el individuo mejora su desempeño en las tareas cognitivas propuestas).

Dentro de la intervención neuropsicológica del TDAH ha recibido un considerable interés el entrenamiento cognitivo informatizado (ECI). Este tipo de estimulación cognitiva se aplica a través de programas y/o videojuegos adaptativos (realizados en casa y/o en el contexto clínico) y se emplean para mejorar uno o múltiples procesos neurocognitivos. A partir de un conjunto inicial de resultados prometedores (p.ej.,¹⁰), se han desarrollado, y en varios casos comercializado, un número relativamente amplio de programas y videojuegos con fines terapéuticos para el TDAH (p.ej., Cognifit, Sincrolab, CogMed, Genextra o EndeavorRX). Este último incluso ha sido recientemente aprobado por la FDA (*Food and Drug Administration*) de EE.UU. a pesar de que este tipo de intervención no se incluye actualmente como una opción terapéutica en las principales guías clínicas del TDAH (p.e., NICE, AACAP, AAP, SCCAP) y de que la evidencia científica es limitada o incluso no apoya su empleo¹¹.

En este contexto, es importante que profesionales y familias dispongan de información resumida y actualizada sobre la evidencia científica de los efectos del ECI en múltiples niveles (síntomas, funcionamiento neuropsicológico y repercusión funcional), así como de su eficacia comparada con los tratamientos de primera elección para el TDAH, para una adecuada elección de la estrategia terapéutica.

Entrenamiento cognitivo informatizado en el TDAH: resumen de la evidencia sobre su eficacia

Dada las características de los artículos de este suplemento (limitada extensión y número de referencias), se realiza una revisión selectiva de la evidencia científica disponible de la eficacia del ECI como tratamiento para el TDAH.

La última revisión sistemática y meta-analítica realizada por el Grupo Europeo de Guía para el TDAH (*European ADHD Guideline Group*,

EAGG) representa probablemente el estudio más exhaustivo realizado hasta el momento sobre la eficacia del ECI como intervención terapéutica del trastorno¹², tanto por el número de ensayos incluidos (n=36 con un total de 2234 participantes desde la edad preescolar hasta la adultez) como por la valoración de sus efectos más allá de los síntomas nucleares del trastorno. A nivel metodológico, constituye asimismo la revisión meta-analítica más rigurosa, no solo por incluir únicamente ensayos controlados y aleatorizados (ECA), que siguen constituyendo el procedimiento con mayores garantías, y menores sesgos para evaluar la efectividad y seguridad de las intervenciones clínicas, solo superados por las revisiones sistemáticas y metaanalíticas, de los propios ECA (véase por ejemplo OCBM, *Levels of Evidence*), sino también por tener en cuenta varios factores críticos para una adecuada interpretación de sus resultados (i.e., con una menor probabilidad de sesgos). Entre estos factores, destacan tres: i) el tipo de grupo control empleado (activos/semi-activos vs. no activos), ya que variables inespecíficas (i.e., no relacionadas con la propia intervención) podrían estar detrás de las mejoras observadas en el grupo experimental si no está adecuadamente equiparado con el grupo control; ii) el grado de enmascaramiento o cegamiento de la intervención (tanto para los participantes como evaluadores), dado que el conocimiento del tratamiento que se recibe puede sesgar las medidas de evaluación (p.e., las respuestas dadas en las escalas de síntomas por parte de padres/profesores); y iii) el contexto en el que se valora el tratamiento (a menudo entremezclado con el grado de enmascaramiento de los evaluadores), ya que permite estimar si los efectos de la intervención se limitan al contexto donde se aplican o se generalizan a otras situaciones.

Los resultados de esta revisión meta-analítica¹² confirman y extienden los hallazgos de dos revisiones previas del EAAG^{13,14} y pueden resumirse en tres niveles de análisis. A nivel sintomatológico, no se identifican efectos significativos en la reducción de los síntomas globales (total de las escalas específicas de TDAH) ni de los síntomas de hiperactividad/impulsividad. La falta de atención se reduce después del ECI, incluso cuando se compara con los grupos control semi-

activos, aunque la magnitud de esta mejora es muy modesta (tanto cuando se utilizan medidas de evaluación probablemente no ciegas a la asignación del tratamiento como especialmente cuando se emplean medidas probablemente ciegas). Estos resultados sugieren que la ECI tiene un impacto reducido en la mejora de los síntomas nucleares del TDAH. Se debe reseñar que la reducción sintomatológica asociada con el ECI es marcadamente inferior a la observada tras el tratamiento farmacológico (especialmente con estimulantes), cuando se comparan los tamaños de los efectos reportados por los distintos estudios meta-analíticos^{12,15-16}.

A nivel *neuropsicológico*, se observa una mejora significativa en el funcionamiento de la memoria de trabajo tras el ECI, tanto a nivel verbal como especialmente visoespacial¹². La memoria de trabajo es, sin duda, el dominio neurocognitivo más entrenado en el ECI y que, por tanto, mayor número de ECA ha generado. Asimismo, se observan efectos significativos en la inhibición de respuesta tras el ECI cuando se compara con grupos control semiactivos. En el resto de los dominios neurocognitivos, no se estiman mejoras significativas tras el entrenamiento, aunque existe heterogeneidad en los resultados que sugieren cautela y una mayor investigación al respecto. Los beneficios del ECI a nivel neurocognitivo no parecen transferirse a otras situaciones, dado que los efectos observados en el propio contexto donde se aplica el entrenamiento se reducen drásticamente cuando se valoran en contextos distales a la intervención. Estos datos señalan la escasa transferencia y generalización del ECI como uno de sus principales puntos débiles.

A nivel de *repercusión funcional*, no se observan efectos del ECI en habilidades académicas como la lectura (fluidez y comprensión) y las matemáticas (cálculo aritmético)¹². Los efectos de las intervenciones, incluido el ECI, sobre otros posibles dominios funcionales apenas se han examinado.

Con todo, la evidencia más completa y rigurosa disponible en la actualidad sobre los efectos del ECI en el TDAH no respalda actualmente su empleo como tratamiento único del trastorno¹². Por ello, este tipo de intervención no debe representar actualmente una alternativa terapéutica

a los tratamientos de primera línea del trastorno^{1,17}: intervención farmacológica (estimulantes y, en segundo lugar, no estimulantes), intervención psicológica (principalmente, entrenamiento a padres/profesores en modificación de conducta en el caso de niños; terapia cognitivo-conductual en adolescentes/adultos) y *entrenamiento en habilidades organizacionales*. El *entrenamiento en habilidades organizacionales* puede considerarse una intervención neuropsicológica-psicoeducativa porque incluye el entrenamiento de varias funciones ejecutivas aplicadas a contextos reales (principalmente, al aprendizaje/estudio) como las habilidades de planificación, gestión del tiempo y organización. Dentro de esta intervención se aplican además técnicas psicológicas (principalmente, conductuales) para ayudar a adquirir y consolidar estas habilidades. No se realiza a través de medios informatizados (véase también guías clínicas de AACPA, AAP o SCCAP, entre otras).

Entrenamiento cognitivo informatizado en el TDAH: limitaciones y direcciones futuras

La marcada complejidad y heterogeneidad del TDAH en múltiples niveles (etiológico, neuropsicológico, sintomatológico o en relación con la repercusión funcional -cuántos y qué dominios funcionales están afectados-) sugiere que intervenciones únicas y demasiado específicas, como el ECI, resulten inadecuadas o insuficientes para conseguir los fines terapéuticos. Además, se debe tener en cuenta que, en la mayoría de los casos, el TDAH se presenta junto con uno o más trastornos comórbidos entre los que se encuentran trastornos específicos de aprendizaje, trastornos de conducta, trastornos afectivos, trastornos del lenguaje y la comunicación o trastornos del desarrollo intelectual¹⁸. Por ello, intervenciones holísticas e integrales que tengan en cuenta el conjunto de dificultades de cada persona con TDAH, incluyendo además el tratamiento de factores contextuales más allá del propio individuo (p. ej., interacción paciente-familia, paciente-iguales o paciente-demandas escolares), resultan necesarias en la mayoría de los casos para lograr los objetivos terapéuticos.

Dentro de la intervención neuropsicológica, el ECI está especialmente bien situado para es-

timular los procesos cognitivos de una manera sistemática y adaptativa. Sin embargo, muestra limitaciones para dar respuesta a otros aspectos fundamentales de este tipo de intervención como la transferencia y generalización de las habilidades entrenadas para conseguir reducir la repercusión funcional en los dominios afectados, la incorporación de factores motivacionales y emocionales (los cuales juegan un papel importante en el TDAH), el entrenamiento de habilidades ejecutivas de alto nivel y meta-cognitivas que también están habitualmente implicadas en el trastorno, la incorporación de la familia y/o educadores, el entrenamiento de habilidades de compensación o la consideración de las demandas del entorno en el entrenamiento. De este modo, desde nuestro punto de vista, el ECI debería realizarse actualmente dentro de una intervención neuropsicológica más amplia, no informatizada y guiada por modelos teóricos sólidos que permita desarrollar el conjunto de pilares básicos de este tipo de aproximación terapéutica. En este punto, no cabe duda de que se requiere una mayor investigación que examine tanto los efectos de la intervención neuropsicológica en el TDAH más allá del ECI como los efectos adicionales del ECI en intervenciones neuropsicológicas más completas.

Finalmente, con respecto al propio ECI, existe una enorme heterogeneidad incluso en programas que a priori estimulan un mismo dominio neurocognitivo (p.ej., memoria de trabajo o inhibición) con diferencias cruciales en la definición del proceso a entrenar, los modelos teóricos que los sustentan y el grado de influencia sobre dominios funcionales. En este sentido, se debe ser cauto con las conclusiones de las revisiones meta-analíticas porque agrupan entrenamientos neurocognitivos muy dispares con distintos

niveles de fundamentación teórica. Por ello, se recomienda valorar la evidencia presente y futura de cada entrenamiento por separado, tanto de los programas existentes como especialmente de los que puedan desarrollarse en el futuro. Por otro lado, existen cuestiones interesantes por explorar como la posibilidad de personalizar los entrenamientos en función del perfil neuropsicológico de cada individuo con TDAH o de comenzar el ECI en edades más tempranas donde se estiman que pueden existir ganancias en el tratamiento¹⁹, especialmente cuando se combinan con intervenciones más globales basadas en el juego que incluyen entrenamiento neurocognitivo y conductual en contextos reales²⁰.

Conclusión

El ECI no dispone actualmente de suficiente evidencia empírica para considerarse un tratamiento único o alternativo a las intervenciones de primera elección del TDAH. Sus efectos son limitados y modestos y no se estiman que se transfieran y generalicen a contextos reales. La complejidad y heterogeneidad del trastorno predice que este tipo de intervenciones sean insuficientes por sí mismas para mejorar el trastorno. Por ello, se requieren nuevas investigaciones que valoren los efectos adicionales del ECI en intervenciones neuropsicológicas más holísticas, integrales y ecológicas. La lógica de la intervención neuropsicológica se asienta en una evidencia sólida y existen posibilidades de mejora de los propios entrenamientos por lo que es un ámbito de investigación con potencial interés y utilidad traslacional en el TDAH.

Agradecimientos: Este trabajo se ha realizado con el apoyo del proyecto PID2022-141420NB-I00 del Ministerio de Ciencia e Innovación, la Agencia Estatal de Investigación y por el FEDER.

Bibliografía

1. Faraone SV, Banaschewski T, Coghill D, et al. The World Federation of ADHD International Consensus Statement: 208 Evidence-based conclusions about the disorder. *Neurosci Biobehav Rev* 2021; 128: 789-818.
2. Fernández-Jaén A, Fernández-Mayoralas DM, Fernández Perrone AL, et al. Disfunción en el trastorno por déficit de atención/hiperactividad: evaluación y respuesta al tratamiento. *Rev Neurol* 2016; 62: 79-84.
3. Coghill D. Acknowledging complexity and heterogeneity in causality—implications of recent insights into neuropsychology of childhood disorders for

- clinical practice. *J Child Psychol Psychiatry* 2014; 55: 737-40.
4. Pievsky MA, McGrath RE. The neurocognitive profile of attention-deficit/hyperactivity disorder: A review of meta-analyses. *Arch Clin Neuropsychol* 2018; 33: 143-57.
 5. Samea F, Soluki S, Nejati V, et al. Brain alterations in children/adolescents with ADHD revisited: A neuroimaging meta-analysis of 96 structural and functional studies. *Neurosci Biobehav Rev* 2019; 100: 1-8.
 6. Kofler MJ, Harmon SL, Aduen PA, et al. Neurocognitive and behavioral predictors of social problems in ADHD: A Bayesian framework. *Neuropsychology* 2018; 32: 344.
 7. Kofler MJ, Spiegel JA, Soto EF, Irwin LN, Wells EL, Austin KE. Do working memory deficits underlie reading problems in attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD)? *J Abnorm Child Psychol* 2019; 47: 433-46.
 8. Soto EF, Irwin LN, Chan ES, Spiegel JA, Kofler MJ. Executive functions and writing skills in children with and without ADHD. *Neuropsychology*. 2021; 35: 792.
 9. Albert J, Sánchez-Carmona AJ, López-Martín S, et al. Déficit neuropsicológicos, intensidad sintomática y repercusión funcional en el trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Medicina (B Aires)* 2022; 82: 23-7.
 10. Kollins SH, DeLoss DJ, Cañadas E, et al. A novel digital intervention for actively reducing severity of paediatric ADHD (STARS-ADHD): a randomised controlled trial. *Lancet Digit Health* 2020; 2: e168-e178.
 11. Evans SW, Beauchaine TP, Chronis-Tuscano A, et al. The efficacy of cognitive videogame training for ADHD and what FDA clearance means for clinicians. *Evid Based Pract Child Adolesc Ment Health* 2021; 6: 116-30.
 12. Westwood SJ, Parlatini V, Rubia K, Cortese S, Sonuga-Barke EJ, EAGG. Computerized cognitive training in attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): a meta-analysis of randomized controlled trials with blinded and objective outcomes. *Mol Psychiatry* 2023; 28: 1402-14.
 13. Sonuga-Barke EJ, Brandeis D, Cortese S, et al. Non pharmacological interventions for ADHD: systematic review and meta-analyses of randomized controlled trials of dietary and psychological treatments. *Am J Psychiatry* 2013; 170: 275-89.
 14. Cortese S, Ferrin M, Brandeis D, et al. Cognitive training for attention-deficit/hyperactivity disorder: meta-analysis of clinical and neuropsychological outcomes from randomized controlled trials. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 2015; 54: 164-74.
 15. Cortese S, Adamo N, Del Giovane C, et al. Comparative efficacy and tolerability of medications for attention-deficit hyperactivity disorder in children, adolescents, and adults: a systematic review and network meta-analysis. *Lancet Psychiatry* 2018; 5: 727-38.
 16. Oh S, Choi J, Han DH, Kim E. Effects of game-based digital therapeutics on attention deficit hyperactivity disorder in children and adolescents as assessed by parents or teachers: a systematic review and meta-analysis. *Eur Child Adolesc Psychiatry* 2024; 33: 481-93.
 17. Chacko A, Merrill BM, Kofler MJ, Fabiano GA. Improving the efficacy and effectiveness of evidence-based psychosocial interventions for attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) in children and adolescents. *Transl Psychiatry* 2024; 14(1): 244.
 18. Larson K, Russ SA, Kahn RS, Halfon N. Patterns of comorbidity, functioning, and service use for US children with ADHD, 2007. *Pediatrics* 2011; 127: 462-70.
 19. Pauli-Pott U, Mann C, Becker K. Do cognitive interventions for preschoolers improve executive functions and reduce ADHD and externalizing symptoms? A meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur Child Adolesc Psychiatry* 2021; 30: 1503-21.
 20. Halperin JM, Marks DJ, Chacko A, et al. Training executive, attention, and motor skills (TEAMS): A preliminary randomized clinical trial of preschool youth with ADHD. *J Abnorm Child Psychol* 2020; 48: 375-89.