

*Intervention programs based on new technologies for children and adolescents with ADHD: a systemic review**

Kattia Cabas-Hoyos
Pablo Alejandro Figueroa
Yaninis González-Bracamonte

Kattia Cabas-Hoyos**
Pablo Alejandro Figueroa***
Yaninis González-Bracamonte****

- * Artículo derivado del Proyecto de investigación “Eficacia de la realidad virtual para la intervención del TDAH en adolescentes escolarizados de la ciudad de Santa Marta”. Grupo de Investigación Cognición y Educación. Universidad del Magdalena, 2021.
- ** Doctora en Psicología con orientación en Neurociencia Cognitiva. Grupo de Investigación Cognición y Educación de la Universidad del Magdalena, Colombia. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1548-9430> Correspondencia: kcabas@unimagdalena.edu.co
- *** Doctor en Computer Science. Profesor asociado al Departamento de Ingeniería de sistemas y computación, Universidad de los Andes, Colombia. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5412-8630> Correspondencia: pfiguero@uniandes.edu.co
- **** Psicóloga, Joven investigadora de la Universidad del Magdalena, Colombia. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1273-0399> Correspondencia: gonzalezyaninis@gmail.com

Programas de intervención basados en tecnologías para niños y adolescentes diagnosticados con TDAH: una revisión sistemática*

Recibido: noviembre 16 de 2020 | Revisado: diciembre 20 de 2020 | Aprobado: julio 11 de 2022

Cómo citar este artículo: Cabas-Hoyos, K., Figueroa, P.A. & González-Bracamonte, Y. (2021). Programas de intervención basados en tecnologías para niños y adolescentes diagnosticados con TDAH: una revisión sistemática. *Tesis Psicológica*, 17(1), 188-205. <https://doi.org/10.37511/tesis.v17n1a10>

ABSTRACT

Background: Attention Deficit / Hyperactivity Disorder (ADHD) is one of the most frequent conditions in the school-age population with a prevalence of 5%, manifesting itself in three ways: the combined presentation, predominantly with inattention and the presentation predominantly hyperactive / impulsive. Study objectives: this study aimed to carry out a systematic review of the literature to analyze the effectiveness of intervention programs based on technologies such as virtual reality, augmented reality, serious games and video games for children and adolescents diagnosed with ADHD. Methodology: a systematic search was carried out in the PubMed, ScienceDirect and Scielo databases of those studies published between 2016 and 2021. Of a total of 183 articles identified, 21 met the inclusion or exclusion criteria. The parameters of Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) were followed, and the JBI Critical Appraisal Checklist for Analytical Cross-Sectional Studies (JBI-CSS) was used to reduce biases. Results: the literature found demonstrates the effectiveness of technologies in the diagnosis, evaluation and rehabilitation of children and adolescents with ADHD. Conclusions: implementing technology-based tools allow to improve the motivation of the sample, handle different stimuli that provide learning environments, contribute to the improvement of symptoms both in the school environment and in daily life and improve skills not only cognitive but also behavioral in students. participants.

Keywords: Attention Deficit/Hyperactivity Disorder, attention, learning process, online learning, virtual reality, augmented reality, serious games, video game.

RESUMEN

Antecedentes: El Trastorno por Déficit de Atención/Hiperactividad (TDAH) es una de las afecciones más frecuentes en la población de edad escolar con una prevalencia del 5%, manifestándose de tres formas: la presentación combinada, predominante con falta de atención y la presentación predominante hiperactiva/impulsiva. Objetivos del estudio: Este estudio tuvo como objetivo realizar una revisión sistemática de la literatura con el fin de analizar la efectividad de aquellos programas de intervención basados en tecnologías como la realidad virtual, realidad aumentada, juegos serios y videojuegos para niños y adolescentes diagnosticados con TDAH. Metodología: Se realizó una búsqueda sistemática en las bases de datos PubMed, ScienceDirect y Scielo de aquellos estudios publicados entre 2016 y 2021; de un total de 183 artículos identificados, 21 cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión. Se siguieron los parámetros de Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA), y para reducir los sesgos se utilizó el checklist JBI Critical Appraisal Checklist for Analytical Cross-Sectional Studies (JBI-CSS). Resultados: La literatura encontrada demuestra la efectividad de las tecnologías en el diagnóstico, evaluación y rehabilitación de niños y adolescentes con TDAH. Conclusiones: Implementar herramientas basadas en estas tecnologías permiten mejorar la motivación de los niños y adolescentes con dicho diagnóstico; a su vez, manejar diferentes estímulos que proporcionan los entornos virtuales de aprendizaje, contribuir a la mejora de la sintomatología tanto en el ambiente escolar como en la vida cotidiana y mejorar habilidades no solo cognitivas sino conductuales en los participantes.

Palabras clave: trastorno por Déficit de Atención/Hiperactividad, atención, proceso de aprendizaje, aprendizaje en línea, realidad virtual, realidad aumentada, juegos serios, videojuego.

Introducción

El Trastorno por Déficit de Atención/Hiperactividad (TDAH) es un trastorno común en la infancia y una de las afecciones más frecuentes en la población de edad escolar con una prevalencia alrededor del 5% al 13% (Faraone *et al.*, 2015; Xu *et al.*, 2018). Según el Manual Diagnóstico y Estadístico de los trastornos mentales, 5ª edición (DSM-5) propuesto por la American Psychiatric Association (APA, 2013) este se manifiesta de tres formas: la presentación combinada, predominante con falta de atención y la presentación predominante hiperactiva/impulsiva. En el manual se incluyeron tres cambios importantes: primero, aumento de la edad de inicio de 7 a 12 años; segundo, disminución del umbral de seis a cinco síntomas para pacientes con 17 años o más; y tercero, permitir que se diagnostique el TDAH en presencia de un trastorno del espectro autista. El tercer cambio es consistente con la reconceptualización del TDAH en el DSM-5 como un trastorno del desarrollo neurológico en lugar de un trastorno del comportamiento disruptivo.

Estudios como los de Demontis *et al.* (2019) García *et al.* (2019) y Faraone *et al.* (2015) afirman que los síntomas del TDAH continúan, en el 60% de los casos, a lo largo de la vida del sujeto, afectando el área psicosocial, educativa, profesional y familiar; además, relacionan las bases y el origen del trastorno con un deterioro de las funciones ejecutivas (FE), debido a la dificultad de los sujetos en controlar sus impulsos, ser resistentes a la interferencia o a distractores, organizar actividades de forma secuencial y mantener el esfuerzo cognitivo (focalizado y sostenido) mientras realizan una tarea (Erskine *et al.*, 2016; Miranda *et al.*, 2016; Hall *et al.*, 2016).

Un aspecto importante dentro de la psicología aplicada son los nuevos métodos de evaluación y tratamiento de trastornos mentales usando

tecnologías como la realidad virtual (RV) (Arecas *et al.*, 2019), la realidad aumentada (RA) (Keshav *et al.*, 2019), los juegos serios (SG) (Bul *et al.*, 2018), y videojuegos (VJ) (Johnstone *et al.*, 2017). La RV consiste en una realidad creada (modelada) a partir de escenarios reales y puede ser complementada con otras fuentes de información como la auditiva o la táctil, posibilitando además la interacción con el entorno. Una de las mayores ventajas de su uso es la prevención de eventos incontrolables por tratarse de un ambiente regulado, disminuyendo los imprevistos (Rodríguez *et al.*, 2017; Climent *et al.*, 2019; Parsons *et al.*, 2017; Nolin *et al.*, 2016). La RA, por su parte, combina tanto elementos reales como virtuales, es decir, complementa la realidad en lugar de reemplazarla (Cabero & García, 2016; Schmalstieg & Höllerer, 2016).

Los SG se centran principalmente en el diseño, desarrollo, aplicación y uso de los juegos para otros fines que no sea el mero entretenimiento. Su campo es relativamente nuevo y, por lo tanto, los esfuerzos se han centrado más en evaluar su impacto en los resultados en lugar de identificar variables moderadoras que están vinculadas a dichos resultados (Bul *et al.*, 2018; Lau *et al.*, 2017). Los videojuegos (VJ), por su parte, han recibido a lo largo de los años un interés creciente para el tratamiento de afecciones psicológicas como el TDAH porque coincide con el estilo cognitivo sensible a la recompensa (Masi *et al.*, 2021; Paulus *et al.*, 2018; Weerdmeester *et al.*, 2016).

Según la literatura, el tratamiento del TDAH se ha basado en la terapia farmacológica con medicamentos como el metilfenidato, la dextroanfetamina y la pemolina, así como la terapia psicológica o una combinación de ambos enfoques. Las terapias psicológicas incluyen adaptaciones escolares, entrenamiento en habilidades sociales y rehabilitación cognitiva a través de estrategias de papel y lápiz. Otros enfoques como

la terapia del habla y la terapia familiar también han sido efectivos en el tratamiento del TDAH en niños, y en los últimos años, se ha incorporado el desarrollo e implementación de tecnologías con el fin de generar nuevas formas de intervención que faciliten el acceso a tratamientos psicológicos, permitiendo la continuidad así como una mayor frecuencia de estas en el mejoramiento de afecciones psicológicas (Bioulac et al., 2018; Storebø et al., 2018; Bashiri et al., 2017; Lau et al., 2017; Iriarte et al., 2016).

De esta manera, resulta importante analizar mediante una revisión sistemática de la literatura, el desarrollo y efectividad de los programas de intervención basados en tecnologías como la RA, RV, SG y VJ para niños y adolescentes diagnosticados con TDAH.

Metodología

Diseño y tipo de estudio

El presente artículo presenta una revisión sistemática de la literatura, es decir, un procedimiento que recopila y analiza de forma crítica estudios o trabajos de investigación, identificando, evaluando e interpretando la literatura disponible sobre un determinado tema (Bougioukas et al., 2019; Higgins & Green, 2011; Moher et al., 2007; Liberati et al., 2009), en este caso, los programas de intervención basados en nuevas tecnologías que se usan para el tratamiento del TDAH en niños y adolescentes durante los últimos 5 años.

Criterios de inclusión: artículos empíricos en inglés, portugués o español publicados entre el 2016 y el 2021. De igual forma, artículos originales que trabajaron con muestras caracterizadas por niños y/o adolescentes de edad escolar diagnosticados con TDAH; y, finalmente, estudios que implementaban tecnologías como

herramientas diagnósticas, de intervención y de tratamiento.

Criterios de exclusión: aquellos artículos cuyos participantes no eran niños o adolescentes, además de ser participantes con otro diagnóstico o sintomatología diferente a la del TDAH. Así mismo, no formaron parte de esta investigación, trabajos publicados antes del 2016, además de estudios que usaban únicamente herramientas tradicionales para intervenir o diagnosticar. Finalmente, se descartaron artículos que usaban herramientas diferentes a la RV, RA, SG y VJ.

Instrumentos

Para reducir los posibles sesgos y aumentar la calidad de los artículos incluidos en la revisión, dos pares de forma independiente examinaron los estudios mediante el checklist JBI Critical Appraisal Checklist for Analytical Cross-Sectional Studies (JBI-CSS) formulado por Moola et al. (2020). El instrumento contiene 8 ítems con opciones de respuesta “sí”, “no”, “no claro” y “no aplica”. Para efectos de su sistematización, se atribuyeron los valores (0) para “sí”, (1) para “no”, (2) para “no claro” y (3) para “no aplica”. Se incluyeron aquellas investigaciones con al menos 6 ítems (75% del total) identificados en el checklist.

La evaluación para el riesgo de sesgos fue realizada mediante el coeficiente Kappa Free-Marginal Multirater (Kfree), el cual fue usado para el análisis de concordancia entre los pares (Gwet, 2014; Randolph, 2010), siendo elegibles aquellos estudios que obtuvieron al menos el 75% de la misma con un coeficiente Kfree superior a 0.60. Los datos recolectados fueron resumidos en la Tabla 1 de la siguiente manera: autor, año de publicación, n (F/M), edad M (D.T), objetivos, medición, diseño, resultados y limitaciones. Además, fueron clasificados según la

herramienta de intervención basada en tecnologías (RV, RA, SG y VJ).

Procedimiento

Estrategia de búsqueda. Se realizó una búsqueda sistemática y de manera independiente en las bases de datos PubMed, ScienceDirect y Scielo. Se escogieron la siguiente combinación de descriptores: “*attention deficit hyperactivity disorder*” OR “*adhd*” AND “*virtual reality*” OR “*VR*”; “*attention deficit hyperactivity disorder*” OR “*adhd*” AND “*serious games*”; “*attention deficit hyperactivity disorder*” OR “*adhd*” AND “*videogames*”; “*attention deficit hyperactivity disorder*” OR “*adhd*” AND “*augmented reality*” OR “*AR*”. La búsqueda se realizó en inglés, español y portugués.

Análisis de datos. Para lograr sistematizar y analizar con criterios que aumentan la validez de la información, la calidad metodológica y a su vez reducir los sesgos en los artículos escogidos, se siguieron los parámetros de *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). Esto permite identificar, revisar, contemplar la elegibilidad de los estudios encontrados y finalmente determinar aquellos que harán parte de la revisión (Moher et al., 2009). Al seguir los pasos del grupo PRISMA y teniendo en cuenta la variabilidad de los descriptores, se disminuye el riesgo de sesgo y se aumenta la calidad metodológica de la revisión, así como la posibilidad de abarcar la mayor literatura posible que cumpla con los criterios de elegibilidad.

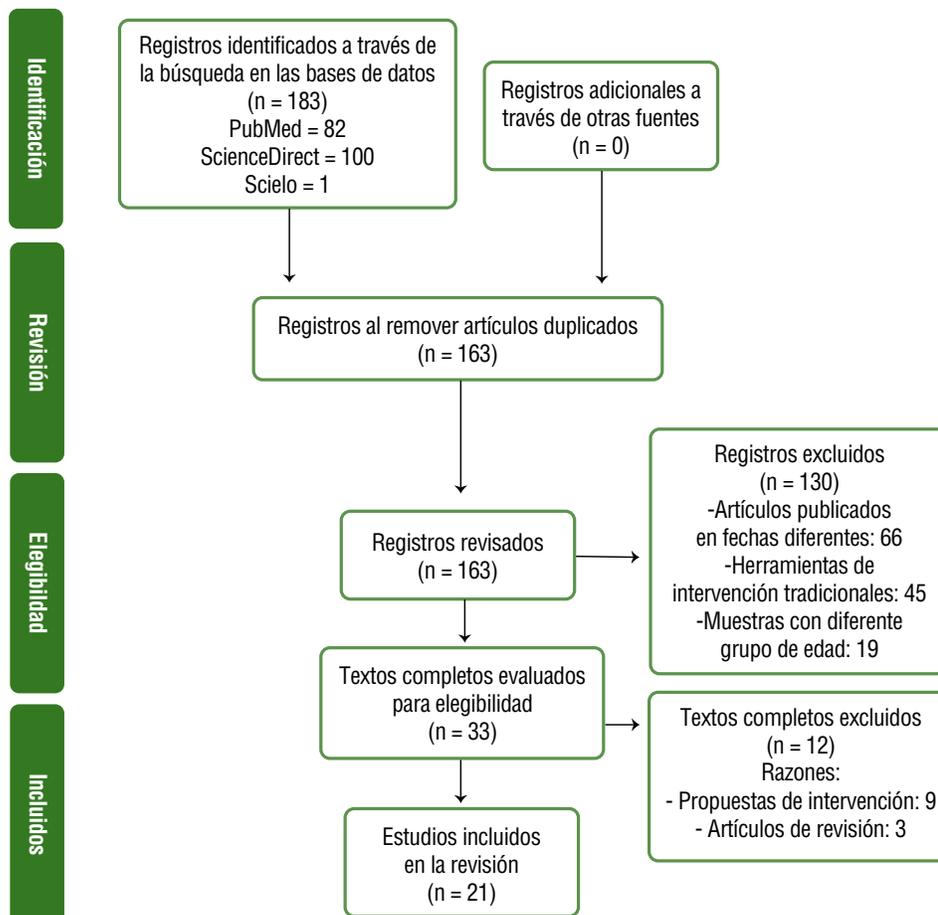
Conflicto de intereses y consideraciones éticas: los autores declaran que no existen conflictos de intereses. Esta investigación es sin riesgo debido a que se trata de una revisión de estudios que se caracteriza por el compromiso ético con la información obtenida.

Resultados

En el proceso de búsqueda (ver figura 1) fueron identificados un total de 412 artículos en las tres bases de datos mencionadas anteriormente, de los cuales, al excluir duplicados quedaron un total de 163 artículos; 130 de estos no fueron tomados en cuenta por no cumplir con los criterios de inclusión (artículos publicados en fechas diferentes, herramientas de intervención tradicionales y muestras con diferente grupo de edad). Seguidamente, se evaluaron 33 textos completos para después excluirse 12 (8 por ser propuestas de investigación y 3 por ser artículos de revisión); finalmente se seleccionaron 21 estudios para ser incluidos en la revisión (ver Tabla 1).

A partir del análisis independiente entre los pares, los 21 estudios encontrados cumplieron con los criterios de calidad para formar parte de esta investigación debido a que todos presentaron seis (75%) o más ítems del JBI-CSS. El menor índice de concordancia entre los evaluadores fue de 75% ($K_{free} = 0.67$; intervalo de confianza [IC] de 95% [0.24, 1.00]) para el artículo Negut et al., 2016; y el mayor índice fue de 100% ($K_{free} = 1.00$) para los artículos Areces et al., 2019), Coleman et al. (2019), Fang et al. (2019), Eom et al. (2019), Shema-Shiratzky et al. (2018), Robaey et al. (2016), Rodríguez et al. (2018), Keshav et al. (2019), Vahabzadeh et al. (2018), Bul et al. (2018), Avila-Pesantez et al. (2018), Bul et al. (2016), Johnstone et al. (2017), Weerdmesteret et al. (2016) y Faraone et al. (2016). Las discordancias fueron consensuadas entre los evaluadores.

Figura 1. Flujoograma PRISMA de búsqueda y selección de documentos para la revisión.



Fuente: Autores, 2023.

Tabla 1. Programas de intervención basados en tecnologías para niños y adolescentes con TDAH

Autor(es)	Año	n (F/M)*	Edad M (D.T)*	Objetivo	Medición	Diseño	Resultados	Limitaciones
Realidad virtual (RV)								
Areces et al.	(2019)	156 (70/86)	16-54 21.23 (8.04)	Explorar si una prueba de RV llamada Nesplora Aquarium puede predecir los síntomas de TDAH en adultos y adolescentes	-Adult ADHD Self-Report Scale (ASRS). -Wender Utash Rating Scale (WURS). -Nesplora Aquarium VR Test.	Transversal	El número de respuestas correctas y errores de omisión fueron variables estadísticamente significativas en la predicción de síntomas de TDAH en la prueba de RV.	Tamaño reducido de la muestra.

Autor(es)	Año	n (F/M)*	Edad M (D.T)*	Objetivo	Medición	Diseño	Resultados	Limitaciones
Coleman et al.	(2019)	15 (3/12)	6-13 10.05 (2.25)	Entrenar la memoria de trabajo en niños con TDAH mediante aula de RV	-Virtual Reality Classroom Experimental Task. -Wechsler Intelligence Scale for Children, Fourth Edition (WISC-IV). -Conners Rating Scales, Third Edition (Conners 3). -Cogmed Index Improvement.	Longitudinal (5 semanas de entrenamiento, 15 sesiones)	El entrenamiento virtual de la memoria de trabajo condujo a mejoras significativas en la atención sostenida, errores de omisión, y tiempo de reacción.	Falta de un grupo control. Pequeño tamaño y naturaleza heterogénea de la muestra.
Fang et al.	(2019)	140 TDAH: 77 (57/20) Control: 63 (49/14)	6-18 TDAH: 8.34 (1.41) Control: 8.17 (1.54)	Aplicar prueba de RV para evaluar el TDAH en niños de edad escolar	-Virtual Reality Medical Center (VRMC). -Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test (IVA-CPT). -Conners Parent Rating Scale (CPRS).	Transversal	Niños con TDAH tuvieron resultados bajos comparados con el grupo control en atención auditiva, visual, impulsos y problemas sociales. Los resultados respaldan la validez discriminante de la prueba de RV para evaluar el TDAH.	El Software de RV aún se encuentra en etapa inicial de desarrollo.
Eom et al.	(2019)	38 TDAH: 20 Control: 18	6-17 TDAH: 11.85 (2.74) Control: 12.11 (2.32)	Desarrollar una prueba de rendimiento continuo de RV que utiliza señales sociales para niños y adolescentes con TDAH	-Wechsler Intelligence Scale for Children, Third Edition (WISC-III). -ADHD Rating Scale (ADHD-RS)-IV. -Child Behavior Checklist (CBCL). -Computer-based CPT. -Virtual Reality CPT (VR-CPT).	Transversal	Relación significativa entre el TDAH y el error de omisión, error de comisión, tiempo de reacción y variabilidad de tiempo de reacción en la prueba de RV. El grupo de TDAH mostró un rendimiento comparable al grupo control para todas las medidas de la prueba de RV.	Los síntomas del TDAH se evaluaron con cuestionarios de padres, en lugar de entrevistas. Tamaño de muestra reducido.
Shema-Shiratzky et al.	(2018)	14 (3/11)	8-12 9.3 (1.2) F: 8.7 (0.5) M: 9.4 (1.3)	Entrenar mediante RV para mejorar el comportamiento y función cognitiva en niños con TDAH utilizando NeuroTrax	-Conners Parent Rating Scale – Revised (CPRS-R). -The Neuro Trax -Dual-task walking paradigm.	Longitudinal (6 semanas de entrenamiento con 18 sesiones; 6 semanas de seguimiento)	Mejoría en problemas sociales, función ejecutiva y en la memoria después del entrenamiento. No se evidenciaron cambios en la atención.	No uso de grupo control. Tamaño pequeño de muestra y varias pérdidas de niños en el seguimiento.
Rodríguez et al.	(2018)	338 (97/241) TDAH: 237 Control: 101	6-16 10.84 (3.01)	Comparar dos pruebas de rendimiento continuo para identificar el TDAH: realidad tradicional (TOVA) versus RV (Aula Nexplora).	-Aula Nexplora (VR). -Test Of Variables of Attention (TOVA).	Transversal	Los resultados indicaron que Aula Nexplora predice las presentaciones de TDAH mejor que el test tradicional TOVA. También diferencia mejor entre estudiantes con TDAH y sin TDAH.	Validez ecológica baja.
Arecos et al.	(2016)	117 (27/90) TDAH: 32 Hiperactivos: 29 Desatentos: 28 Control: 28	5-16 11.18 (3.10)	Analizar la efectividad diagnóstica de la prueba AULA Nexplora para discriminar las presentaciones de TDAH: impulsivo / hiperactivo (I / H), desatento y combinado.	-WISC-IV. -Scale for the Assessment of ADHD. -Aula Nexplora.	Transversal	AULA Nexplora permitió establecer un diagnóstico diferencial de las presentaciones de TDAH cuando se analizan en diferentes condiciones contextuales.	Tamaño de muestra reducido. No se evaluó la planificación, memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva.

Autor(es)	Año	n (F/M)*	Edad M (D.T)*	Objetivo	Medición	Diseño	Resultados	Limitaciones
Areces et al.	(2018)	88 (22/66) TDAH: 50 Control: 38	6-16 10.20 (2.79)	Analizar el perfil cognitivo y atencional de niños con y sin TDAH utilizando la herramienta de RV Aula Nexplora.	-WISC-IV. -Aula Nexplora. -Scale of the assessment of Attention Deficit Hyperactivity Disorder (EDAH).	Transversal	Comparados con el grupo control, los niños con TDAH obtuvieron puntajes más bajos en la memoria de trabajo, velocidad de procesamiento, así como peor desempeño en Aula Nexplora.	El Tamaño pequeño de la muestra dificulta examinar el poder estadístico de las variables analizadas.
Bioulac, et al.	(2018)	51 (10/41) Aula virtual: 16 Grupo metilfenidato 16 Grupo psicoterapia: 19	7-11 8.9 (1.2)	Aplicar un nuevo programa de recuperación cognitiva en un aula virtual para mejorar los síntomas en niños con TDAH.	-ADHD-RS. -Virtual classroom task assessment. -Continuous Performance Test (CPT II).	Longitudinal (6 semanas, 12 sesiones).	Después del entrenamiento, los niños exhibieron un número estadísticamente mayor de aciertos tanto en el aula virtual como en el CPT. Estas mejoras fueron equivalentes a las observadas con el tratamiento con metilfenidato.	Tamaño de muestra reducido. Los participantes fueron reclutados en una clínica ambulatoria de TDAH, un entorno que no facilita la intervención.
Díaz-Orueta et al.	(2016)	85 (19/66)	6-16 10.04 (3.01)	Evaluar la eficacia de la Lisdexanfetamina (LDX) en la mejora cognitiva y conductual de niños con TDAH mediante la prueba de RVAULA Nexplora.	-Aula Nexplora.	Longitudinal (7 meses)	Después del tratamiento, presentó mejoría significativa en atención selectiva, sostenida, focalizada, hiperactividad, además de mejoras moderadas en la impulsividad.	Ausencia de cambios en la velocidad de procesamiento que no coincide con los resultados de otros estudios sobre la eficacia del LDX.
Negut et al.	(2016)	75 (45/39) TDAH: 33 Control: 42	7-13 9.49 (1.67)	Investigar la validez diagnóstica de un aula virtual en comparación con pruebas tradicionales de rendimiento cognitivo (CPT) en niños con TDAH.	-WISC-IV. -d2 Test. -Romanian form of Raven Standard Progressive Matrices Plus. -Simulator Sickness Questionnaire (SSQ). -Cognitive Absorption Scale (CAS). -VC v2.0.3 scenario -AX-type CPT.	Transversal	Diferencias significativas entre el rendimiento en el entorno virtual y el tradicional, con tiempos de reacción más largos en la RV. Los niños con TDAH tuvieron más errores de comisiones y omisiones que los niños del grupo control.	Chicos con comorbilidad hicieron parte del estudio.
Mühlberger, et al.	(2016)	128 TDAH: 94 (n=26 medicados; n=68 no medicados) Control: 34	TDAH medicados: 11.89 (1.93) TDAH no medicados: 11.43 (1.87) Control: 12.17 (1.55)	Comparar el rendimiento de la prueba de RV AULA Nexplora entre niños medicados con TDAH, niños no medicados con TDAH y niños sanos.	-Virtual Reality Classroom (VRC) Version 1.0 -Impulsivity Venturesomeness Empathy Questionnaire (IVE). -CBCL. -VRC-CPT.	Transversal	El grupo de TDAH no medicado obtuvo más errores de omisión y tiempo de reacción más lento que el grupo de TDAH medicado y grupo Control en la prueba de aula de RV.	No consideración de evaluaciones alternativas para los efectos de distracción.
Robaey et al.	(2016)	223 (108/115)	8.43 (0.11)	Conocer las estrategias de respuesta de navegación virtual en niños con síntomas de TDAH.	-Strength-based Interview for Behavior, Parent Edition (SIB-PE). -Virtual radial-arm maze paradigm.	Transversal	Los síntomas del TDAH afectaban la estrategia de aprendizaje durante la tarea de navegación virtual.	Los niños solo mostraron algunos síntomas de TDAH, pero muy por debajo del umbral.

Autor(es)	Año	n (F/M)*	Edad M (D.T)*	Objetivo	Medición	Diseño	Resultados	Limitaciones
Realidad aumentada (RA)								
Keshav et al.	(2019)	7 (1/6)	14-18 15.6	Implementar juego de realidad aumentada (Empowered Brain) para relacionar el rendimiento con las medidas clínicas validadas del TDAH en niños.	-Empowered Brain. -Aberrant Behavior Checklist (ABC-H). -Teacher Report Form (TRF).	Longitudinal (1 semana, 4.6 sesiones por estudiante).	El rendimiento en el juego demostró una correlación altamente significativa con los problemas de conducta y con el informe del profesor de los niños con TDAH.	Validez ecológica afectada por la metodología del juego implementado. Tamaño de muestra reducido.
Vahabzadeh et al.	(2018)	8 (1/7)	7-17 15 (3.4)	Describir los cambios en los síntomas del TDAH en niños y adolescentes con TEA justo después del uso del sistema Empowered Brain (módulos Face2Face y Emotion Charades) en gafas de RA.	-ABC-H. -Empowered Brain.	Longitudinal (Seguimiento a las 24 y 48 horas).	Los síntomas de TDAH disminuyeron en un 54.9% en el grupo de síntomas de TDAH alto y en un 20% en el grupo de síntomas de TDAH bajo en 24 horas. A las 48 horas los síntomas disminuyeron en un 56.4% en el primer grupo y un 66.3% en el segundo.	No grupo control. Tamaño de muestra reducido.
Juegos serios (SG)								
Bul et al.	(2018)	143 (26/117)	9.90 (1.26)	Identificar qué subgrupos de niños con TDAH se beneficiaron más al jugar una intervención de SG Plan-It Commander para mejorar los resultados conductuales.	-Plan-It Commander. -WISC-III. -Kiddie-Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia-Lifetime version (K-SADS). -Disruptive Behavior Disorders Rating Scale (DBDRS).	Longitudinal (20 semanas)	Las niñas obtuvieron mejores habilidades de planificación y organización en el juego. Los niños con predominancia en hiperactividad también tuvieron mejoras en planificar y organizar a lo largo de las sesiones.	No se examinaron efectos a largo plazo y no se tuvo en cuenta el diagnóstico de TDAH de los padres o la motivación del niño (factores relevantes en otros estudios).
Avila-Pesantez et al.	(2018)	11 (2/9)	7-10 7.81 (1.25)	El objetivo de este artículo es mejorar la atención de los niños con TDAH y entrenarlos utilizando un prototipo de Juegos Serios de Realidad Aumentada (ARSG).	-ATHYNOS Gameplay. -Terapia tradicional	Longitudinal (1 mes, 2 sesiones cada participante por semana)	La atención y la retención de los participantes aumentaron, mejorando su tolerancia a la frustración, además de una reducción significativa del tiempo en las actividades del juego.	No registradas
Bul et al.	(2016)	170 (33/137) Grupo 1 SG: 88 Grupo 2 tratamiento tradicional: 82	8-12 9.85 (1.26)	Determinar los efectos de Plan-It Commander (SG) en las habilidades de la vida diaria de los niños con TDAH.	-Plan-It Commander. -K-SADS. -DBDRS.	Longitudinal (20 semanas)	El grupo 1 comparado con el grupo 2 logró mejoras significativas en habilidades de gestión del tiempo, habilidad social, responsabilidad y memoria de trabajo.	Los padres y profesores no estaban cegados, es decir, los niños eran libres de informar sobre las experiencias del juego.

Autor(es)	Año	n (F/M)*	Edad M (D.T)*	Objetivo	Medición	Diseño	Resultados	Limitaciones
Johnstone et al.	(2017)	85 TDAH: 44 Subclínico: 41	8-13 TDAH= 9.81 Subclínico= 9.53	Evaluar mediante entrenamiento cognitivo y neurofeedback si el videojuego Focus Pocus reduce la gravedad de los síntomas de niños con TDAH diagnosticado y TDAH subclínico.	Videojuegos -Emotiv EPOC Neuroheadset. -ADHD-RS. -Conners 3rd Edition Parent School Form (Conners 3-P). -CBCL. -Wechsler's Individual Achievement Test 2nd edition Australian Abbreviated (WIAT-II).	Longitudinal (6-8 semanas, 25 sesiones)	El entrenamiento cognitivo y neurofeedback redujeron los síntomas del TDAH tanto en niños diagnosticados como en el grupo de subclínicos según padres y maestros.	No hubo grupo control, de este modo, es posible que los efectos del entrenamiento puedan atribuirse a los efectos de placebo.
Weerdmeester et al.	(2016)	73 (15/58) TDAH: 37 Control: 36	6-13 9.77 (1.74)	Evaluar la viabilidad y efectividad de un videojuego de intervención dirigido por todo el cuerpo en la disminución síntomas del TDAH en niños.	-WISC-II. -Snijders-Oomen Nonverbal Intelligence Test. -Go/no-go task. -Movement Assessment Battery for Children (MABC-2-NL). -TDAH= "Dragon" game; Control= "Angry Birds Trilogy".	Longitudinal (3 semanas, 6 sesiones)	Mayor mejoría en el grupo de niños con TDAH comparados con el grupo control. El grupo con TDAH mostró mayor aumento de falsas alarmas (impulsividad) que el grupo control.	Pequeño tamaño de muestra y baja intensidad del entrenamiento.
Faraone et al.	(2016)	113 TDAH: 66 Control: 47	6-17	Evaluar las precisiones relativas a evaluaciones tradicionales y al videojuego "Groundskeeper" para discriminar a niños con y sin TDAH.	-Conner's Brief Rating Scale, Parent Version -CPT-II. -Groundskeeper game.	Longitudinal (17 sesiones).	La precisión diagnóstica de Groundskeeper fue tan alta como la precisión de la calificación de falta de atención de los padres de Conners y mejor que la CPT II.	Uso de un grupo control psiquiátrico medicado.

*(F/M) = (femenino/masculino); M (D.T) = Media (Desviación Típica).

Fuente: Autores, 2023.

Discusión

El objetivo del presente trabajo fue revisar sistemáticamente la literatura con el fin de identificar los estudios que implementaran programas de intervención basados en nuevas tecnologías para niños y adolescentes diagnosticados con TDAH. En este orden de ideas, 21 estudios cumplieron con los criterios de inclusión y fueron clasificados según el modelo de intervención planteado.

Según el tamaño de la muestra de los estudios seleccionados, el máximo número de participantes en los estudios revisados fue de (n= 338) y el mínimo de (n= 7). El primero fue el de Rodríguez et al. (2018) quienes además usaron la RV para comparar dos pruebas de CPT (TOVA

vs. Aula Nexplora) y así lograr identificar el TDAH en niños; el segundo fue de Keshav et al. (2019) quienes usaron la RA (Empowered Brain) para relacionar el rendimiento con las medidas clínicas del TDAH en niños.

Con relación a los objetivos, 13 investigaciones de RV se asemejaron por querer implementar un escenario de aula virtual para entrenar memoria de trabajo (Coleman et al., 2019; Shema-Shiratzky et al., 2018), identificar o diagnosticar el TDAH (Rodríguez et al., 2018; Areces et al., 2016; Negut et al., 2016), analizar el perfil cognitivo y atencional (Areces et al., 2018; Adams et al., 2009), mejorar los síntomas del trastorno (Bioulac et al., 2018; Días-Orueta et al., 2016), analizar el rendimiento de los niños

(Mühlberger et al., 2016), y examinar las estrategias de navegación de los participantes (Robaey et al., 2016). Relacionado con el diseño, 9 de los estudios fueron transversales y 4 longitudinales (Coleman et al., 2019; Shema-Shiratzky et al., 2018; Bioulac et al., 2018; Díaz-Orueta et al., 2016) empleando un mínimo de 5 semanas de tratamiento (Coleman et al., 2019) y un máximo de 7 meses (Díaz-Orueta et al., 2016).

En relación con los estudios que implementaron la RA, los dos encontrados tuvieron en común que aplicarían el mismo sistema virtual Empowered Brain: uno para relacionar el rendimiento de los niños con TDAH con medidas clínicas (Keshav et al., 2019), y el otro para describir los cambios en los síntomas del trastorno en niños y adolescentes (Vahabzadeh, 2018). Ambas investigaciones se caracterizaron por contar con un diseño longitudinal, donde el mínimo de tiempo empleado en los tratamientos fue 48 horas (Vahabzadeh et al., 2018) y el máximo de 1 semana (Keshav et al., 2019).

Aquellos estudios que implementaron los SG se asemejaron por aplicar el mismo juego (Plan-It Commander) con el objetivo de identificar cuál subgrupo de niños con TDAH se beneficiaron y mostraron mejoría en los síntomas (Bul et al., 2018). Por su parte, Bul et al. (2016) se plantearon determinar los efectos de los SG en las habilidades de la vida diaria de los participantes. Todas las investigaciones fueron longitudinales contando con un tratamiento de mínimo 4 semanas (Avila-Pesantez et al., 2018) y un máximo de 20 semanas (Bul et al., 2016; Bul et al., 2018).

Por último, en relación con las investigaciones que implementaron los videojuegos, 2 de estas evaluarían si estos contribuyen a la disminución de los síntomas del TDAH en niños (Johnstone et al., 2017; Weerdmeester et al., 2016) y, por otra parte, Faraone et al. (2016) usarían esta tecnología con el fin de conocer su precisión diagnóstica

en sujetos de 6-17 años. Todos los estudios fueron de diseño longitudinal, donde el mínimo de sesiones empleadas fue 6 (Weerdmeester et al., 2016) y el máximo 25 (Johnstone et al., 2017).

Respecto a los resultados, todos los estudios de RV confirman la eficacia de esta tecnología como herramienta para el diagnóstico (Fang et al., 2019; Areces et al., 2018), entrenamiento de funciones cognitivas como memoria de trabajo, FE o reducción de errores de omisión/comisión (Coleman et al., 2019; Shema-Shiratzky et al., 2018; Bioulac et al., 2018; Mühlberger et al., 2016) y para la mejora de problemas sociales (Fang et al., 2019; Eom et al., 2019; Shema-Shiratzky et al., 2018).

Los estudios que implementaron la RA mostraron en sus resultados no solo la mejoría de los síntomas del TDAH sino correlaciones significativas con los problemas de conducta y con el informe del profesor de los niños evaluados (Keshav et al., 2019; Vahabzadeh et al., 2018). Estas investigaciones reflejaron, además, un desempeño superior de aquellos participantes que estuvieron expuestos a RA, logrando un buen rendimiento en el tratamiento con capacidades de obtener recompensa.

Del mismo modo, los resultados del uso de SG en las investigaciones apuntan a la importancia de estos no solo para mejorar habilidades de planificación y organización, sino para entrenar habilidades sociales y memoria de trabajo (Bul et al., 2018, 2016). Por otra parte, para el caso de las intervenciones con videojuegos, de 5 estudios revisados, 3 llegaron a la conclusión de la efectividad de estos al reducir la sintomatología del TDAH en sus muestras (Johnstone et al., 2017; Weerdmeester et al., 2016; Rijo et al., 2015), y dos estudios resaltaron la capacidad de estos al diagnosticar con precisión las tres presentaciones del trastorno (Faraone et al., 2016; Heller et al., 2013).

Por último, en lo que respecta a las limitaciones, de los 13 estudios que implementaron la RV, 7 se caracterizaron por tener un tamaño reducido de muestra (Arecas et al., 2019; Coleman et al., 2019; Eom et al., 2019; Shema-Shiratzky et al., 2018; Arecas et al., 2016; Arecas et al., 2018; Bioulac et al., 2018), así como ausencia de grupo control (Coleman et al., 2019; Shema-Shiratzky et al., 2018). Estas limitaciones fueron semejantes a los estudios de RA, donde hubo un tamaño pequeño de participantes además de la no utilización de grupo control (Keshav et al., 2019; Vahabzadeh et al., 2018).

En cuanto a los límites de los estudios que implementaron SG, uno de ellos no examinó los efectos a largo plazo de la rehabilitación (Bul et al., 2018), siendo esto un factor relevante en otros estudios de intervención. En el otro estudio, los padres y profesores no estaban cegados (Bul et al., 2016), por lo que los niños tenían la libertad de informar sobre las experiencias del juego. Por último, aquellas investigaciones que usaron videojuegos compartieron en común su número limitado de participantes (Weerdmeester et al., 2016; Rijo et al., 2015) así como la ausencia de grupo control (Johnstone et al., 2017).

Conclusión

La investigación muestra resultados eficaces en la rehabilitación del TDAH producto de la implementación de tecnologías, por lo que se hace relevante la continuidad de estudios empíricos sobre este tema para así promover la creación y avance de nuevos conocimientos que ya están siendo aplicados en la Neuropsicología, Psicología Clínica y la Psicología Educativa.

Además de hallar resultados positivos de la RV, RA, SG y VJ en los participantes, estudios como los de Faraone et al. (2016), Johnstone et al. (2017), Arecas et al. (2016), Negut et al. (2016), Robaey et al. (2016), Shema-Shiratzky et al. (2018) y Bul et al. (2016) concluyeron que la implementación de estas herramientas son efectivas para: (1) diagnosticar y rehabilitar de forma tan precisa como los métodos tradicionales de intervención; (2) proporcionar una interacción centrada en la retroalimentación; (3) mejorar la motivación de los usuarios mediante entornos agradables y fáciles de usar; (4) implementar diferentes pruebas neuropsicológicas según lo requieran los terapeutas; (5) manejar diferentes estímulos que permiten tanto a la RV, RA, SG y a los VJ desarrollar estrategias de diagnóstico, evaluación y rehabilitación; (6) proporcionar entornos de aprendizaje que minimizan las omisiones y comisiones de los evaluados; (8) contribuir a la mejora de la sintomatología tanto en el ambiente escolar como en la vida cotidiana de los evaluados; y (7) mejorar las habilidades no solo cognitivas sino conductuales de los niños y adolescentes con TDAH.

Esta revisión posee ciertas limitaciones dentro de las cuales se encuentra la exclusión de otras herramientas de intervención basadas en tecnologías como la videoconferencia, de igual forma, solo se enfocó en un grupo de edad específico, lo cual reduce las posibilidades de conocer y comparar la eficacia de las tecnologías empleadas en población adulta durante los últimos 5 años. Así mismo, solamente se encontraron investigaciones donde la efectividad de las tecnologías se comparaba con intervenciones tradicionales o farmacológicas. Sería relevante para futuros estudios tener en cuenta intervenciones combinadas entre tecnologías y fármacos o terapia tradicional en una misma población.

Referencias

- Adams, R., Finn, P., Moes, E., Flannery, K. & Rizzo, A. (2009). Distractibility in Attention/Deficit/ Hyperactivity Disorder (ADHD): The Virtual Reality Classroom. *Child Neuropsychology*, 2(5), 291-298. <https://doi.org/10.1080/09297040802169077>
- American Psychiatric Association, APA. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). American Psychiatric Publishing. <https://www.psychiatry.org/psychiatrists/practice/dsm>
- Areces, D., Dockrell, J., García, T., González-Castro, P. & Rodríguez, C. (2018). Analysis of cognitive and attentional profiles in children with and without ADHD using an innovative virtual reality tool. *PLoS ONE*, 13(8), 1-18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201039>
- Areces, D., García, T., Cueli, M. & Rodríguez, C. (2019). Is a Virtual Reality Test Able to Predict Current and Retrospective ADHD Symptoms in Adulthood and Adolescence? *Brain Sciences*, 9(10), 1-8. <https://doi.org/10.3390/brainsci9100274>
- Areces, D., Rodríguez, C., García, T., Cueli, M. & González-Castro, P. (2016). Efficacy of a Continuous Performance Test Based on Virtual Reality in the Diagnosis of ADHD and Its Clinical Presentations. *Journal of Attention Disorders*, 22(11), 1081-1091. <https://doi.org/10.1177/1087054716629711>
- Avila-Pesantez, D., Vaca-Cardenas, L., Rivera, L.A., Aguayo, S. & Zuñiga, L. (2018, del 17 al 20 de abril). Towards the Improvement of ADHD Children through Augmented Reality Serious Games: Preliminary Results. *EDUCON2021 – IEEE Global Engineering Education* [Conference]. Santa Cruz de Tenerife, España. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8363318>
- Bashiri, A., Ghazisaeedi, M. & Shahmoradi, L. (2017). The opportunities of virtual reality in the rehabilitation of children with attention deficit hyperactivity disorder: a literature review. *Korean Journal of Pediatrics*, 60(11), 337-343. <https://doi.org/10.3345/kjp.2017.60.11.337>
- Bioulac, S., De Sevin, E., Sagaspe, P., Claret, A., Philip, P., Micoulaud-Franchi, J. A. & Bouvard, M. P. (2018). What do virtual reality tools bring to child and adolescent psychiatry? *L'Encephale*, 44(3), 280-285. <https://doi.org/10.1016/j.encep.2017.06.005>
- Bioulac, S., Micoulaud-Franchi, J. A., Maire, J., Bouvard, M. P., Rizzo, A. A., Sagaspe, P. & Philip, P. (2018). Virtual Remediation Versus Methylphenidate to Improve Distractibility in Children With ADHD: A Controlled Randomized Clinical Trial Study. *Journal of Attention Disorders*, 24(2), 326-335. <https://doi.org/10.1177/1087054718759751>

- Bougioukas, K.I., Bouras, E., Apostolidou-Kiouti, F., Kokkali, S., Arvanitidou M. & Haidich, A. B. (2019). Reporting guidelines on how to write a complete and transparent abstract for overviews of systematic reviews of health care interventions. *Journal of Clinical Epidemiology*, 106(1), 70-79. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2018.10.005>
- Bul, K. C. M., Doove, L. L., Franken, I. H. A., Oord, S. V., Kato, P. M. & Maras, A. (2018). A serious game for children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder: Who benefits the most? *PLoS ONE*, 13(3), 1-18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193681>
- Bul, K. C., Kato, P. M., Van Der Oord, S., Danckaerts, M., Vreeke, L. J., Willems, A., van Oers, H. J., Van Den Heuvel, R., Birnie, D., Van Amelsvoort, T. A., Franken, I. H. & Maras, A. (2016). Behavioral Outcome Effects of Serious Gaming as an Adjunct to Treatment for Children With Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Medical Internet Research*, 18(2), 1-26. <https://doi.org/10.2196/jmir.5173>
- Cabero, J. & García, F. (2016). *Realidad aumentada. Tecnología para la formación*. Síntesis. <https://www.sintesis.com/data/indices/9788490772584.pdf>
- Coleman, B., Marion, S., Rizzo, A., Turnbull, J. & Nolty, A. (2019). Virtual Reality Assessment of Classroom-Related Attention: An Ecologically Relevant Approach to Evaluating the Effectiveness of Working Memory Training. *Frontiers in Psychology*, 10(1), 1-9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01851>
- Climent, G., Rodríguez, C., García, T., Areces, D., Mejías, M., Aierbe, A., Moreno, M., Cueto, E., Castellá, J. & Feli González, M. (2019). New virtual reality tool (Nesplora Aquarium) for assessing attention and working memory in adults: A normative study. *Applied Neuropsychology Adult*, 28(4), 403-415. <https://doi.org/10.1080/23279095.2019.1646745>
- Demontis, D., Walters, R. K., Martin, J., Mattheisen, M., Als, T.D., Agerbo, E., Baldursson, G., Belliveau, R., Bybjerg-Grauholm, J., Bækvad-Hansen, M., Cerrato, F., Chambert, K., Churchhouse, C., Dumont, A., Eriksson, N., Gandal, M., Goldstein, J. I., Grasby, K.L., Grove, J.,... & Neale, B. M. (2019). Discovery of the first genome-wide significant risk loci for attention deficit/hyperactivity disorder. *Nature Genetics*, 51(1), 63-75. <https://doi.org/10.1038/s41588-018-0269-7>
- Díaz-Orueta, U., Fernández-Fernández, M. A., Morillo-Rojas, M. D. & Climent, G. (2016). Efficacy of lisdexamphetamine to improve the behavioural and cognitive symptoms of attention deficit/hyperactivity disorder: treatment monitored by means of the AULA Nesplora virtual reality test. *Revista Neurología*, 63(1), 19-27. <https://doi.org/10.33588/rn.6301.2015488>

- Eom, H., Kim, K. K., Lee, S., Hong, Y. J., Heo, J., Kim, J. J. & Kim, E. (2019). Development of Virtual Reality Continuous Performance Test Utilizing Social Cues for Children and Adolescents with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Cyberpsychology, Behavior and Social Networking*, 22(3), 198-204. <https://doi.org/10.1089/cyber.2018.0377>
- Erskine, H. E., Norman, R. E., Ferrari, A. J., Chan, G. C., Copeland, W. E., Whiteford, H. A. & Scott, J. G. (2016). Long-term outcomes of attention-deficit/ hyperactivity disorder and conduct disorder: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 55(10), 841-50. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2016.06.016>
- Fang, Y., Han, D. & Luo, H. (2019). A virtual reality application for assessment for attention deficit hyperactivity disorder in School-aged children. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 15(1), 1517-1523. <https://doi.org/10.2147/NDT.S206742>
- Faraone, S. V., Asherson, P., Banaschewski, T., Biederman, J., Buitelaar, J. K., Ramos-Quiroga, J. A., Rohde, L. A., Sonuga-Barke, E. J., Tannock, R. & Franke, B. (2015). Attention-deficit/hyperactivity disorder. *Natural Reviews Disease Primers*, 6(1), 1-23. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2015.20>
- Faraone, S. V., Newcorn, J. H., Antshel, K. M., Adler, L., Roots, K. & Heller, M. (2016). The Groundkeeper Gaming Platform as a Diagnostic Tool for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Sensitivity, Specificity, and Relation to Other Measures. *Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology*, 26(8), 672-685. <https://doi.org/10.1089/cap.2015.0174>
- García, T., Rodríguez, C., Rodríguez, J., Fernández-Suárez, A., Richarte, V. & Ramos-Quiroga, J. A. (2019). Psychosocial profiles of adults with ADHD: A comparative study of prison and outpatient psychiatric samples. *The European Journal of Psychology Applied to Legal Context*, 11(1), 41-49. <https://doi.org/10.5093/ejpalc2018a14>
- Gwet, K. L. (2014). *Handbook of Inter-Rater Reliability: The Definitive Guide to Measuring the Extent of Agreement*. Advanced Analytics LLC. https://www.researchgate.net/publication/267922774_Handbook_of_inter-rater_reliability_The_definitive_guide_to_measuring_the_extent_of_agreement_among_raters
- Hall, C. L., Valentine, A. Z., Groom, M. J., Walker, G. M., Sayal, K., Daley, D. & Hollis, C. (2016). The clinical utility of the continuous performance test and objective measures of activity for diagnosing and monitoring ADHD in children: A systematic review. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 25(7), 677-699. <https://doi.org/10.1007/s00787-015-0798-x>
- Heller, M. D., Roots, K., Srivastava, S., Schumann, J., Srivastava, J. & Hale, S. (2013). A Machine Learning-Based Analysis of Game Data for Attention Deficit Hyperactivity Disorder Assessment. *Games for Health Journal*, 2(5), 291-298. <https://doi.org/10.1089/g4h.2013.0058>

- Higgins, J. & Green, S. (2011). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1.0*. The Cochrane Collaboration. <https://www.cochrane-handbook.org/>
- Iriarte, Y., Diaz-Orueta, U., Cueto, E., Irazustabarrena, P., Banterla, F. & Climent, G. (2016). AULA-advanced virtual reality tool for the assessment of attention: Normative study in Spain. *Journal of Attention Disorders*, 20(6), 542-568. <https://doi.org/10.1177/1087054712465335>
- Johnstone, S. J., Roodenrys, S. J., Johnson, K., Bonfield, R. & Bennett, S. J. (2017). Game-based combined cognitive and neurofeedback training using Focus Pocus reduces symptom severity in children with diagnosed AD/HD and subclinical AD/HD. *International Journal of Psychophysiology*, 116(1), 32-44. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2017.02.015>
- Keshav, N. U., Vogt-Lowell, K., V., Vahabzadeh, A. & Sahin, N. T. (2019). Digital Attention-Related Augmented-Reality Game: Significant Correlation between Student Game Performance and Validated Clinical Measures of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD). *Children (Basel, Switzerland)*, 6(6), 1-13. <https://doi.org/10.3390/children6060072>
- Lau, H. M., Smit, J. H., Fleming, T. M. & Riper, H. (2017). Serious Games for Mental Health: Are They Accessible, Feasible, and Effective? A Systematic Review and Meta-analysis. *Frontiers in Psychiatry*, 7(1), 1-13. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2016.00209>
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J. & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Journal of Clinical Epidemiology*, 62(1), 1-34. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.006>
- Masi, L., Abadie, P., Herba, C., Emond, M., Gingras, M-P. & Amor, L. B. (2021). Video Games in ADHD and Non-ADHD Children: Modalities of Use and Association With ADHD Symptoms. *Frontier in Pediatrics*, 9(1), 1-10. <https://doi.org/10.3389/fped.2021.632272>
- Miranda, A., Colomer, C., Berenguer, C., Roselló, R. & Roselló, B. (2016). Substance use in young adults with ADHD: Comorbidity and symptoms of inattention and hyperactivity/impulsivity. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 16(2), 157-165. <https://doi.org/10.1016/j.ijchp.2015.09.001>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G. & The Prisma Group. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Medicine*, 6(7), 1-6. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Moher, D., Tetzlaff, J., Tricco, A. C., Sampson, M., & Altman, D. G. (2007). Epidemiology and Reporting Characteristics of Systematic Reviews. *PLoS MEDICINE*, 4(3), 0047-0455. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0040078>

- Moola, S., Munn, Z., Tufanaru, C., Aromataris, E., Sears, K., Sfetcu, R., Currie, M., Qureshi, R., Mattis, P., Lisy, K. & Mu, P. F. (2020). Chapter 7: Systematic review of etiology risk: Analytical cross-sectional studies Critical Appraisal Tool. In E. Aromataris, Z. Munn (Eds.), *Joanna Briggs Institute Reviewer's Manual* (pp. 1-5). JBI. https://jbi.global/sites/default/files/2019-05/JBI_Critical_Appraisal-Checklist_for_Analytical_Cross_Sectional_Studies2017_0.pdf
- Mühlberger, A., Jekel, K., Probst, T., Schecklmann, M., Conzelmann, A., Andreatta, M., Rizzo, A. A., Pauli, P. & Romanos, M. (2016). The Influence of Methylphenidate on Hyperactivity and Attention Deficits in Children With ADHD: A Virtual Classroom Test. *Journal of Attention Disorders*. <https://doi.org/10.1177/1087054716647480>
- Negut, A., Jurma, A. M. & David, D. (2016). Virtual-reality-based attention assessment of ADHD: ClinicaVR: Classroom-CPT versus a traditional continuous performance test. *Child Neuropsychology*, 23(6), 692-712. <https://doi.org/10.1080/09297049.2016.1186617>
- Nolin, P., Stipanovic, A., Henry, M., Lachapelle, Y., Lussier-Desrochers, D., Rizzo, A. S. & Philippe, A. (2016). ClinicaVR: Classroom-CPT: a virtual reality tool for assessing attention and inhibition in children and adolescents. *Computers in Human Behavior*, 59(1), 327-333. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.02.023>
- Parsons, T. D., Carlew, A. R., Magtoto, J. & Stonecipher, K. (2017). The potential of function-led virtual environments for ecologically valid measures of executive function in experimental and clinical neuropsychology. *Neuropsychological Rehabilitation*, 27(5), 777-807. <https://doi.org/10.1080/09602011.2015.1109524>
- Paulus, F. W., Ohmann, S., von Gontard, A. & Popow, C. (2018). Internet gaming disorder in children and adolescents: a systematic review. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 60(7), 645-659. <https://doi.org/10.1111/dmcn.13754>
- Randolph, J. (2010). *Free-Marginal Multirater Kappa (multirater-free): An Alternative to Fleiss' Fixed-Marginal Multirater Kappa*. https://www.researchgate.net/publication/224890485_Free-Marginal_Multirater_Kappa_multirater_kfree_An_Alternative_to_Fleiss_Fixed-Marginal_Multirater_Kappa
- Rijo, R., Costa, P., Machado, P., Bastos, Matos, P., Silva, A., Ferrinho, J., Almeida, N., Oliveira, A., Xavier, S., Santos, S., Oliveira, C., Brites, S., Martins, V., Pereira, A. & Fernandes, S. (2015). Mysterious Bones Unearthed: Development of an Online Therapeutic serious Game for Children with Attention Deficit-hyperactivity Disorder. *Procedia Computer Science*, 64(1), 1208-1216. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.08.512>
- Robaey, P., McKenzie, S., Schachar, R., Boivin, M. & Bohbot, V. D. (2016). Stop and look! Evidence for a bias towards virtual navigation response strategies in children with ADHD symptoms. *Behavioural Brain Research*, 298(1), 48-54. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2015.08.019>

- Rodríguez, C., Areces, D., García, T., Cueli, M. & González-Castro, P. (2018). Comparison between two continuous performance tests for identifying ADHD: Traditional vs. virtual reality. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 18(3), 254-263. <https://doi.org/10.1016/j.ijchp.2018.06.003>
- Rodríguez, C., García, T. & Areces, D. (2017). New and Future Challenges Concerning the Use of Virtual Reality Tools for Assessing ADHD. *Current Developmental Disorders Reports*, 4(1), 8-10. <https://doi.org/10.1007/s40474-017-0103-4>
- Schmalstieg, D. & Höllerer, T. (2016). *Augmented reality: principles and practice*. Addison-Wesley. <https://arbook.icg.tugraz.at/Schmalstieg-2016-AW>
- Shema-Shiratzky, S., Brozgol, M., Cornejo-Thumm, P., Geva-Dayan, K., Rotstein, M., Leitner, Y., Hausdorff, J. M. & Mirelman, A. (2018). Virtual reality training to enhance behavior and cognitive function among children with attention-deficit/hyperactivity disorder: brief report. *Developmental neurorehabilitation*, 22(6), 431-436. <https://doi.org/10.1080/17518423.2018.1476602>
- Storebø, O. J., Pedersen, N., Ramstad, E., Kielsholm, M. L., Nielsen, S. S., Krogh, H. B., Moreira-Maia, C. R., Magnusson, F. L., Holmskov, M., Gerner, T., Skoog, M., Rosendal, S., Groth, C., Gillies, D., Buch Rasmussen, K., Gauci, D., Zwi, M., Kirubakaran, R., Håkonsen, S. J., Aagaard, L.,... Gluud, C. (2018). Methylphenidate for attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) in children and adolescents – assessment of adverse events in nonrandomised studies (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (5). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012069.pub2>
- Vahabzadeh, A., Keshav, N. U., Salisbury, J. P. & Sahin, N. T. (2018). Improvement of Attention-Deficit / Hyperactivity Disorder Symptoms in School-Aged Children, Adolescents, and Young Adults With Autism via a Digital Smartglasses-Based Socioemotional Coaching Aid: Short-Term, Uncontrolled Pilot Study. *JMIR Mental Health*, 5(2), 1-25. <https://doi.org/10.2196/mental.9631>
- Weerdmeester, J., Clima, M., Granic, I., Hashemian, Y. & Gotsis, M. (2016). A Feasibility Study on the Effectiveness of a Full-Body Videogame Intervention for Decreasing Attention Deficit Hyperactivity Disorder Symptoms. *Games for Health Journal*, 5(4), 258-269. <https://doi.org/10.1089/g4h.2015.0103>
- Xu, G., Strathearn, L., Liu, B., Yang, B. & Bao, W. (2018). Twenty-Year Trends in Diagnosed Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Among US Children and Adolescents, 1997-2016. *JAMA Network Open*, 1(4), 1-9. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2018.1471>