

**EFICACIA DE LA REALIDAD VIRTUAL EN LA EVALUACIÓN Y TRATAMIENTO
DEL TDAH: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA¹**

**EFFICACY OF VIRTUAL REALITY IN THE EVALUATION AND TREATMENT OF
ADHD: A SYSTEMATIC REVIEW OF THE LITERATURE**

Yaninis González-Bracamonte²
Universidad del Magdalena, Colombia,

Virginia Barrero-Toncel
Universidad del Magdalena, Colombia

Wilfrido Yance-DelaHoz
Universidad del Magdalena, Colombia

Melanie Vanegas-Beltrán
Universidad del Magdalena, Colombia

María Dilia Mieles-Barrera
Universidad del Magdalena, Colombia

Kattia Cabas-Hoyos
Universidad del Magdalena, Colombia

Inmaculada Moreno-García
Universidad del Magdalena, Colombia

Manuel Fernández-Fernández
Universidad del Magdalena, Colombia

Recibido: 2 de febrero de 2022

Revisado: 7 de junio de 2022

Aceptado: 12 de diciembre de 2022

Resumen

Introducción: Un aspecto importante dentro de la psicología aplicada son los nuevos métodos de evaluación y tratamiento del Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) usando las nuevas tecnologías como la realidad virtual (RV), la realidad aumentada (RA), los juegos

¹ Artículo de investigación.

² Correspondencia: Yaninis González-Bracamonte, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia
correo electrónico: gonzalezyaninis@gmail.com

serios (SG), y videojuegos. **Método:** El presente estudio es una revisión sistemática de la literatura orientada a analizar las investigaciones sobre la eficacia de la RV para evaluar y/o intervenir a niños y adolescentes con TDAH en los últimos 10 años. Al seguir el protocolo Prisma, la muestra final estuvo compuesta por 17 estudios empíricos publicados en Pubmed, Scielo, Science Direct, Web of Science, Redalyc y Oxford University. **Resultados:** Los estudios que emplearon la RV como método de evaluación concluyeron que esta es tan efectiva como las herramientas utilizadas para evaluar de manera tradicional. Respecto a los resultados de las intervenciones con RV, estos se caracterizaron por presentar una mejoría en el funcionamiento cognitivo de los participantes a los cuales se les hizo el tratamiento. **Conclusión:** La RV ha demostrado ser una alternativa novedosa y eficaz para la evaluación y el tratamiento del TDAH en niños y adolescentes.

Palabras clave: Realidad virtual, TDAH, niños, adolescentes, evaluación, tratamiento.

Abstract

Introduction: An important aspect within applied psychology are the new methods of evaluation and treatment of Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) using new technologies such as virtual reality (VR), augmented reality (RA), games serious (SG), and video games. **Method:** This study is a systematic review of the literature aimed at analyzing the research on the effectiveness of VR to evaluate and/or intervene in children and adolescents with ADHD in the last 10 years. By following the Prisma protocol, the final sample consisted of 17 empirical studies published in Pubmed, Scielo, Science Direct, Web of Science, Redalyc, and Oxford University. **Results:** The studies that used VR as an evaluation method concluded that it is as effective as the tools used to evaluate traditionally. Regarding the results of the VR interventions, these were characterized by presenting an improvement in the cognitive functioning of the participants who underwent the treatment. **Conclusion:** VR has proven to be a novel and effective alternative for the evaluation and treatment of ADHD in children and adolescents. **Keywords:** Virtual reality, ADHD, children, adolescents, evaluation, treatment.

Introducción

El Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) es un trastorno del neurodesarrollo que está asociado a factores biológicos, ambientales y genéticos (Biederman et al., 2005; Rusca & Cortez, 2020). Este se caracteriza por un patrón persistente de inatención, hiperactividad e impulsividad, que conlleva a desviaciones y falta de persistencia durante la realización de tareas, ejecución de acciones apresuradas y actividad motora excesiva (American Psychiatric Association [APA], 2013).

En niños y adolescentes, existe una tasa de prevalencia del TDAH de entre 2,2% y 7,1%, siendo un trastorno más frecuente en niños y adolescentes varones (Sayal, 2018; Polanczyk et al., 2015). En Colombia, se han reportado altas tasas de prevalencia, las cuales oscilan entre el 5% y 20,4%, destacando también una mayor frecuencia del trastorno en el sexo masculino (Ministerio de Salud y Protección Social, 2015; Cornejo et al., 2005; Llanos et al., 2019).

El diagnóstico del TDAH se basa, principalmente, en el análisis de patrones de comportamiento y del desempeño escolar, que se evalúan a través de herramientas de medición aplicadas en el entorno familiar, escolar, y al mismo individuo, siguiendo los criterios del Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (DSM-5) (Gualtieri & Johnson, 2005; Felt et al., 2014).

El tratamiento de este trastorno busca optimizar el funcionamiento y reducir las dificultades conductuales del individuo, para ello, tradicionalmente, se ha empleado el acompañamiento psicológico y el suministro de fármacos (Rusca & Cortez, 2020). No obstante, en los últimos años, han surgido nuevos métodos de evaluación y tratamiento a partir de tecnologías como la realidad virtual (RV) (Peñate-Castro et al., 2014).

En esta, el individuo es expuesto a estímulos dentro de ambientes producidos por una computadora, que generan la sensación de estar inmersos físicamente en ellos. Así, los niños y adolescentes pueden sumergirse en un entorno seguro y controlado, en el que se sentirán parte del juego, mental y físicamente, por lo que, la RV podría facilitar y promover el disfrute durante el aprendizaje y el tratamiento de trastornos como el TDAH. (Peñasco-Martin et al., 2010; Meta Quest, 2021; Bejarano et al., 2020).

Los ambientes de RV permiten replicar entornos específicos y diseñar actividades para estimular la atención y la concentración, así como, controlar la irritabilidad, brindando una

retroalimentación inmediata y resultados cuantificables (Wiguna et al., 2020; Bashiri et al., 2017). Además, permiten recrear distractores auditivos y visuales propios de un ambiente cotidiano, que ayudan a evaluar la presencia del TDAH (Adams et al., 2009).

Dada la prevalencia de este trastorno y la necesidad de explorar tendencias en investigación relacionadas con la evaluación y el tratamiento de éste, el presente estudio tiene como objetivo a realizar una revisión sistemática de estudios sobre la eficacia de la realidad virtual en la evaluación y el tratamiento del trastorno por déficit de atención e hiperactividad en niños y adolescentes.

Metodología

El presente trabajo se caracteriza por ser una revisión sistemática de la literatura. Esta revisión siguió las directrices de la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyzes) (Page et al., 2020) con el fin disminuir los riesgos de sesgo, aumentar la transparencia, la calidad en ejecución y compilar los datos que harán parte de la muestra final mediante el uso de descriptores que tienen como finalidad aumentar la sensibilidad de la búsqueda (Siddaway et al., 2019; Higgins et al., 2020).

Estrategia de búsqueda

La búsqueda se realizó mediante el uso de la siguiente combinación de descriptores: “Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder” OR “ADHD” AND “children” OR “adolescents” AND “virtual reality” OR “virtual environment” OR “serious game” OR “augmented reality” AND “cognitive therapy” OR “cognitive training” OR “neuropsychological rehabilitation” OR “neuropsychological treatment” OR “neuropsychology”. Todas las combinaciones se realizaron en español, inglés y portugués para un mejor alcance de la bibliografía disponible. La revisión fue

llevada a cabo de forma independiente en las siguientes bases de datos: Pubmed, Scielo, Science Direct, Web of Science, Redalyc, Oxford University. Como forma de ampliar la selección de los artículos publicados se tuvo en cuenta las referencias de los mismos.

Criterios de elegibilidad

Como criterios de inclusión de establecieron: 1) artículos empíricos que investigaran sobre el TDAH y la RV; 2) investigaciones con participantes que fueran niños y/o adolescentes; 3) registros publicados entre el año 2012 y 2022; 4) estudios que llevaran a cabo evaluación e/o intervención con RV. Se excluyeron aquellos que tuvieran las siguientes características: 1) revisiones de literatura; 2) protocolos de investigación; 3) muestras conformadas por adultos; 4) artículos que aparte del TDAH investigasen otras condiciones clínicas como trastornos psicóticos, abuso de sustancias y/o traumatismos craneoencefálicos.

Estudio y valoración del riesgo de sesgo

Dos integrantes del presente estudio, de forma independiente y cegada, aplicaron la Herramienta de evaluación de calidad para estudios cuantitativos propuesta por Evans et al. (2015), con el fin de evaluar la calidad metodológica de cada investigación, reducir el riesgo de sesgo y aumentar la fiabilidad de los resultados de la presente revisión. Se evaluó un total de 6 componentes: 1) sesgo de selección; 2) diseño del estudio; 3) factores de confusión; 4) cegamiento; 5) método de recopilación de datos; 6) retiros y abandonos. Para cada componente los evaluadores debieron seleccionar si la información administrada por cada artículo era “fuerte = 1”; “moderada = 2”; “débil = 3”.

Debido a que no existe un punto de corte en el instrumento para definir la calidad de los estudios, los dos investigadores optaron por mantener aquellos con calidad fuerte y moderada, es

decir, que un artículo contara máximo con un componente “débil”. Posteriormente, para analizar el nivel de concordancia de los dos investigadores se utilizó el coeficiente Kappa Free-Marginal Multilater (K_{free}) (Randolph 2010), de esta manera, si los dos evaluadores lograban una concordancia igual o por encima del 75% en cada estudio este sería considerado elegible para ser parte de la muestra final, es decir, un K_{free} con valor igual o superior a 0.51.

Análisis de los datos

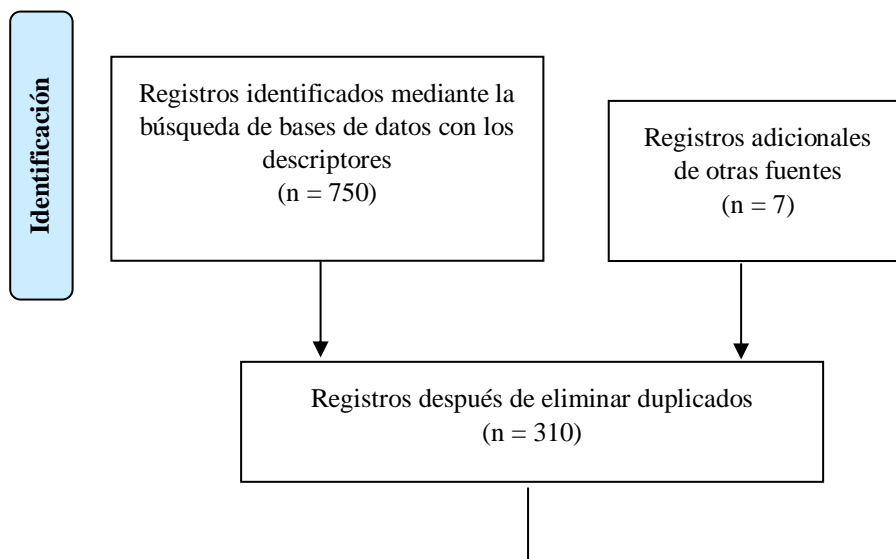
Los datos fueron identificados, extraídos, consensuados y resumidos, tal como se muestra en la Tabla 1 de la siguiente forma: autor(es); año; n (M/F); edad M (DP); país; diseño; evaluación; intervención; resultados; limitaciones. De esta manera, se presenta una síntesis clara que permite abarcar el proceso investigativo que llevaron a cabo los autores reconociendo, con sus características, el cumplimiento de los criterios de elegibilidad.

Resultados

En el proceso de búsqueda fueron identificados un total de 750 artículos en las bases de datos Pubmed, Scielo, Science Direct, web of science, Redalyc, Oxford University y 7 registros adicionales de otras fuentes (ver Figura 1), de los cuales al eliminar los duplicados se revisaron un total de 311 estudios para luego excluir 246 debido a que con la lectura del título y abstract no cumplían con los criterios de inclusión y exclusión. Seguidamente, 65 investigaciones se leyeron completamente, de las cuales 48 fueron excluidas por ser revisión de literatura (n= 5); los participantes tenían diagnósticos diferentes al TDAH o presentaban comorbilidad (n= 32); las edades de la muestra eran diferentes a aquellas establecidas en los criterios de elegibilidad (n= 11). Finalmente, 17 artículos originales cumplieron con los criterios de inclusión para esta revisión y formaron parte de la muestra final.

Mediante el análisis independiente de los dos evaluadores al momento de calificar la calidad de los estudios, el menor índice de concordancia general entre ambos fue 83.33%, ($K_{\text{free}} = 0.67$; intervalo de confianza [IC] de 95% [0.01, 1.00]) para los estudios Díaz-Orueta et al. (2013), Shema-Shiratzky et al. (2018), Areces et al. (2018) y Eom et al. (2019). El mayor índice fue de 100% ($K_{\text{free}} = 1.00$; intervalo de confianza [IC] de 95% [1.00, 1.00]) para los estudios Zulueta et al. (2018); Hong et al. (2021); Mangalmurti et al. (2020); Rodríguez et al. (2018); Negut et al. (2016); Fang et al. (2019); Mühlberger et al. (2020); Rodrigo-Yanguas et al. (2021); Kollins et al. (2020); Tabrizi et al. (2020); Coleman et al. (2019), Bioulac et al. (2018) y Bioulac et al. (2012). Todas las diferencias fueron consensuadas y resueltas entre los investigadores.

Figura 1. Flujograma PRISMA de búsqueda y selección de estudios para la revisión sistemática.



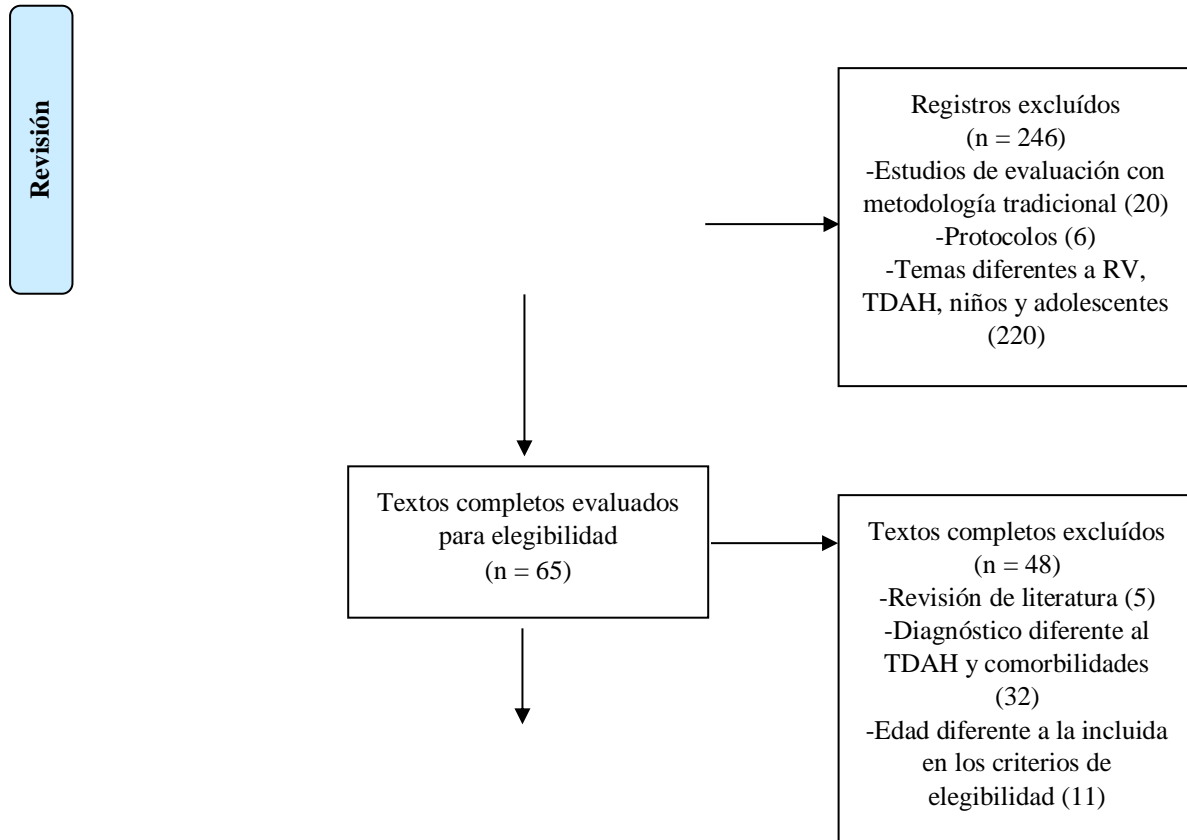


Tabla 1.*Estudios revisados sobre realidad virtual como método de evaluación en niños y adolescentes con TDAH*

Autor (es)	Año	N(M/F)	Edad M(DT)	País	Diseño	Evaluación	Resultados	Limitaciones
Hong et al	2021	40 (31/9)	9 – 17	Corea del Sur	Ensayo controlado aleatorizado	1. Software de tarea de procesamiento rápido de información visual de realidad virtual (VR RVP). 2. Escala de inteligencia de Wechsler para niños, (K-WISC-III). 3. Escala de calificación del TDAH (ADHD-RS)-IV. 4. Lista de verificación de comportamiento infantil (K-CBCL) 5. Cuestionario de Presencia (PQ) versión 3.0.	Niños con TDAH se desempeñaron de manera comparable a los controles bajo la condición de distractor, pero tuvieron un desempeño más pobre bajo la condición sin distractor. Mostraron más movimiento de cabeza bajo la condición de distractor que en la condición sin distractor.	Tamaño de la muestra relativamente pequeño. Solo usaron datos de movimiento de la cabeza para el índice de hiperactividad de los participantes.
Mangalmurti et al	2020	85	6-12 años 9.4 (1.9)	Estados Unidos	Estudio correlacional	1. Entrevista Diagnóstica para Niños y Adolescentes (DICA) 2. Wechsler Intelligence Scale for Children. 3. Woodcock Johnson Battery: pruebas de rendimiento. 4. Clinical VR: Classroom CPT	Los síntomas del TDAH se correlacionaron significativamente con atención deficiente, pero no con atención selectiva. La hiperactividad-impulsividad se asoció con el proceso cognitivo de recopilación de información. La falta de atención se	El rango de edad abarca una variación significativa en el desarrollo de la cognición. Algunos participantes con TDAH fueron tratados con medicación psicoestimulante, lo que puede afectar al rendimiento en el CPT.
		TDAH 45(36/9)	TDAH 9.1 (1.8)					
		Sin TDAH 40(26/14)	Sin TDAH 9.6 (2.0)					

							correlacionó solo con la recopilación de información.	
Mühlberger et al.	2020	161		Alemania	Estudio correlacional	<ol style="list-style-type: none"> 1. The Impulsivity Venturesomess Empathy Questionnaire 2. CBCL. 3. German rating scale for ADHD symptoms. 4. VRC-CPT. 	El grupo de TDAH no medicado exhibió más errores de omisión y mostró tiempos de reacción más lentos que el grupo sano. La variabilidad del tiempo de reacción fue mayor en el grupo de TDAH no medicado. Los movimientos de la cabeza se correlacionaron con las calificaciones de hiperactividad de los padres y los participantes.	No mencionados.
		TDAH sin medicar 68 (52/16)	11.43 (1.87)					
		TDAH medicados 26 (20/6)	11.89 (1.93)					
		Grupo control 34 (18/16)	12.17 (1.55)					
Eom et al	2019	38(33/5)	6-17	Corea del Sur	Estudio comparativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Escala de inteligencia de Wechsler para niños, tercera edición. 2. Escala de calificación del TDAH (ADHD-RS)-IV 3. Lista de verificación de comportamiento infantil (CBCL) 4. Prueba de rendimiento continuo - VR CPT 	Se presentó asociaciones significativas entre las puntuaciones de los participantes con TDAH los errores de omisión, comisión, tiempo de reacción, y la precisión de la VR CPT. Se disminuía el tiempo de reacción en aquellos con TDAH cuando había un docente cerca.	Objetividad reducida porque los síntomas se evaluaron mediante cuestionarios de informe de los padres, en lugar de medidas basadas en entrevistas. Un tamaño de muestra relativamente pequeño.
		TDAH 20(18/2)	TDAH 11.85 (2.74)					
		Sin TDAH 18(15/3)	Sin TDAH 12.11 (2.32)					

Fang et al.	2019	140		China	Estudio correlacional	<ol style="list-style-type: none"> 1. Virtual Reality Medical Center system. 2. IVA CPT. 3. Conners Parent Rating Scale 4. CBCL. 	Los ítems correctos, los incorrectos y la tasa de precisión de la prueba de RV de los niños con TDAH fueron significativamente diferentes de los del grupo Control. Todo lo anterior se correlacionó con el IVA CPT (atención auditiva y visual), Conners (impulsividad/hiperactividad y TDAH) y CBCL (problemas de atención y problemas sociales).	Tamaño reducido de la muestra.
		TDAH 77 (57/20)	8.34 (1.41)					
		Grupo control 63 (49/14)	8.17 (1.54)					
Areces et al.	2018	88 (66/22)	6-16 10.20 (2.79)	España	Estudio comparativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. WISC-IV. 2. AULA Nesplora. 3. The Scale for the assessment of Attention Deficit Hyperactivity Disorder (EDAH). 	Los alumnos del grupo TDAH obtuvieron puntuaciones más bajas en memoria de trabajo y en velocidad de procesamiento, además de demostrar un peor rendimiento en AULA Nesplora que sus compañeros del grupo control.	Tamaño reducido de la muestra.
		TDAH 50						
		Control 38						

Zulueta et al	2018	407 (135/272)	6-16	España	Estudio cuasi- experimental	1. ADHD Rating Scale-IV 2. EDAH Rating Scale 3. Aula Virtual Reality Test	Aula Virtual demostró una adecuada validez interna, realizando clasificaciones correctas de sujetos sanos y patológicos. Proporcionó información adicional para el diagnóstico de TDAH, esencial para el posterior diseño de intervenciones clínicas eficaces.	No se incluyó el subtipo hiperactividad/impulsividad. No se incluyó un grupo control con psicopatología, por lo que no se puede afirmar que las diferencias intergrupales sólo se deban al TDAH.
		Grupo inatención: 105 (32/72)	10.62(2.79)					
		Grupo combinado : 108 (25/116)	9.78(2.65)					
		Grupo control: 194 (78/116)	9.08(2.66)					
Rodríguez et al.	2018	338 (241/97)	6-16	España	Ensayo controlado aleatorizado	1. AULA Nesplora. 2. CPT Tradicional: TOVA	AULA Nesplora predijo mejor que el TOVA las presentaciones del TDAH, así como a los estudiantes sin TDAH. Se presenció una ventaja de la RV en la evaluación del TDAH puesto que facilitaron el diagnóstico y la diferenciación de sus presentaciones.	Tamaño de la muestra.
		TDAH 237 Control 101	10.84 (3.01)					
		AULA Nesplora 166	11.10 (2.98)					
		TOVA Test 172	10.55 (3.02)					

Negut et al.	2016	75 (45/30)	7-13 9.49 (1.67)	Romania	Ensayo controlado aleatorizado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wechsler Intelligence Scale for Children -4th Edition (WISC-IV). 2. D2 Test. 3. The Romanian form of Raven Standard Progressive Matrices Plus. 4. The simulator Sickness Questionnaire. 5. Cognitive Absorption Scale (CAS). 6. ClinicaVR: Classroom-CPT. 	Los niños con TDAH se desempeñaron peor en las respuestas correctas, tuvieron más errores de comisión y omisión, así como tiempos de reacción más lentos. Los resultados mostraron diferencias significativas entre el desempeño en el ambiente virtual y el computarizado tradicional, con tiempos de reacción más largos en la realidad virtual.	Niños con comorbilidades fueron incluidos en el estudio.
Díaz-Orueta et al.	2013	57 (42/15)	6-16	España	Estudio correlacional	<ol style="list-style-type: none"> 1. WISC-IV. 2. Conner's Continous Performance Test (CPT). 3. AULA Nesplora. 	Correlaciones significativas entre el CPT y el AULA Nesplora en todas las variables analizadas: omisiones, comisiones, tiempo de reacción, variabilidad de tiempo de reacción. El AULA pudo diferenciar entre niños con TDAH con y sin tratamiento farmacológico midiendo la falta de atención, impulsividad, velocidad de	Muestra clínica relativamente pequeña de niños con TDAH.
		TDAH 33						
		Sin TDAH 42						
			TDAH combinado 32					
			Inatentos 23					
			Impulsivos/ Hiperactivos 2					

							procesamiento, y actividad motora.	
Bioulac et al.	2012	(36/0)	7-10	Francia	Estudio correlacional	1. Conners Parents Rating Scale (CPRS). 2. Child Behavior Check List (CBCL). 3. State Trait Inventory Anxiety (STAI). 4. Virtual Classroom (VC). 5. CPT II.	El grupo control mantuvo el rendimiento a lo largo del tiempo en las tareas de realidad virtual; los niños con TDAH mostraron un rendimiento significativamente bajo a lo largo del tiempo. Los desempeños de la clase virtual se correlacionaron con las medidas del CPT II.	Muestra de participantes reducida y sólo compuesta por hombres.
		TDAH 20	8.37 (0.89)					
		Grupo control 16	8.21 (5.3)					

Tabla 2.*Estudios revisados sobre realidad virtual como método de intervención en niños y adolescentes con TDAH*

Autor (es)	Año	N(M/F)	Edad M(DT)	País	Diseño	Evaluación	Intervención	Resultados	Limitaciones
Rodrigo-Yanguas et al.	2021	37 (25/12)	13.78(2.28)	España	Ensayo clínico controlado aleatorizado	1. Cuestionarios de satisfacción de usabilidad informática de IBM: evaluación psicométrica e instrucciones de uso. 2. Cuestionario de satisfacción del usuario de "Plan-It Commander", un juego serio para niños con TDAH.	Videjuego: The Secret Trail of Moon (TSTM). Tiempo estimado de juego: 6-8 horas Entrenamiento cognitivo: 25 minutos por sesión y por día; exploración del bosque: 10 minutos.	No se encontraron diferencias estadísticamente significativas después de comparar el subtipo combinado con el desatento. Sin embargo, los videojuegos como TSTM pueden complementar enfoques multimodales para tratar el TDAH.	Durante la fase de usabilidad los participantes no probaron la misma versión de cada minijuego.
Kollins et al.	2020	348 (100/248)		Estados Unidos	Ensayo controlado aleatorizado, doble ciego de grupos paralelos	1. Prueba de variables de atención (TOVA)	Videjuego: AKL-T01. Tiempo estimado de juego: 6-8 horas Entrenamiento cognitivo: 25 minutos por día, 5 días a la semana, durante 4 semanas.	El porcentaje de pacientes que mejoraron su atención con el videojuego entre aquellos con TDAH (73%) versus controles (66%) no fue significativo, sin embargo, el porcentaje de padres que reportaron	Los niños no podían tomar medicamentos durante el tratamiento. El estudio sólo realizó una única intervención durante 1 mes, el estudio recomienda intervencione
		Grupo del videojuego AKL-T01: 180 (125/55)	9.7 (1.3)						
		Grupo control: 168 (123/42)	9.6 (1.3)						

								mejoras en atención fue significativamente mayor para los chicos con TDAH (56%) que con controles (44%).	s con tiempo más prolongado.
Tabrizi et al.	2020	48 (32/16)	9.58 (1.8)	Irán	Estudio cuasiexperimental con pretest, posttest, y seguimiento a los 2 meses.	1. SNAP-IV 2. Subescala de memoria del cociente de inteligencia (CI) de Wechsler. 3. Prueba de CI coloreada de Raven.	El grupo de RV recibió diez sesiones de intervención con el software de terapia RV y el grupo de medicación recibió tratamiento con medicamentos como Ritalin, atomoxetina y dexanfetamina	Diferencia significativa en las variables de memoria entre el grupo control, RV y medicación. La terapia con RV fue más efectiva que la medicación tanto en el posttest como en el seguimiento.	Se realizó en estudiantes con TDAH de 7 a 12 años en la ciudad de Isfahan, por lo tanto, los resultados no son generalizables.
Coleman et al.	2019	15 (12/3)	10.5 (2.25)	Estados Unidos	Ensayo clínico	1. Tarea de rendimiento continuo del aula virtual (VCCPT). 2. WISC-IV. 3. Las subpruebas de memoria de trabajo de la escala de	Software: Cogmed. Entrenamiento : 25 sesiones computarizadas cada una de 30 a 45 minutos. Cada sesión contuvo	Mejorías en el rendimiento de la atención incluyendo errores de omisión, tiempo de reacción y variabilidad de tiempo y de	Falta de grupo control que permita comparar resultados encontrados. Tamaño reducido de la muestra y

						inteligencia de Wechsler IV Ed. 4. Escala de Conners para padres y maestros, tercera edición. 5. Cogmed.	varias tareas enfocadas en la memoria de trabajo.	aciertos. El entrenamiento virtual en la memoria condujo mejorías de la atención sostenida en entornos reales.	naturaleza heterogénea de la misma.
Bioulac et al.	2018	51 (41/10)	8.9 (1.2)	Francia	Ensayo clínico aleatorizado	1. ADHD Rating Scale (ADHD-RS) 2. Virtual classroom task assessment 3. Continuous Performance Test (CPT II)	Videojuego: Virtual Classroom Entrenamiento cognitivo: 12 sesiones de 30 minutos dos veces por semana durante 6 semanas	El entrenamiento cognitivo en el entorno virtual mejoró el rendimiento atencional y disminuyó significativamente la distracción y la impulsividad en los niños con TDAH.	Número reducido de la muestra por lo que no se tuvo en cuenta el género, comorbilidades y subtipos del trastorno.
		Grupo de rehabilitación cognitiva virtual: 16 (14/2)	Grupo de rehabilitación cognitiva virtual: 9.5 (1.2)						
		Grupo de metilfenidato: 16 (8/8)	Grupo de metilfenidato: 8.44 (0.99)						
		Grupo de psicoterapia: 16 (16/0)	Grupo de psicoterapia: 8.8 (1.07)						
Shema-Shiratzky et al.	2018	14 (11/3)	9.3 (1.2)	Israel	Estudio piloto de pre-test/post-test y seguimiento de un solo grupo.	1. Escala de Conners. 2. Batería neuropsicológica NeuroTrax. 3. Dual-task	Software: Sistema de entrenamiento y simulación virtual. Entrenamiento: 18 sesiones tres veces por semana durante 6	La función ejecutiva y la memoria mejoraron después del entrenamiento mientras que la atención no cambió. Los efectos del	Ausencia de grupo control. Tamaño reducido de la muestra, niños abandonaron durante la fase de seguimiento.

semanas.	entrenamiento a
Duración de	largo plazo se
las sesiones:	mantuvieron en la
30 minutos a 1	memoria y la
hora.	función ejecutiva.

Discusión

Se realizó una revisión sistemática de la literatura orientada a identificar, analizar y seleccionar las publicaciones que abordaran directamente la RV como escenario para el diagnóstico y/o tratamiento del TDAH. Los estudios que conformaron la muestra final, en su mayoría, demostraron la efectividad de la RV (por sí sola y con herramientas tradicionales) como método de evaluación e intervención en niños y adolescentes.

Estudios previos a los últimos 10 años han confirmado que las pruebas de CPT integradas a la RV son una herramienta adecuada para evaluar los síntomas del TDAH en niños (Adams et al., 2009; Pollak et al., 2009), es decir, la RV combinada con pruebas interactivas puede reducir el nivel de distracción, manteniendo la atención y concentración en los pacientes durante mucho tiempo, siendo de igual forma útil en la rehabilitación del trastorno. Estos resultados están acorde con lo expuesto por Díaz-Orueta et al. (2013) al encontrar correlaciones significativas entre el CPT y aula virtual en todas las variables analizadas de su investigación (omisiones, comisiones, tiempo de reacción y variabilidad de tiempo de reacción).

Diversas investigaciones han expuesto las ventajas de la RV tanto en la evaluación (Parsons y Rizzo, 2008) como en la rehabilitación (Cho et al., 2002; Rizzo et al., 2000) del rendimiento cognitivo, memoria de trabajo, funciones ejecutivas y atención. Esto tiene relación con lo encontrado recientemente por Areces et al. (2018) al usar la RV como herramienta evaluativa y encontrar que aquellos pacientes con TDAH obtuvieron puntuaciones más bajas en memoria de trabajo y en velocidad de procesamiento. Por su parte Tabrizi et al. (2020), Bioulac et al. (2018), y Coleman et al. (2019), al emplear la RV como método de intervención, encontraron diferencias significativas en las variables de

memoria, mejorías en el rendimiento de la atención y disminución significativa de la distracción e impulsividad.

Al incluir participantes con medicación, Pollak et al (2010) mostró que el metilfenidato redujo los errores de omisión y la variabilidad del tiempo de reacción con un CPT integrado a la RV. Estos resultados tienen semejanza con lo expuesto recientemente por Mühlberger et al. (2020), puesto que el grupo de TDAH no medicado exhibió más errores de omisión y mostró tiempos de reacción más lentos. Sin embargo, lo anterior discrepa de lo encontrado por Tabrizi et al. (2020), debido a que en los participantes de su estudio la terapia con RV fue más efectiva que la medicación tanto en el posttest como en el seguimiento.

Por otra parte, al comparar la RV con herramientas tradicionales, Parsons et al. (2007) demostraron que cuando los participantes con TDAH realizaron tareas cognitivas dirigidas a la evaluación de la atención mediante la RV, estos obtuvieron mejores puntuaciones que cuando utilizaron técnicas tradicionales. Estos resultados se asemejaron a los de Rodríguez et al. (2018) puesto que, al implementar el aula virtual, esta facilitó el diagnóstico y predijo mejor las presentaciones del trastorno que el CPT tradicional administrado (TOVA).

Las ventajas de la RV y los beneficios clínicos que ya se han mencionado anteriormente han sido significativas. Primeramente, el uso de la tecnología genera expectativas positivas y motivación por parte de los niños y adolescentes promoviendo la adherencia al tratamiento. De igual manera, favorece que el profesional construya el contexto de evaluación y de intervención con características realistas según las necesidades del paciente y los objetivos que se hayan establecido (Delgado y Sánchez, 2021; Hong et

al., 2021). Así mismo, permite el control fácil y preciso del contexto, por lo que la evaluación e intervención pueden transcurrir con menos inconvenientes (Hong et al., 2021; Tabrizi et al., 2020). Los escenarios de RV, además, promueven la recopilación de información cognitiva y conductual adicional sobre el desempeño de las pruebas neuropsicológicas más allá de los datos obtenidos a través de evaluaciones tradicionales (Tabrizi et al., 2020; Zulueta et al., 2018; Delgado & Sánchez, 2021).

En este sentido, puesto que la RV muestra un panorama positivo e innovador, se destaca la necesidad de continuar explorando las ventajas, funcionalidad y alcances de la misma como herramienta no solo de evaluación sino de intervención con el fin de configurar abordajes pertinentes para favorecer el desarrollo cognitivo, social y comportamental de los niños y adolescentes que presentan TDAH.

En síntesis, esta revisión de la literatura tiene un impacto significativo para comprender los métodos de evaluación e intervención que emplean la RV en diferentes países del mundo en el periodo comprendido entre los años 2012 y 2022. Además, permite identificar el énfasis que se ha hecho en la evaluación y el reducido número de estudios orientados a la intervención con RV, por lo que se destaca la necesidad de continuar explorando esta área de estudio y su aplicabilidad en contextos latinoamericanos.

Por último, como limitación, es importante mencionar que en esta revisión sólo se abarcaron estudios de los últimos 10 años. A partir de esto, futuras revisiones podrían considerar la inclusión de investigaciones previas a los años mencionados anteriormente; contemplar adultos como muestra final, y tener en cuenta métodos de intervención diferentes a los que emplean la RV. Esto último con el fin de comparar la eficacia de diversas modalidades de tratamiento en pacientes con TDAH.

Conclusiones

Se percibe en la evidencia encontrada un mayor número de investigaciones que emplean la RV como método de evaluación en niños y adolescentes, es decir, dos grupos etarios en una misma muestra. Esto se refleja en los estudios presentados en la Tabla 1, exceptuando la investigación de Fang et al. (2019) donde sus participantes tienen una media de edad de 8,34 años (Grupo con TDAH) y de 8,17 años (Grupo control).

Se aprecia, además, escasa bibliografía que utiliza la RV como método de intervención únicamente en adolescentes, lo cual se evidencia en la Tabla 2 donde solo Rodrigo-Yanguas et al. (2021) implementaron esta herramienta en participantes con una media de edad de 13,78 años. Lo anterior demuestra la necesidad de aumentar la aplicación de nuevas tecnologías para el tratamiento del TDAH en este grupo etario, puesto que los estudios que incluyeron la participación de niños fueron mayores en una relación 5:1.

La RV en la psicología aplicada ha demostrado ser una alternativa novedosa y eficaz para la evaluación y el tratamiento del TDAH en niños y adolescentes. Si bien se requiere mayor investigación para esclarecer los métodos más pertinentes para su aplicabilidad, los hallazgos de la presente revisión plantean un panorama positivo para atender las necesidades de esta población haciendo uso de la tecnología y de los amplios beneficios que esta presenta.

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*, *15*(2), 120-135.
<https://doi.org/10.1080/09297040802169077>
- 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>
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.)*. American Psychiatric Publishing.
<https://www.psychiatry.org/psychiatrists/practice/dsm>
- 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>
- Bejarano, A. F., Correa, J. D., & Figueroa, P. (2020, del 7 al 10 de noviembre). Escape Room Virtual Reality: A Tool for Diagnosis and Treatment of Attention Deficit Disorder [Conference]. *22nd Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR)*, Porto de Galinhas, Brasil.
<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/49309/u833217.pdf?sequence=1>

- Biederman, J., & Faraone, S. (2005). Attention-deficit hyperactivity disorder. *The Lancet*, 366(9481), 237-248. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)66915-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)66915-2)
- Bioulac, S., Lallemand, S., Rizzo, A., Philip, P., Fabrigoule, C., & Bouvard, M. P. (2012). Impact of time on task on ADHD patient's performances in a virtual classroom. *European Journal of Paediatric Neurology*, 16(5), 514–521. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2012.01.006>
- 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>
- Cho, B. H., Ku, J., Jang, D. P., Kim, S., Lee, Y. H., Kim, I. Y., Lee, J. H., & Kim, S. I. (2002). The effect of virtual reality cognitive training for attention enhancement. *Cyberpsychology & behavior*, 5(2), 129-137. <https://doi.org/10.1089/109493102753770516>
- 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), 1851. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01851>
- Cornejo, O., Sánchez, Y., Carrizosa, J., Sánchez, G., Grisales, H., & Holguín, J. (2005). Prevalencia del trastorno por déficit de atención-hiperactividad en niños y adolescentes colombianos. *Revista de Neurología*, 40(12), 716-722. <https://doi.org/10.33588/rn.4012.2004569>

- Delgado-Reyes, A., & Sánchez, L. (2021). Realidad virtual: evaluación e intervención en el trastorno por déficit de atención/hiperactividad (TDAH). *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, 24(1), 72-99. www.revistas.unam.mx/index.php/repj
- Díaz-Orueta, U., Garcia-López, C., Crespo-Eguilaz, N., Sánchez-Carpintero, R., Climent, G., & Narbona, J. (2013). AULA virtual reality test as an attention measure: Convergent validity with Conners' Continuous Performance Test. *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 20(3), 328-342. <https://doi.org/10.1080/09297049.2013.792332>
- Eom, H., Kim, 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>
- Evans, N., Lasen, M., & Tsey, K. (2015). *A Systematic Review of Rural Development Research: Characteristics, Design Quality and Engagement with Sustainability*. Springer.
- 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>
- Felt, B., Biermann, B., Christner, J., Kochhar, P., & Harrison, R. (2014). Diagnosis and management of ADHD in children. *American Family Physician*, 90(7), 456-463. <https://doi.org/10.1542/peds.2004-0953>

- Gualtieri, T., & Johnson, L. (2005). ADHD: Is objective diagnosis possible? *Psychiatry*, 2(11), 44-53. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21120096/>
- Hong, N., Kim, J-J., Kwon, J-H., Eom, H., & Kim, E. (2021). Effect of Distractors on Sustained Attention and Hyperactivity in Youth with Attention Deficit Hyperactivity Disorder Using a Mobile Virtual Reality School Program. *Journal of Attention Disorders*, 26(3), 358-369. <https://doi.org/10.1177/1087054720986229>
- Jordan, F., & Vergara, C. (2020). Trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) en niños y adolescentes. Una revisión clínica. *Revista de Neuro-Psiquiatría*, 83(3), 148-156. <https://doi.org/10.20453/rnp.v83i3.3794>
- Kollins, S. H., DeLoss, D. J., Cañadas, E., Lutz, J., Findling, R. L., Keefe, R. S. E., Epstein, J. N., Cutler, A. J., & Faraone, S. V. (2020). A novel digital intervention for actively reducing severity of paediatric ADHD (STARS-ADHD): a randomised controlled trial. *The Lancet Digital Health*, 2(4), 168-178. [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(20\)30017-0](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(20)30017-0)
- Llanos, L., García, D., Gonzáles, H., & Puentes, P. (2019). Trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) en niños escolarizados de 6 a 17 años. *Pediatría Atención Primaria*, 21(83), 101-108. <https://scielo.isciii.es/pdf/pap/v21n83/1139-7632-pap-21-83-e101.pdf>
- Mangalmurti, A., Kistler, W. D., Quarrie, B., Sharp, W., Persky, S., & Shaw, P. (2020). Using virtual reality to define the mechanisms linking symptoms with cognitive deficits in attention deficit hyperactivity disorder. *Scientific Reports*, 10(1), 1-9. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56936-4>

Meta Quest. (2021, 10 de septiembre). *What is virtual reality all about?*

https://www.oculus.com/blog/what-is-virtual-reality-all-about/?locale=es_ES

Ministerio de Salud y Protección Social. (2015). *Encuesta nacional de salud*

mental. https://www.minjusticia.gov.co/programasco/ODC/Publicaciones/Publicaciones/CO031102015-salud_mental_tomoI.pdf

Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P.,

Stewart, L. A., & PRISMA-P Group. (2015). Preferred reporting items for

systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement.

Systematic Reviews, 4(1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>

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*, 24(2), 277-289.

<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), 1-21.

<https://doi.org/10.1080/09297049.2016.1186617>

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffman, T. C., Mulrow, C. D.,

Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J.,

Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-

Wilson, E., McDonald, S.,... Moher, D. (2020). Declaración PRISMA 2020: una

guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>

Parsons, T. D., Bowerly, T., Buckwalter, J. G., & Rizzo, A. A. (2007). A controlled clinical comparison of attention performance in children with ADHD in a virtual reality classroom compared to standard neuropsychological methods. *Child Neuropsychology*, 13(4), 363-381. <https://doi.org/10.1080/13825580600943473>

Parsons, T. D., & Rizzo, A. A. (2008). Neuropsychological assessment using the virtual reality cognitive performance assessment test. *Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine*, 6(1), 23-28.
https://psychology.unt.edu/~tparsons/pdf/Parsons_ICDVRAT2008_S01_N04_Parsons_Rizzo.pdf

Peñasco, B., De los Reyes, A., Gil, A., Bernal, A., Pérez, B., & De la Peña, A. (2010). Aplicación de la realidad virtual en los aspectos motores de la neurorrehabilitación. *Revista de Neurología*, 51(8), 481-488. <https://doi.org/10.33588/rn.5108.2009665>

Peñate, W., Roca, M. J., & Del Pino, T. (2014). Los nuevos desarrollos tecnológicos aplicados al tratamiento psicológico. *Acta Colombiana de Psicología*, 17(2), 91–101. <https://doi.org/10.14718/acp.2014.17.2.10>

Pollak, Y., Shomaly, H. B., Weiss, P. L., Rizzo, A. A., & Gross-Tsur, V. (2009). Methylphenidate effect in children with ADHD can be measured by an ecologically valid continuous performance test embedded in virtual reality. *CNS Spectrums*, 15(2), 125-130. <https://doi.org/10.1017/s109285290002736x>

- Pollak, Y., Weiss, P. L., Rizzo, A. A., Weizer, M., Shriki, L., Shalev, R. S., & Gross-Tsur, V. (2009). The utility of a continuous performance test embedded in virtual reality in measuring ADHD-related deficits. *Journal of developmental and behavioral pediatrics*, 30(1), 2-6. <https://doi.org/10.1097/DBP.0b013e3181969b22>
- Polanczyk, G., Salum, G., Sugaya, L., Caye, A., & Rohde, L. (2015). Annual Research Review: A meta-analysis of the worldwide prevalence of mental disorders in children and adolescents. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 56(3), 345-65. <https://doi:10.1111/jcpp.12381>
- Randolph, J. J. (2010). *Free-Marginal Multirater Kappa (multirater K_{free}): An Alternative to Fleiss' Fixed-Marginal Multirater Kappa*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED490661.pdf>
- Rizzo, A. A., Buckwalter, J. G., Bowerly, T., Zaag, C. V. D., Humphrey, L. A., Neumann, U., Chua, C., Kyriakakis, C., Rooyen, A. V., & Sisemore, D. (2000). The Virtual Classroom: A Virtual Reality Environment for the Assessment and Rehabilitation of Attention Deficits. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 3(3), 483-499. <https://doi.org/10.1089/10949310050078940>
- Rodrigo-Yanguas, M., Martín-Moratinos, M., González-Tardon, C., Royuela, A., & Blasco-Fontecilla, H. (2021). A Virtual Reality Game (The Secret Trail of Moon) for Treating Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Development and Usability Study. *JMIR Publications*, 9(3), e26824. <https://doi.org/10.2196/26824>.
- 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). Nuevos y futuros retos en el uso de herramientas de realidad virtual para la evaluación del TDAH. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 4, 8–10. <https://doi.org/10.1007/s40474-017-0103-4>
- Rusca, F., & Cortez, C. (2020). Trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) en niños y adolescents. Una revision clínica. *Revista de Neuro-Psiquiatría*, 83(3), 148-156. <https://doi.org/10.20453/rnp.v83i3.3794>
- Sayal, K., Prasad, V., Daley, D., Ford, T., & Coghill, D. (2018). ADHD in children and young people: prevalence, care pathways, and service provision. *The Lancet Psychiatry*, 5(2), 175–186. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(17\)30167-0](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(17)30167-0)
- 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), 1-6. <https://doi.org/10.1080/17518423.2018.1476602>
- Siddaway, A. P., Wood, A. M., & Hedges, L. V. (2019). How to do a systematic review: a best practice guide for conducting and reporting narrative reviews, meta-analyses, and meta-syntheses. *Annual review of Psychology*, 70(1), 747-770. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102803>

- Tabrizi, M., Manshaee, G., Ghamarani, A., & Rasti, J. (2020). Comparison of the effectiveness of virtual reality with medication on the memory of attention deficit hyperactivity disorder students. *International Archives of Health Sciences*, 7(1), 37-42. <https://www.iahs.kaums.ac.ir/article.asp?issn=2383-2568;year=2020;volume=7;issue=1;spage=37;epage=42;aui=Tabrizi>
- Wiguna, T., Wigantara, N. A., Ismail, R. I., Kaligis, F., Minayati, K., Bahana, R., & Dirgantoro, B. (2020). A Four-Step Method for the Development of an ADHD-VR Digital Game Diagnostic Tool Prototype for Children Using a DL Model. *Frontiers in Psychiatry*, 11(829), 1-7. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2020.00829>
- Zulueta, A., Díaz-Orueta, U., Crespo-Eguilaz, N., & Torrano, F. (2018). Virtual Reality-based Assessment and Rating Scales in ADHD Diagnosis. *Psicología Educativa*, 25(1), 13-22. <https://doi.org/10.5093/psed2018a18>