



Revista Electrónica de Psicología Iztacala



Universidad Nacional Autónoma de México

Vol. 24 No. 1

Marzo de 2021

REALIDAD VIRTUAL: EVALUACIÓN E INTERVENCIÓN EN EL TRASTORNO POR DÉFICIT DE ATENCIÓN/HIPERACTIVIDAD (TDAH)¹

Andres Camilo Delgado-Reyes² y Jessica Valeria Sánchez López³
Universidad de Manizales
Colombia

RESUMEN

La Realidad Virtual (RV) es un tipo de tecnológica que permita crear ambientes foto realistas por medio de programas de computador, esta es una herramienta que permite la evaluación e intervención del trastorno por déficit de atención (TDAH) de una manera más ecológica. Se realiza una revisión de la literatura publicada en la plataforma Pudmed durante el primer semestre de 2014 hasta el segundo semestre de 2019, se seleccionaron un total de 50 trabajos los cuales se analizaron en una sábana de Excel®, A partir de la lectura y análisis realizado por los autores emergieron las siguientes categorías relacionadas con la realidad virtual y el TDAH: evaluación, intervención y neurofeedback. Se muestra las ventajas y desventajas de la realidad virtual en esta población y se discute la necesidad de realizar más estudios que cuenten con grupos poblacionales más amplios, ampliar la edad de población utilizada y estandarizar los protocolos de evaluación que intervención que permitan reunir evidencia científica contrastable en favor del uso de la realidad virtual en esta población.

¹ Trabajo derivado del macro proyecto “Eficacia del uso de dispositivos de inmersión virtual en el tratamiento psicológico de fobias específicas”, adelantando por el programa de psicología de la Universidad de Manizales.

² Joven Investigador. Psicólogo. Esp en Neuropsicopedagogía. Universidad de Manizales. Neuroser IPS. Acdelgado58718@umanizales.edu.co

³ Docente, Programa de Psicología. Psicóloga, Mg. Desarrollo Infantil. PhD. Ciencias Sociales Niñez y Juventud. Universidad de Manizales. jvaleriasanchez@umanizales.edu.co

Palabras Claves: Neurofeedback, TDAH, Realidad virtual, Psicología Clínica, Neuropsicología, Rehabilitación Neuropsicológica.

VIRTUAL REALITY: EVALUATION AND INTERVENTION IN ATTENTION DEFICIT / HYPERACTIVITY DISORDER (ADHD)

ABSTRACT

Virtual Reality (VR) is a type of technology that allows creating photo-realistic environments through computer programs, this is a tool that allows the evaluation and intervention of attention deficit disorder (ADHD) in a more ecological way. A review of the literature published on the Pudmed platform is carried out during the first semester of 2014 until the second semester of 2019, a total of 50 papers were selected, which were analyzed on an Excel® sheet, based on the reading and analysis Performed by the authors, the following categories related to virtual reality and ADHD emerged: evaluation, intervention and neurofeedback. The advantages and disadvantages of virtual reality in this population are shown, and the need to carry out more studies with larger population groups, expand the age of the population used, and standardize the evaluation protocols that intervene that allow to gather verifiable scientific evidence is discussed. In favor of the use of virtual reality in this population.

Keywords: Neurofeedback, ADHD, Virtual reality, Clinical Psychology, Neuropsychology, Neuropsychological Rehabilitation.

El trastorno por déficit de atención/hiperactividad (TDAH) es un trastorno del neurodesarrollo que se caracteriza por altos niveles de hiperactividad y/o impulsividad que afecta la calidad de vida de quien lo presenta, estas dificultades no se explican mejor por otras condiciones médicas o psicosociales. La prevalencia de esta condición en el contexto colombiano a partir de los datos obtenidos en la encuesta nacional de salud mental realizada en el año 2015, evidencia la presencia de esta condición del 2,1% en los últimos 30 días y del 2,6% en los últimos 12 meses, de igual manera los subtipos más frecuentes en los últimos 12 meses son la presentación predominante hiperactivo/impulsivo (1,7%), seguida de la presentación predominante con falta de atención (1,1%) y la presentación combinada (0,3%), de igual manera en los últimos 30 días y 12 meses es más prevalente en el sexo femenino según esta encuesta (Gómez-Restrepo, Aulí, todos los autores, 2016).

De igual manera los niños que presentan condiciones crónicas evidencian una prevalencia del 3.2% de los trastornos de inicio en la infancia entre los que se encuentran el trastorno de conducta, el trastorno oposicionista desafiante y el trastorno por déficit de atención e hiperactividad (Gómez-Restrepo, Ramírez, todos los autores, 2016; Rodríguez todos los autores, 2016; todos los autores, 2016).

En dos localidades de la ciudad de Bogotá la prevalencia del TDAH en niños de 5-12 años fue del 5,7%, (Vélez, Talero, González, y Ibáñez, 2008), en la ciudad de Manizales la presentación más frecuente es la combinada (31,8%) seguida por la presentación predominante con falta de atención (16,4%) y la presentación predominante hiperactivo/impulsiva (1,8%)(Arango y Varela, 2013), siendo el trastorno oposicionista desafiante el que más comorbilidad tiene con TDAH en la presentación combinada (Zuluaga-Valencia y Fandiño-Tabares, 2017), evidenciando los datos anteriores la alta presencia de la condición en el contexto nacional y local.

Aunque los datos expuestos anteriormente son correspondientes al panorama colombiano, es bien sabido que el TDAH es una de las condiciones que muestra un aumento en el número de casos reportados, entrando en juego muchas variables que pueden influir en el aumento de la prevalencia, como el uso de diferentes instrumentos y criterios diagnósticos, la alta comorbilidad del TDAH con otras condiciones y la presión de las farmacéuticas para la prescripción de fármacos como el metilfenidato (Balbuena, 2016), por lo anterior es de importancia abordar las modalidades emergentes de evaluación e intervención para el TDAH, esto con el objetivo de incrementar la adherencia al tratamiento y disminuir la deserción terapéutica, a través de la utilización de metodologías innovadoras como la realidad virtual.

Realidad Virtual

La realidad virtual es una serie de escenas u objetos muy similares a la realidad generada por medio de programación informática. Estas plataformas permiten que el usuario este inmerso en un mundo virtual programado por software, logrando la

interacción en un ambiente que simula al mundo real, contribuyendo a que los usuarios obtengan una experiencia significativa y una vivencia virtual más completa.

Estos ambientes producto de la programación informática permite que se tenga en cuenta las necesidades individuales de cada paciente (Bernal, 2016), por lo que hay dos conceptos de relevancia al hablar de Realidad Virtual, el primero de estos es la interacción que es el rol activo que tiene el sujeto en el entorno virtual concibiéndose más que la sola observación de una proyección grafica; el segundo concepto es la inmersión que es entendida como la sensación de encontrarse de manera física en el mundo virtual, ocasionando en la persona una sensación y experiencia de “realidad” (Peñasco todos los autores, 2010), pudiendo llegar a ver dos tipos de realidad virtual, la inmersiva que es cuando la persona tiene la sensación 100% de realidad y tiene una visión 3D y de 360° y una semi inmersiva donde la visión es 2D y de 180°.

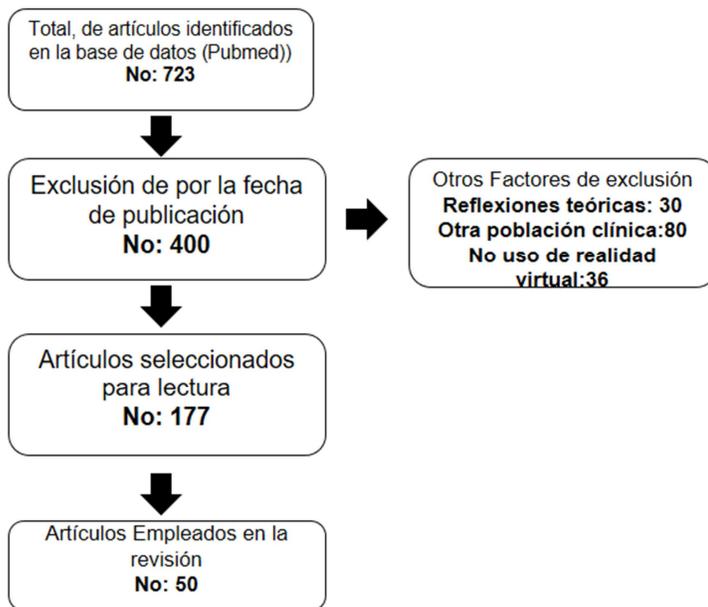
La realidad virtual está incursionando como método de evaluación e intervención por medio de diferentes aproximaciones a patologías de orden mental como las fobias específicas y sociales, el autismo, el trastorno de estrés postraumático, los trastornos alimentarios, las adicciones y el dolor crónico (Mesa-Gresa, Gil-Gómez, Lozano-Quilis, y Gil-Gómez, 2018; Mishkind, Norr, Katz, y Reger, 2017; Delgado Reyes y Sanchez Lopez, 2019; Delgado Reyes, Ocampo Parra y Sanchez Lopez, 2020); sacando provecho del interés de los más jóvenes por este tipo de tecnologías y del aumento de la validez ecológica en los procesos de intervención y evaluación (Bioulac todos los autores, 2017). En el presente artículo de revisión descriptiva (Merino-trujillo, 2011) el objetivo es evidenciar las tendencias actuales en evaluación e intervención por medio de la Relidad Virtual en el trastorno por déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH).

MÉTODO

La presente revisión teórica se realizó a partir de la búsqueda de trabajos investigativos en la plataforma Pubmed a partir de las palabras claves: “ADHD” “attention déficit” “virtual reality” y “Neuropsychology”; la combinación de las

palabras claves anteriormente mencionadas con operadores booleanos (attention déficit AND virtual reality, virtual reality AND Neuropsychology, ADHD AND virtual reality AND Neuropsychology) arrojó un total de 723 trabajos publicados. En la Figura 1. se evidencia el procedimiento para la selección de los trabajos. Se incluyeron 50 documentos entre ensayos clínicos, revisiones de tema y estudios meta analíticos que dieran cuenta de las tendencias actuales de la aplicación de la RV en el TDAH y que hubieran sido publicados del primer semestre de 2014 hasta el segundo semestre de 2019, los trabajos fueron analizados por medio de una maya Excel® en donde se discrimina objetivos, metodología, resultados y conclusiones. A partir de la lectura y análisis realizado por los autores emergieron las siguientes categorías relacionadas con la realidad virtual y el TDAH: evaluación, intervención y neurofeedback.

Figura.1 Proceso utilizado de selección para los trabajos publicados.



DESARROLLO Y RESULTADOS

La aplicación de la Realidad virtual en el TDAH es una herramienta que brinda esperanza a esta población como alternativa o acompañante al tratamiento farmacológico, brindando experiencias emocionalmente positivas y siendo

beneficiosa en el tratamiento cognitivo de la misma (Shiri, Tenenbaum, Sapir y Wexler, 2014); la Realidad Virtual se considera una herramienta útil para evaluar los déficits atencionales o como estrategia de intervención donde Bashiri, Ghazisaeedi y Shahmoradi (2017), sugieren que esta herramienta puede apoyar la rehabilitación de esta población debido a que permite: mejorar habilidades conductuales y cognitivas, esto por medio del control de los diferentes estímulos, la incorporación principios de pruebas neuropsicológicas como lo requiera el clínico, aumentar la motivación de los participantes al usar entornos agradables, proporcionar contextos seguros que reduzcan los errores, el tiempo y el costo, ofrecer flexibilidad y un feedback inmediato del rendimiento del sujeto, proporcionar posibilidades de interacción, entrega de estímulos controlados y establecer diseños según las necesidades del usuario o del objetivo específico de la plataforma, ya sea como monoterapia o como complemento de otras intervenciones, como la terapia cognitivo conductual, la farmacoterapia (Wang y Reid, 2011) y el neurofeedback, las categorías derivadas de la presente revisión son Evaluación, Intervención y Neurofeedback mediado por Realidad Virtual.

Evaluación y Realidad virtual

Las interfaces diseñadas para la evaluación del TDAH se han centrado en la creación de aulas de clase, ya que este es el contexto donde los síntomas tienen mayor significancia clínica, afectando la adquisición de logros académicos. Una de las plataformas pioneras de la aplicación de la realidad virtual por medio de un aula de clase se encuentra en el trabajo de Iriarte y cols. (2012), quien diseña un test de ejecución continua llamado "*Aula Nesplora*", que cuenta con datos normativos para sujetos de habla española; la herramienta involucra la evaluación de atención visual, auditiva y la actividad motora, contando con una buena correlación clínica, alto valor predictivo y fiabilidad en el establecimiento de diagnóstico de TDAH.

Con esta plataforma virtual se logra obtener una clasificación correcta en un 93.5% de los casos, aunque los resultados en el test se ven afectados por el nivel intelectual del individuo (Fernandez, Morillo y Alonso, 2012; Rufo, Cuesto, Iriarte, y

Rufo, 2012), por lo que no se puede tomar tal como lo refiere Martínez, (2017) como único elemento evaluador para la determinación de un diagnóstico, sin embargo, la misma autora reconoce que la prueba se percibe como un mecanismo interesante para los clínicos debido a la validez ecológica que puede aportar, logrando capturar información completa sobre los diferentes procesos atencionales y motores de los alumnos.

Aunque la plataforma AULA nesplora no puede ser considerada como un único elemento para establecer un diagnóstico, los resultados del estudio de Díaz, todos los autores., (2014) ponen en evidencia que es una prueba válida para realizar la medición de procesos como la atención y el control inhibitorio, llegando ha ser considerada como una herramienta útil para complementar el diagnóstico de TDAH; ya que se ha evidenciando que los niños con TDAH en esta plataforma obtienen puntajes mas bajos en memoria de trabajo, velocidad de procesamiento y un rendimiento general mas disminuido que el grupo control (Areces, Dockrell, Garcia, Goanzales-Castro, y Rodriguez, 2018), logrando una adecuada discriminación entre los niños con y sin TDAH, y los diferentes subtipos (Inatento, Hiperactivo/Impulsivo y combinado), por medio de los indicadores (Comisiones, omisiones, actividad motriz y tiempos de respuesta) que ofrece la plataforma virtual, reflejando que la realidad virtual evidencia ventajas potenciales para la evaluación del TDAH (Areces, Rodríguez, García, Cueli, y González-castro, 2016; Rodríguez, Areces, García, Cueli, y González-Castro, 2018)

El Aula Nesplora presenta una validez convergente con el “conners continuous performance Test” (CPT), presentando el aula ventajas sobre este último, como la posibilidad de controlar los efectos del tratamiento farmacológico en niños con TDAH , permitiendo la diferenciación entre niños que están bajo tratamiento y aquellos que no lo están, de igual manera el aula nesplora presenta correlación con los índices de velocidad de procesamiento y memoria de trabajo, correlación que es confirmada en el trabajo de Alvarez y Rufo, (2016).

La plataforma Aula nesplora es utilizada por Díaz, Fernández, Morillo y Climent (2016) buscando determinar la eficacia de la lisdexanfetamina en la mejoría respecto a los síntomas conductuales y cognitivos en un grupo de 85 pacientes

diagnosticados con TDAH. Se estimó la eficacia mediante la aplicación del test mediante realidad virtual antes y después del tratamiento farmacológico, evidenciándose mejorías significativas en la atención de tipo selectiva y sostenida, la calidad del foco atencional y la hiperactividad, mejorías moderadas respecto a la impulsividad y una incidencia casi nula en la velocidad de procesamiento.

Por su parte Bioulac todos los autores. (2012) utilizando una plataforma que simula el entorno de un aula de clases diferente al “Aula Nesplora”, con una muestra de 36 sujetos de los cuales 20 contaban con el diagnóstico de TDAH y 16 niños controles, encontró que los niños diagnosticados obtuvieron un peor rendimiento en comparación a los que no contaban con el diagnóstico, dichos resultados fueron confirmados posteriormente por Neğuț, Jurma y David, (2016) quien además de comparar dos grupos utilizó otra prueba de rendimiento continuo, ofreciendo evidencia a favor de la validez en el diagnóstico y la utilidad de la Realidad Virtual, ya que discrimina entre niños diagnosticados y los que no lo están.

El grupo de Investigación de Aprendizaje escolar y dificultades del rendimiento académico (ADIR) perteneciente a la universidad de Oviedo, ha logrado el desarrollo de un protocolo que insinúa la existencia de ciertos patrones de activación cortical y funcionamiento ejecutivo (omisiones, comisiones y tiempo de respuesta) para identificar el TDAH de manera más objetiva por medio de pruebas ejecución continua por medio de realidad virtual, el formato tradicional y medidas de activación cerebral como Hemoencefalografía (nirHEG) y Electroencefalografía Cuantificada (Q-EEG). Este modelo pretende ofrecer una evaluación efectiva de la sintomatología del TDAH con el objetivo de proporcionar mejores pautas para la instauración de un programa de intervención, los resultados que evidencian el uso de este protocolo se enfocan en observar que los niños con TDAH obtuvieron puntajes más bajos en las variables atencionales de las pruebas de ejecución continua, así como menor activación y oxigenación sanguínea de algunas regiones corticales, permitiendo este tipo de aproximaciones detectar patrones específicos de activación cortical para diferenciar los diferentes subtipos de TDAH (Areces, Cueli, García, González-Castro y Rodríguez, 2018).

Fuera de los procesos atencionales en los niños con TDAH, también se han implementado entornos generados por computador para la evaluación del control inhibitorio y la toma de decisiones riesgosas en estos niños, por lo que Humphreys, Tottenham y Lee (2016) utilizando una muestra multiétnica del oeste de los Estados Unidos, conformada por 184 participantes en un rango de edad entre 5 y 10 años repartidos en dos grupos con (104 niños) y sin diagnóstico (88 niños) encontraron que los niños que presentaban historial de TDAH, evidenciaron en promedio niveles similares a los niños sin TDAH en la asunción de riesgos dentro de la plataforma.

De igual manera una de las ventajas nombradas del uso de la realidad virtual en el TDAH es la incorporación de pruebas y de principios de la neuropsicología, esto queda de manifiesto en el trabajo de Lee todos los autores., (2017) quien realiza un propuesta de evaluación en una aula de realidad virtual en donde incorpora seguimiento ocular y medición de las ondas cerebrales por medio de electroencefalograma, las pruebas cognitivas integradas son un test de ejecución continua y la tarea de clasificación de Wisconsin, en donde los resultados de la prueba piloto al tener en cuenta las medidas físicas y cognitivas podrían derivar en el diagnóstico, aunque se requiere de más evidencia investigativa que avale esta propuesta, ya que se ha demostrado que las pruebas de rendimiento cognitivo en ambientes virtuales como el ClinicaVR: Classroom-CPT pueden ser recomendados para la evaluación de la atención sostenida, selectiva y la inhibición tanto en ámbitos clínicos e investigativos (Nolin todos los autores, 2016).

Neurofeedback y Realidad virtual

El neurofeedback (NF) es un tipo de bioalimentación que consiste en el registro de la actividad cerebral por medio de electroencefalograma (EEG) o resonancia magnética funcional en tiempo real (rtfMRI), la actividad cerebral es retroalimentada al sujeto en modalidad visual o auditiva por medio de herramientas computacionales, siendo el objetivo del entrenamiento por medio de neurofeedback que el sujeto logre la autorregulación o modificación de su

actividad neurofisiológica de manera que permita la optimización de procesos cognitivos y psicológicos (Castillo y Cruz-bermúdez, 2018).

La intervención para TDAH por medio de neurofeedback se ha mostrado como un tratamiento con efectos más duraderos al realizar seguimiento 6 meses después del tratamiento (Doren todos los autores., 2018), aunque se requiere más cuerpo de conocimiento sobre los efectos del mismo y las diferentes variables que intervienen en el aprendizaje de tareas de neurofeedback ya que se ha podido establecer que la edad, la expectativa y el tipo de medicación como el metilfenidato en niños con TDAH tienen un efecto positivo en el entrenamiento por medio de esta herramienta (Zuberer, Minder, Brandeis, y Drechsler, 2018; Lee y Suhr, 2018); aunque el cuerpo de conocimiento no sea sólido la combinación del neurofeedback y realidad virtual han dejado una serie de propuestas implementadas para la investigación e intervención.

Por ejemplo Rohani, Sorensen y Puthusserypady (2014), y Rohani y Puthusserypady (2015), mezclaron la realidad virtual y el electroencefalograma a partir del potencial P300 ya que según los autores esta sería una medida adecuada que proporciona información de sí el sujeto está atento o no, por lo que el prototipo ha sido montado en un aula virtual que se presenta como un ambiente motivador donde las distracciones que se presentan en la vida real pueden ser simuladas y controladas. La plataforma consiste en dos juegos que ponen a prueba la atención visual y la discriminación visual, por lo que el sujeto debe focalizar la información relevante presentada en un tiempo corto, proporcionando puntos por la presencia de P300 y la correcta recopilación de la información, en dicho estudio se demuestra la eficacia del prototipo y se incentiva a la combinación de la realidad virtual y el neurofeedback como una alternativa para la intervención de los niños con TDAH, así mismo otro estudio que implemento un juego serio en combinación con electroencefalograma inalámbrica, mostro en sujetos sanos una mejoría del 10% en el compromiso y del 8% en procesos atencionales, en comparación a sujetos que utilizaron el mismo juego manejado por teclado (Alchalabi, Eddin, y Shirmohammadi, 2017).

Siguiendo la línea del trabajo anterior Blume todos los autores, (2017) realizó un ensayo controlado aleatorio que tenía como objetivo determinar los efectos del neurofeedback basado en espectroscopia funcional de infrarrojo (NIRs) al compararlos con el entrenamiento de biofeedback basado en la electromiografía (EMG) en niños con TDAH, ambos entrenamientos llevados a cabo en una clase de realidad virtual o un salón 2D comparando los efectos del neurofeedback basado en NIRS en ambos entornos, para esto se reclutaron 90 sujetos diagnósticos con TDAH, que fueron expuestos a un tratamiento de 15 sesiones, en donde cada sesión de entrenamiento se dividía en tres bloques con una duración aproximada de 60-70 minutos; encontrándose que los efectos de neurofeedback y biofeedback en el entorno virtual tienen resultados comunes; respecto a la diferencia del rendimiento según el entorno al que fue expuesto el participantes (Realidad virtual vs 2D), aún se esperan los resultados de dicha variable, aunque se esperaría por las diferentes construcciones teóricas, que la realidad virtual revele ciertos efectos positivos frente al ambiente 2D, ya que la primera simula una situación de la vida cotidiana permitiendo generar entornos más enriquecidos. La propuesta de Hudak todos lo autores., (2017) también emplea el neurofeedback basado en NIRs, en un aula de realidad virtual inmersiva en donde los sujetos debían aprender a controlar la iluminación superior a partir de la activación cerebral frontal dorso lateral, la intervención con esta plataforma mostro una reducción del comportamiento impulsivo, posiblemente por medio del fortalecimiento de los circuitos del lóbulo frontal, las limitantes de este estudio son la muestra reducida y la falta de un seguimiento a largo plazo.

El "*FocusLocus*", es un programa diseñado para entrenar los síntomas del TDAH, por medio de un juego basado en el entrenamiento cognitivo para la adquisición de competencias cognitivas y comportamentales, la plataforma abarca un dispositivo para el uso en casa (tableta electrónica) y un juego de realidad virtual para sesiones supervisadas en entornos clínicos, estando diseñado para ser adaptada y personalizada para cada niño según su condición individual, los síntomas, su edad y sus gustos; de igual manera la plataforma involucra a todos los profesionales y demás personas interesadas en el proceso terapéutico del

niño, está conformada por sensores en los dispositivos móviles, seguimiento y análisis del rendimiento desde la web y seguridad para la administración de los diferentes perfiles (Kanellos todos los autores., 2018).

Realidad Virtual e Intervención.

La creación de aulas virtuales ha demostrado ser una buena herramienta clínica para la evaluación de procesos atencionales en el TDAH, tanto de forma individual o como aliado del neurofeedback, tal como se pudo evidenciar cuando se hizo alusión al “Aula Nesplora” y las diferentes investigaciones que mezclan el neurofeedback con la realidad virtual, sin embargo esta herramienta también puede ser de gran ayuda en los procesos de rehabilitación de diferentes habilidades cognitivas (Bioulac, 2015b), por lo que se han creado de igual manera propuestas de intervención a partir de la realidad virtual.

Serra todos los autores, (2017) con una muestra de 50 pacientes entre los 18 y los 65 años que no asistían a ningún tipo de tratamiento en el momento del estudio, se intervinieron por medio de un tratamiento de 4 sesiones virtuales de entrenamiento en mindfulness más un manejo farmacológico. Se utilizó el metilfenidato por ser el primer medicamento de elección y más utilizado en Estados Unidos, planteándose que su combinación podría ser eficaz para la mejoría de esta población, además de considerar la realidad virtual como una alternativa a las orientaciones psicoterapéuticas clásicas, que sea más breve y atractiva para los pacientes; de igual manera Bioulac todos los autores, (2018) demuestra que un programa de recuperación cognitiva inmersa en un aula virtual reduce el riesgo de TDAH y podría reemplazar el tratamiento con metilfenidato en casos con características específicas.

Otro sistema de intervención para TDAH basado en realidad virtual es el propuesto por Anton, Opris, Dobrea y Rizzo (2009) utilizando la plataforma VirtualClassroom (Rizzo todos los autores., 2000, 2002, 2006), complementado con un tratamiento de orientación cognitivo conductual a través de 16 sesiones, en este se toman en cuenta las diferentes manifestaciones conductuales de este tipo de pacientes como son los problemas en el contexto escolar, los resultados han

evidenciado una buena actitud de los participantes frente a esta metodología y una disminución en algunos comportamientos disruptivos aunque no se evidenció un seguimiento a largo plazo que pueda determinar el impacto de la intervención en la vida cotidiana, siendo esto aun una deuda pendiente de las diferentes investigaciones publicadas; actualmente Garnica, Quiroga, Miranda, y Medina (2016) se encuentran en la elaboración de un software constituido por 5 módulos que conllevan más niveles de dificultad que fueron construidos en medio físico previamente, esto para el tratamiento de niños con TDAH, en donde se proyectan otras publicaciones que den cuenta del desarrollo del software y su integración con el medio físico, esta combinación de las técnicas clásicas de lápiz y papel y los entornos digitales se da como una forma de garantizar la generalización de lo aprendido.

La propuesta de intervención de Shema-shiratzky todos los autores., (2018) incluía evadir obstáculos virtuales mientras se camina en una cinta para correr, esta estrategia fue implementada en 14 niños en edad escolar durante un periodo de entrenamiento de 6 semanas, evidenciándose mejorías en los problemas sociales, el comportamiento psicossomático, la memoria y la función ejecutiva que se mantienen 6 semanas después de la intervención, sugiriendo que el entrenamiento por medio de la caminadora y realidad virtual puede ser un tratamiento efectivo para alcanzar mejorías en el comportamiento, la función cognitiva y la doble tarea en niños con TDAH.

Respecto a las modalidades de intervención por medio de realidad virtual Delgado y Moreno (2012) resaltan que las interfaces creadas hasta el momento reflejan el contexto escolar, pretendiendo disminuir los déficits atencionales que caracterizan a este tipo de población y aumentar su rendimiento académico, ya que la realidad virtual permite procesos que incentivan el auto entrenamiento y sobre aprendizaje, en donde el paciente tras varios ensayos aprende las habilidades que son necesarias para enfrentar situaciones que se dan en el contexto escolar, evidenciándose por ejemplo que en adultos con las habilidades entrenadas por medio de la realidad virtual se transfería a situaciones de la vida real sugiriendo en primer lugar que la atención es plástica aun en la vejez y segundo la posibilidad de

usar realidad virtual como herramienta de intervención en otro tipo de población fuera de la juvenil (Bier, Ouellet, y Belleville, 2018).

Además del entrenamiento de procesos cognitivos como la atención, también se han creado propuestas para mejorar otras habilidades comportamentales como la comunicación social, por ejemplo “*Empowered Brain*” es una intervención basada en smartglasses que ha demostrado mejorar la comunicación social en niños con TDAH y el trastorno del espectro autista; logrando en los primeros reducir síntomas como la hiperactividad y la falta de atención e impulsividad en niños, adolescentes y adultos, sin dar lugar a un aumento de los síntomas de TDAH al realizar un seguimiento de 48 horas después de la intervención (Vahabzadeh, Keshav, Salisbury, y Sahin, 2018).

De igual manera la propuesta denominada “*ANTONYMS*” basada en el Dual Pathway Model (DPM), ha demostrado estar asociada al rendimiento obtenido en pruebas estándar de TDAH, apoyando la validez del programa de entrenamiento el cual se centra en el mecanismo cognitivo de la inhibición estimulando la autorregulación y la meta cognición, basada en los déficits de auto regulación características de los niños con TDAH; de igual manera esta dirigida a promover el aprendizaje, la regulación de conductas impulsivas y la inhibición de pensamientos irrelevantes en niños con TDAH. En esta plataforma el jugador representa un héroe llamado Atansyon el cual debe salvar el reino ubicado en el lado opuesto de la tierra (Antonyms), el jugador debe pasar por varios momentos por lo que debe cambiar la actitud pensando antes de realizar cualquier acción en lugar de actuar de manera impulsiva, induciendo la plataforma al jugador para actuar de forma reflexiva, logrando mejorar la meta cognición, el juego termina al liberar el planeta (Colombo todos los autores., 2017; Crepaldi, Colombo, Baldassini, Mottura, y Antonietti, 2017).

Una plataforma similar que incluye un juego de aventura es “*Adventurous Dreaming Highflying dragon*”, Consiste en tres juegos, que tiene por objetivo aumentar la capacidad de enfocar y recordar indicaciones visuales, mejorar la coordinación mano-ojo y la habilidad para adoptar una determinada actitud, aunque no se presenta evidencia clínica de su efectividad o validez, el juicio de

expertos sobre la plataforma da esperanzas de resultados positivos cuando se realicen ensayos clínicos (Hashemian, Gotsis, y Baron, 2014).

La enseñanza y evaluación de los conceptos matemáticos básicos en niño con TDAH es la propuesta realizada por lanaguivara todos los autores., (2015) quien desarrolla una plataforma con este objetivo, demostrando que la misma posee adecuada jugabilidad por los usuarios y manteniendo la atención de los niños con TDAH, la propuesta consiste en 5 retos que tienen inmerso principios matemáticos como reconocimiento numérico, contar 1 por 1, emparejamiento, reglas de seriación, suma, reconocimiento de tamaño- forma y contar en escala ascendente, de igual manera, Lin, Yu, Chen, Huang, y Lin, (2016) propone una estrategia para el entrenamiento de alfabetización por medio de realidad virtual para estudiantes con TDAH y discapacidades de lectura, los resultados de un estudio de caso con dos niños, evidenciaron que sus puntajes aumentaron de forma considerable durante las fases de intervención y mantenimiento.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El empleo de la realidad virtual en la evaluación e intervención de los síntomas de TDAH es una herramienta cada vez más prometedora por ofrecer: 1) entornos ecológicamente válidos (Muhlberger todos los autores., 2016), esto debido a la adición de distractores que permite la mejor clasificación de los grupos, debido a la vulnerabilidad de los niños con TDAH a distraerse o no mantener su foco atencional por prestar atención a elementos circundantes en el entorno (Adams, Finn, Moes, Flannery y Rizzo, 2009), 2) métodos no intrusivos, en ocasiones de bajo costo en ambientes motivadores y atractivos (Darius, Rohani y Puthusserypady, 2015), sin embargo en la presente revisión se hace necesario evidenciar algunos puntos de interés para tener en cuenta en próximos trabajos investigativos que buscan incorporar la realidad virtual en la evaluación o intervención de esta población.

La ampliación de las muestras utilizadas en los diversos ensayos clínicos es algo imperioso para poder generalizar los resultados y crear protocolos de intervención; utilizar población que comprenda diferentes grupos etarios ya que los prototipos

realizados hasta el momento están diseñados para escolares y adolescentes. También se hace importante crear diversos entornos porque la mayoría son aulas de clase de forma rectangular y uno de los criterios diagnósticos de la enfermedad es que el malestar se da en uno o más contextos de importancia para el sujeto como la escuela, la familia o la vida social, además se debe considerar el entrenamiento de otras habilidades que están en el núcleo de la sintomatología del trastorno, pero no se tienen en cuenta en el abordaje con realidad virtual.

Lo anterior se considera ya que la mayoría de plataformas virtuales se han centrado en el entrenamiento de los síntomas cardinales del TDAH como inatención e impulsividad, dejándose de lado otros de los déficits que presentan este tipo de población siendo solo las propuestas de lanaguivara todos los autores., (2015), Vahabzadeh todos los autores., (2018) y Lin todos los autores., (2016) quienes hacen énfasis en el entrenamiento de habilidades de la vida diaria como la comunicación social y habilidades académicas como las matemáticas y la alfabetización que pueden afectar el pronóstico de la enfermedad, por lo que también se debe realizar estudios longitudinales que permitan establecer la generalización de los aprendizajes a la vida cotidiana y el mantenimiento de los mismos a lo largo del tiempo, siendo importante que cada vez que se piensan en trabajos de intervención siempre se debe pensar en la comparación con un grupo control, aspecto metodológico que no se evidencia en muchos de los trabajos anteriormente expuestos.

De igual manera, es de tener en cuenta que el uso de las herramientas tecnológicas en la población con TDAH se debe realizar con mucha preocupación, ya que se ha logrado evidenciar que los niños con esta condición al solicitarle que dejen de hacer uso de los dispositivos el 59% tienen reacciones de rechazo, enojo y/o agresión; así mismo en esta población presenta más vulnerabilidad y conductas adictivas hacia los videojuegos (Bioulac, 2015a).

Los inconvenientes detectados por el uso de herramientas tecnológicas en los procesos de intervención se encuentran relacionados con limitaciones en la comunicación no verbal y el establecimiento de una alianza terapéutica, la confidencialidad de los datos y los problemas técnicos que se pueden presentar

en el manejo de los mismos (Gonzales-Peña, Torres, Del Barrio, y Olmedo, 2017) por lo que se deben tener en cuenta las recomendaciones propuestas por Mishkind, Norr, Katz y Reger, (2017), para los diferentes profesionales que hacen uso de la realidad virtual en diferentes condiciones clínicas, entre estas recomendaciones se encuentra mantenerse actualizado en los diferentes avances de la tecnología que se esté empleando, mantenerse vigente en la evidencia investigativa de los pros y los contras del uso de este tipo de intervención y mantener al tanto a los pacientes de los mismos, tener control de los efectos secundarios de esta práctica, buscar capacitación específica en realidad virtual y la aplicación de la misma y aprender la solución de distintas fallas que pueden presentar las diferentes plataformas.

Por su parte el uso del neurofeedback aún requiere más cuerpo de investigación que avale su efectividad como tratamiento, sin embargo, los resultados encontrados hasta ahora dan esperanzas de este procedimiento como medida terapéutica a largo plazo, ya que se ha evidenciado al hacer un seguimiento a 6 semanas de los efectos cognitivos del neurofeedback y la medicación estimulante, que las diferencias a favor de los estimulantes después de la intervención se hacen más pequeñas a medida que avanza el tiempo pudiendo sugerir que el neurofeedback puede tener efectos beneficiosos retrasados (Geladé todos los autores, 2018), de igual manera la utilización de realidad virtual y neurofeedback se puede considerar como una forma de mejorar la validez ecológica y la relevancia de los síntomas presentados por los pacientes en la situación de entrenamiento, afectando de manera positiva la transferencia de habilidades a la vida diaria (Hudak todos los autores, 2017).

La realidad virtual por medio de plataformas que incluyen pruebas de ejecución continua fuera de discriminar entre niños que se encuentran y no se encuentran bajo prescripción farmacológica, también se ha implementado como un instrumento de evaluación sensible y fácil de usar para medir la respuesta al metilfenidato en niños con TDAH (Pollak, Shomaly, Weiss, Rizzo, y Gross-Tsur, 2010), discriminar entre niños con y sin diagnóstico establecido; por lo que es el test más empleado para incorporar en este tipo de plataformas, sin embargo no se

aprovecha en su totalidad los beneficios de la realidad virtual para crear otros experimentos conductuales que permitan poner de manifiesto las deficiencias cognitivas y comportamentales de los niños con TDAH.

Para terminar, se puede concluir de manera general que aún falta mucho por conocer sobre las ventajas y desventajas, que pueden ser consultadas en la Tabla 1. De igual manera de deben tener en cuenta diferentes variables que intervienen, como el tipo de paciente idóneo para la evaluación y entrenamiento por medio de realidad virtual y las posibles consecuencias negativas de esta práctica, la realidad virtual virtual cada vez más se convierte en una herramienta que debe ser considerada por los clínicos en el abordaje del TDAH, dando pie a la importancia de continuar fortaleciendo y estableciendo puentes de conocimientos entre la psicología y otras áreas de conocimiento como las neurociencia, las ciencias biomédicas, la analítica de datos y otras disciplinas (Delgado Reyes, 2018).que pueden enriquecer y ampliar la perspectiva psicológica frente a diferentes fenómenos psicológicos, biológicos y sociales que permitan impactar las practicas clínicas y educativas y disminuir la relación costo efectividad.

Tabla 1. Ventajas y Desventajas del uso de la Realidad virtual en el TDAH.

Ventaja	Desventaja
Permite crear entornos tridimensionales con imágenes foto realistas.	No sustituye la realidad, se debe realizar seguimientos longitudinales para determinar el efecto de la intervención.
La realidad virtual da la facilidad que el terapeuta construya el contexto de evaluación y de intervención según las necesidades del paciente.	Es costoso, tanto el hardware como software, aunque google recientemente lanzo la posibilidad gratuita de crear sus propios visores de 3D (Google VR ®)
Permite la manipulación del contexto por lo que la evaluación e intervención puede transcurrir con menos inconvenientes.	Muchos pacientes expresan no sentirse inmersos ante un ambiente de realidad virtual.
Es un procedimiento novedoso que puede mejorar la adherencia al tratamiento en niños, niñas y adolescentes.	No puede ser empleado con paciente que tengan fotosensibilidad, epilepsia o vértigo, de igual manera se han descrito pocos trabajos en donde consideren la presencia de la enfermedad del ordenador (nauseas, mareo)

Permite discriminar de manera sensible a los estudiantes con presencia de trastorno de déficit de atención y aquellos con la presencia de medicación.	No puede ser utilizado por un tiempo prolongado en una misma sesión.
---	--

Puede funcionar como monoterapia o como coadyuvante de otro tipo de intervenciones como el neurofeedback o la terapia cognitivo conductual.	Requiere una formación técnica especializada en las tecnológicas y constantes actualización sobre el tema.
---	--

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, R., Finn, P., Moes, E., Flannery, K., y 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>
- Alchalabi, A., Eddin, A., y Shirmohammadi, S. (2017). More Attention , Less Deficit : Wearable EEG-Based Serious Game for Focus Improvement. 2017 *IEEE 5th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*. <https://doi.org/10.1109/SeGAH.2017.7939288>
- Alvarez, V., y Rufo-campos, M. (2016). Perfil Cognitivo en niños con Trastorno por Déficit de Atención con o sin Hiperactividad evaluados mediante Realidad Virtual : influencia sobre el rendimiento académico. *Vox Paediatrica*, XXII(2), 21–26.
- Anton, R., Opris, D., Dobrean, A., y Rizzo, A. (2009). Virtual Reality in Rehabilitation of Attention Deficit / Hyperactivity Disorder The Instrument Construction Principles. *Journal of Cognitive and Behavioral Psychotherapies*, 9(0), 235–246. <https://doi.org/doi:10.1109/ICVR.2009.5174206>
- Arango, A., y Varela, V. (2013). *Perfiles comportamentales en las dimensiones del Checklist para TDAH en una muestra de niños escolarizados en la ciudad de Manizales*. Universidad de Manizales.

- Areces, D., Cueli, M., García, T., González-castro, P., y Rodríguez, C. (2018). Using Brain Activation (nir-HEG / Q-EEG) and Execution Measures (CPTs) in a ADHD Assessment Protocol. *Journal of Visualized Experiments*, (April). <https://doi.org/10.3791/56796>
- Areces, D., Dockrell, J., Garcia, T., Goanzales-Castro, P., y Rodriguez, C. (2018). Analysis of cognitive and attentional profiles in children with and without ADHD using an innovative virtual reality tool. *PLoS ONE*, 13(18), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201039>
- Areces, D., Rodríguez, C., García, T., Cueli, M., y 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*, 23. <https://doi.org/10.1177/1087054716629711>
- Balbuena, F. (2016). La elevada prevalencia del TDAH: posibles causas y repercusiones socioeducativas. *Psicología Educativa*, 22(2), 81–85. <https://doi.org/10.1016/j.pse.2015.12.002>
- Bashiri, A., Ghazisaeedi, M., y Shahmoradi, L. (2017). The opportunities of virtual reality in the reha- bilitation of children with attention deficit hyperactivity disorder: a literature review. *Korean J Pediatr*, 60(11), 337–343. <https://doi.org/10.3345/kjp.2017.60.11.337>
- Bernal, A. (2016). *Aplicaciones actuales de procedimientos de realidad virtual en fobias específicas y ansiedad social*. Universidad de salamanca.
- Bier, B., Ouellet, É., y Belleville, S. (2018). Computerized Attentional Training and Transfer With Virtual Reality : Effect of Age and Training Type. *American Psychological Association*, 32(5), 597–614. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1037/neu0000417>
- Bioulac, S. (2015). Trouble Déficit de l'Attention/Hyperactivité et Technologies de l'Information et de la Communication. *Psychotropes*, 21, 55–78. <https://doi.org/10.3917/psyt.214.0055>
- Bioulac, S. (2015). Use of virtual classroom software as an evaluation tool and for treatment for children with Attention Deficit Hyperactivity. *Presses Universitaires de France References*, 1, 141–158.

<https://doi.org/10.4074/S0013754515001093>

Bioulac, S., de Sevin, E., Sagaspe, P., Claret, A., Philip, P., Micoulaud-Franchi, J., y Bouvard, M. (2017). Qu'apportent les outils de réalité virtuelle en psychiatrie de l'enfant et l'adolescent ? *Encephale, september*, 1–6.

<https://doi.org/10.1016/j.encep.2017.06.005>

Bioulac, S., Lallemand, S., Rizzo, A., Philip, P., Fabrigoule, C., y Bouvard, M. (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., Maire, J., Bouvard, M., Rizzo, A., Sagaspe, P., y Philip, P. (2018). Virtual Remediation Versus Methylphenidate to Improve Distractibility in Children With ADHD : A Controlled Randomized Clinical Trial Study. *Journal of Attention Disorders*.

<https://doi.org/10.1177/1087054718759751>

Blume, F., Hudak, J., Dresler, T., Ehlis, A., Kühnhausen, J., Renner, T. J., y Gawrilow, C. (2017). NIRS-based neurofeedback training in a virtual reality classroom for children with attention-deficit/hyperactivity disorder: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 18(1), 41.

<https://doi.org/10.1186/s13063-016-1769-3>

Castillo, I., y Cruz-bermúdez, N. (2018). Neurofenomenología y neurofeedback como acercamientos a la interrelación entre cerebro y procesos mentales : intentando cerrar la " brecha explicativa ." *Revista Iberoamericana de Neuropsicología*, 1(1), 32–44.

Colombo, V., Baldassini, D., Mottura, S., Sacco, M., Crepaldi, M., y Antonietti, A. (2017). Antonyms: A serious game for enhancing inhibition mechanisms in children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD). *International Conference on Virtual Rehabilitation, ICVR*, 10–11.

<https://doi.org/10.1109/ICVR.2017.8007457>

Crepaldi, M., Colombo, V., Baldassini, D., Mottura, S., y Antonietti, A. (2017). Supporting rehabilitation of ADHD children with serious games and enhancement of inhibition mechanisms. In *14th International Conference on Virtual Reality and Augmented Reality*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-72323-5>

- Delgado Reyes, A. (2018). Neurociencia y Psicología. *Tempus Psicológico*, 1(2), 127-144. <https://doi.org/10.30554/tempuspsi.1.1.2150.2018>
- Delgado Reyes, A. y Sánchez López, J. (2019) Miedos, Fobias y sus Tratamientos. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*. 22 (2) 42-78.
- Delgado Reyes, A., Ocampo Parra, T. y Sánchez López, J. (2020) Realidad virtual: Evaluación e intervención en el trastorno del espectro autista. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*. 23 (1) 369-399.
- Delgado, G., y Moreno, I. (2012). Aplicaciones de la Realidad Virtual en el Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad: Una aproximación. *Anuario de Psicología Clínica y de La Salud*, 8, 31–39. Retrieved from <http://0-dialnet.unirioja.es/ubucat.ubu.es/servlet/articulo?codigo=4620728&yorden=1&info=link%5Cnhttp://0-dialnet.unirioja.es/ubucat.ubu.es/servlet/extart?codigo=4620728>
- Díaz-Orueta, U., Fernández-Fernández, M., Morillo-Rojas, M., y Climent, G. (2016). Eficacia de la lisdexanfetamina en la mejora sintomática conductual y cognitiva del trastorno por déficit de atención/hiperactividad: tratamiento monitorizado mediante el test AULA Nesplora de realidad virtual. *Rev Neurol*, 63(1), 19–27. Retrieved from <http://www.neurologia.com/pdf/Web/6301/bq010019.pdf>
- Díaz-Orueta, U., García-López, C., Crespo-Eguílaz, N., Sánchez-Carpintero, R., Climent, G., y Narbona, J. (2014). AULA virtual reality test as an attention measure: Convergent validity with Conners Continuous Performance Test. *Child Neuropsychology*, 20(3), 328–342. <https://doi.org/10.1080/09297049.2013.792332>
- Doren, J. Van, Arns, M., Heinrich, H., Vollebregt, M. A., Strehl, U., y Loo, S. K. (2018). Sustained effects of neurofeedback in ADHD : a systematic review and meta - analysis. *European Child y Adolescent Psychiatry*. <https://doi.org/10.1007/s00787-018-1121-4>
- Fernandez, M., Morillo, M., y Alonso, L. (2012). Utilidad del estudio Aula Nesplora en la valoración del TDAH. XXXVI Reunión Anual de la Sociedad Española de Neurología Pediátrica. *Revista de Neurología*, 54(Supl 3), 288.
- Garnica, E., Quiroga, B., Miranda, P., y Medina, A. (2016). Diseño de módulos

- interactivos para tratar el trastorno por déficit de atención con hiperactividad-TDAH. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de La Información*, 3(6), 49–58. <https://doi.org/DOI:>
<http://dx.doi.org/10.21017/rimci.2016.v3.n6.a14>
- Geladé, K., Janssen, T., Bink, M., Twisk, J., van Mourik, R., Maras, A., y Oosterlaan, J. (2018). A 6-month follow-up of an RCT on behavioral and neurocognitive effects of neurofeedback in children with ADHD. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 27(5), 581–593.
<https://doi.org/10.1007/s00787-017-1072-1>
- Gómez-Restrepo, C., Aulí, J., Tamayo Martínez, N., Gil, F., Garzón, D., y Casas, G. (2016). Prevalencia y factores asociados a trastornos mentales en la población de niños colombianos, Encuesta Nacional de Salud Mental (ENSM) 2015. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 45(S 1), 39–49.
<https://doi.org/10.1016/j.rcp.2016.06.010>
- Gómez-Restrepo, C., Ramirez, S., Tamayo Martínez, N., Rodríguez, M., Rodríguez, A., y Rengifo, H. (2016). Prevalencia de posibles trastornos mentales en niños con condiciones crónicas. Resultado de la Encuesta Nacional de Salud Mental Colombia 2015. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 45(S 1), 135–140. <https://doi.org/10.1016/j.rcp.2016.08.005>
- Gonzales-Peña, P., Torres, R., Del Barrio, V., y Olmedo, M. (2017). Uso de las nuevas tecnologías por parte de los psicólogos españoles y sus necesidades. *Clinica y Salud*, 28, 81–91.
<https://doi.org/10.1016/j.clysa.2017.01.001>
- Hashemian, Y., Gotsis, M., y Baron, D. (2014). Adventurous Dreaming Highflying Dragon: A full body game for children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). *ISMAR 2014 - IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality - Science and Technology 2014, Proceedings*, 341–342. <https://doi.org/10.1109/ISMAR.2014.6948479>
- Hudak, J., Blume, F., Dresler, T., Haeussinger, F. B., Renner, T. J., Fallgatter, A. J., ... Ehlis, A.-C. (2017). Near-Infrared Spectroscopy-Based Frontal Lobe Neurofeedback Integrated in Virtual Reality Modulates Brain and Behavior in Highly Impulsive Adults. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11(September), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00425>
- Humphreys, K., Tottenham, N., y Lee, S. (2016). Risky decision-making in children

with and without ADHD: A prospective study. *Child Neuropsychology*, 0(0), 1–16. <https://doi.org/10.1080/09297049.2016.1264578>

Ianaguivara, E. S., Candiago, A., Kawamoto, L. T., Rodrigues, S. C. M., Scardovelli, T. A., y da Silva, A. P. (2015). Virtual Environment to Aid the Assessment of Basic Math Concepts in Children with ADHD. *Key Engineering Materials*, 638, 339–343. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.638.339>

Iriarte, Y., Diaz-Orueta, U., Cueto, E., Irazustabarrena, P., Banterla, F., y Climent, G. (2012). 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>

Kanellos, T., Doulgerakis, A., Georgiou, E., Bessa, M., Thomopoulos, S. C. A., Vatakis, A., ... Navarra, J. (2018). FocusLocus : ADHD management achievement and social inclusion. In *Smart biomedical And Physiological sensor Technology XV*. <https://doi.org/10.1117/12.2307087>

Lee, G. J., y Suhr, J. A. (2018). Expectancy Effects on Self-Reported Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Symptoms in Simulated Neurofeedback: A Pilot Study. *Archives of Clinical Neuropsychology*, (April), 1–6. <https://doi.org/10.1093/arclin/acy026>

Lee, H., Li, Y., Yeh, S. C., Huang, Y., Wu, Z., y Du, Z. (2017). ADHD assessment and testing system design based on virtual reality. *Proceeding of 2017 2nd International Conference on Information Technology, INCIT 2017, 2018–Janua*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/INCIT.2017.8257860>

Lin, C.-Y., Yu, W.-J., Chen, W.-J., Huang, C.-W., y Lin, C.-C. (2016). The effect of literacy learning via mobile augmented reality for the students with ADHD and reading disabilities. *10th International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*, 97739, 103–111. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-39191-0>

Martinez, A. (2017). *Realidad Virtual aplicada a la evaluacion del TDAH en el departamento de orientacion. Aula Nesplora*. Universidad de Salamanca. Retrieved from <http://www.innoarea.com/realidad-virtual-aplicada-a-la-salud/>

Merino-trujillo, A. (2011). Como escribir documentos científicos (Parte 3). Artículo de revisión. *Salud En Tabasco*, 17(enero-agosto), 36–40.

- Mesa-Gresa, P., Gil-Gómez, H., Lozano-Quilis, J.-A., y Gil-Gómez, J.-A. (2018). Effectiveness of Virtual Reality for Children and Adolescents with Autism Spectrum Disorder: An Evidence-Based Systematic Review. *Sensors*, 18(8), 2486. <https://doi.org/10.3390/s18082486>
- Mishkind, M., Norr, A., Katz, A., y Reger, G. (2017). Review of Virtual Reality Treatment in Psychiatry: Evidence Versus Current Diffusion and Use. *Current Psychiatry Reports*, 19(11). <https://doi.org/10.1007/s11920-017-0836-0>
- Mu hlberger, A., Jekel, K., Probst, T., Schecklmann, M., Conzelmann, A., Andreatta, M., ... 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>
- Neguț, A., Jurma, A., y 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., y Allain, P. (2016). ClinicaVR : Classroom-CPT : A virtual reality tool for assessing attention and inhibition in children and adolescents. *Computers in Human Behavior Journal*, 59, 327–333. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.02.023>
- Peñasco-Martín, B., De Los Reyes-Guzmán, A., Gil-Agudo, Á., Bernal-Sahún, A., Pérez-Aguilar, B., y De La Peña-González, A. (2010). Aplicación de la realidad virtual en los aspectos motores de la neurorrehabilitación. *Revista de Neurología*, 51(8), 481–488.
- Pollak, Y., Shomaly, H. B., Weiss, P. L., Rizzo, A. A., y Gross-Tsur, V. (2010). 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>
- Rizzo, A., Bowerly, T., Buckwalter, J., Klimchuk, D., Mitura, R., y Parsons, T. (2006). A virtual reality scenario for all seasons: The virtual classroom. *CNS*

Spectrums, 11(1), 35–44. <https://doi.org/10.1017/S1092852900024196>

Rizzo, A., Bowerly, T., Buckwalter, J., Schultheis, M., Matheis, R., Shahabi, C., ... Sharifzadeh, M. (2002). Virtual environments for the assessment of attention and memory processes : the virtual classroom and office. *Interational Conference of Disability, Virtual Reality, y Associated Technology, 2002*, 3–12.

Rizzo, A., Buckwalter, J., Bowerly, T., van der Zaag, C., Humphrey, L., Neumann, U., ... Sisemore, D. (2000). The virtual classroom: A virtual reality environment for the assessment and rehabilitation of attention deficits. *CyberPsychology y Behavior*, 3(3), 483–499. <https://doi.org/10.1089/10949310050078940>

Rodríguez, C., Areces, D., García, T., Cueli, M., y 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), 189–282. <https://doi.org/10.1016/j.ijchp.2018.06.003>

Rodríguez, N., Rodríguez, V. A., Ramírez, E., Cediél, S., Gil, F., y Rondón, M. A. (2016). Aspectos metodológicos del diseño de muestra para la Encuesta Nacional de Salud Mental 2015. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 45(S 1), 26–30. <https://doi.org/10.1016/j.rcp.2016.08.009>

Rodriguez, V., Moreno, S., Camacho, J., Gómez-Restrepo, C., de Santacruz, C., Rodriguez, M. N., y Tamayo Martínez, N. (2016). Diseño e implementación de los instrumentos de recolección de la Encuesta Nacional de Salud Mental Colombia 2015. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 45(S 1), 9–18. <https://doi.org/10.1016/j.rcp.2016.10.001>

Rohani, D. A., y Puthusserypady, S. (2015). BCI inside a virtual reality classroom: a potential training tool for attention. *EPJ Nonlinear Biomedical Physics*, 3(1), 12. <https://doi.org/10.1140/epjnbp/s40366-015-0027-z>

Rohani, D. A., Sorensen, H. B. D., y Puthusserypady, S. (2014). Brain-computer interface using P300 and virtual reality: A gaming approach for treating ADHD. *2014 36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBC 2014*, 3606–3609. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2014.6944403>

- Serra-pla, J. F., Pozuelo, M., Richarte, V., Ibáñez, P., Bellina, M., Vidal, R., ... Ramos-quiroya, J. (2017). Tratamiento del trastorno por déficit de atención / hiperactividad en la edad adulta a través de la realidad virtual mediante un programa de mindfulness. *Revista de Neurología*, 64(Supl 1), 117–122.
- Shema-shiratzky, S., Brozgol, M., Cornejo-thumm, P., Rotstein, M., Leitner, Y., Hausdorff, J. M., ... Cornejo-thumm, P. (2018). Virtual reality training to enhance behavior and cognitive function among children with attention-deficit / hyperactivity disorder : brief report. *Developmental Neurorehabilitation*, 00(00), 1–6.
<https://doi.org/10.1080/17518423.2018.1476602>
- Shiri, S., Tenenbaum, A., Sapir-Budnero, O., y Wexler, I. (2014). Elevating hope among children with Attention deficit and hyperactivity disorder through virtual reality. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8(May), 8–11.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00198>
- Vahabzadeh, A., Keshav, N. U., Salisbury, J. P., y 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. *Journal of Medical Internet Research*, 20(4), 1–19.
<https://doi.org/10.2196/mental.9631>
- Vélez, A., Talero, C., González, R., y Ibáñez, M. (2008). Prevalencia de trastorno por déficit de atención con hiperactividad en estudiantes de escuelas de Bogotá, Colombia. *Acta Neurológica Colombiana*, 24, 6–12. Retrieved from http://www.acnweb.org/acta/2008_24_1_6.pdf
- Wang, M., y Reid, D. (2011). Virtual reality in pediatric neurorehabilitation: Attention deficit hyperactivity disorder, autism and cerebral palsy. *Neuroepidemiology*, 36(1), 2–18. <https://doi.org/10.1159/000320847>
- Zuberer, A., Minder, F., Brandeis, D., y Drechsler, R. (2018). Mixed-Effects Modeling of Neurofeedback Self-Regulation Performance: Moderators for Learning in Children with ADHD. *Neural Plasticity*, 1–15.
<https://doi.org/10.1155/2018/2464310>
- Zuluaga-Valencia, J. B., y Fandiño-Tabares, D. (2017). Comorbilidades asociadas al déficit de atención con hiperactividad. *Revista Facultad de Medicina*, 65(1), 61–66. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v65n1.57031>

