

## Artículo Monográfico Aplicaciones de la Realidad Virtual en el Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad: Una aproximación

Gracia Delgado Pardo

Grupo de Investigación de Psicología Clínica y Calidad de Vida de Pacientes y Familiares  
(SEJ460)

Inmaculada Moreno García

Prof<sup>a</sup>. Titular Dpto. Personalidad, Evaluación y Tratamiento Psicológicos. Universidad de Sevilla.

### Resumen:

Este trabajo tiene como objetivo analizar los ámbitos de aplicación de la tecnología de Realidad Virtual en el Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad. Teniendo en cuenta la breve y reciente historia de esta tecnología en el ámbito infantil se han revisado las publicaciones aparecidas sobre el tema entre 1990 y 2012. Las investigaciones realizadas permiten diferenciar dos aplicaciones básicas: 1) Realidad Virtual como instrumento para evaluación y diagnóstico de este trastorno; 2) Realidad Virtual como procedimiento para la intervención y tratamiento. En este caso se aplica bien como técnica exclusiva o formando parte de programas multimodales, combinada con técnicas cognitivo-conductuales o con neurofeedback. Se exponen las ventajas e inconvenientes de esta tecnología respecto al trastorno hiperactivo-atencional.

**Palabras clave:** Realidad Virtual, Trastorno Hiperactivo, Evaluación, Tratamiento

Recibido:06/11/2012 Aceptado:14/12/2012

### INTRODUCCIÓN:

La *Realidad Virtual* (en adelante, RV) en cuanto tecnología de simulación, dinámica, generadora de ambientes tridimensionales a través de la cual los individuos, empleando varios sentidos, se ven inmersos en el ambiente o "mundo" virtual se encuentra en permanente evolución tanto respecto a las herramientas y entornos virtuales diseñados como en relación a los campos de aplicación y objetivos propuestos (Sherman y Craig, 2003).

En la década de los años noventa se inicia su utilización en el ámbito de la infancia y adolescencia, siendo el campo de la educación el entorno en el que se proponen las primeras aplicaciones (García Ruiz, 1998). En este contexto destaca su contribución para captar la atención de los estudiantes e influir positivamente en la curva de aprendizaje de los alumnos (Sherman y Juckins, 1992). Asimismo, la representación gráfica tridimensional permitía a los estudiantes navegar e interactuar entre modelos gráficos y apreciar más detalles que en el mundo real, estimulando pues su concentración y motivación (Pimentel y Teixeira, 1992). No obstante, estas ventajas, subrayadas en los primeros estudios, fueron replicadas en distintos trabajos que pusieron de manifiesto ciertos inconvenientes y efectos secundarios asociados a la aplicación de RV, especialmente relacionados con aislamiento social y náuseas (Carr y England, 1995).

Paralelamente el empleo de RV se ha expandido hacia el ámbito de las alteraciones y trastornos psicológicos diagnosticados en la infancia. La ansiedad relacionada con los exámenes (Knox, Schacht y Turner, 1993), los trastornos del desarrollo, autismo (Kijima, Shirakawa, Hirose, y Nihei, 1994; Strickland, Marcus, Hogan, Mesibov y McAllister, 1995; Bauminger, Gal y Goren-Bar, 2007; Mitchell, Parsons y Leonard, 2007; Herrera et al., 2008) junto al daño cerebral (Reid, 2002; You et al., 2005; Bryanton et al., 2006; Fluet et al., 2009), constituyen áreas que cuentan con numerosas investigaciones sobre el tema. En el contexto de la Psicología de la Salud, las aplicaciones de RV dirigidas al manejo y control del dolor como consecuencia de procedimientos médicos invasivos (Hoffman, Patterson, Carrougher y Sharar, 2001; Steele, et al., 2003 Loreto-Quijada, Gutiérrez-Maldonado, Gutiérrez-Martínez y Nieto-Luna, 2011) ocasionado por quemaduras pediátricas (Hoffman, Doctor, Patterson, Carrougher y Furness, 2000; Das, Grimmer, Sparnon, McRae y Thomas, 2005; Markus, et al., 2009) y asociado al cáncer infantil (Schneider y Workman, 1999; Gershon, Zimand, Lemos, Rohtbaum y Hodges, 2003; Wolitzky, Fivush, Zimand, Hodges, y Rothbaum, 2005) se han visto respaldadas por numerosos trabajos publicados en la última década, en los que ha quedado de manifiesto el potencial que la utilización de RV presenta en el campo de la neuro-rehabilitación pediátrica (Parsons, Rizzo, Rogers y York, 2009; Wang y Reid, 2011).

El empleo de la tecnología de RV en el trastorno por déficit de atención con hiperactividad DSM-IV-TR (APA, 2000) viene precedido por investigaciones y debates previos centrados en dos cuestiones esenciales en este ámbito: a) validez del diagnóstico realizado a través de pruebas e instrumentos tradicionales (DuPaul, Power, Anastopoulos y Reid, 1998) y b) efectos limitados de las modalidades de tratamiento habituales (tratamiento farmacológico y terapia de conducta).

#### Datos de contacto:

Inmaculada Moreno García  
Departamento de Personalidad, Evaluación y Tratamiento  
Psicológicos  
Universidad de Sevilla  
imgarcia@us.es

Durante décadas la controversia sobre el diagnóstico y el alcance de los resultados terapéuticos ha estimulado nuevos desarrollos, en evaluación y tratamiento, basados en los avances tecnológicos de los últimos años.

Las investigaciones publicadas sobre RV y TDAH permiten diferenciar tres líneas de actuación: a) Desarrollo de software que recrean mediante entornos virtuales, aulas y ambientes escolares (pupitres, profesor virtual, pizarras, ventanas con acceso a calle, etc.) con el propósito de reproducir el contexto natural y aminorar las deficiencias atencionales características de los niños con TDAH en ese ámbito (Rizzo et al., 2000; Gutiérrez-Maldonado, 2002; Gutiérrez-Maldonado, Alsina-Jurnet, Carballo-Becú Letosa-Porta, Magallón-Neri, 2007; Gutiérrez-Maldonado, 2009; Gutiérrez-Maldonado, Letosa-Porta, Rus-Calafell y Peñaloza-Salazar, 2009; Gutiérrez-Maldonado, Magallón-Neri, Rus-Calafell, y Peñaloza-Salazar, 2009), b) Aplicación de esta tecnología para la evaluación y diagnóstico de menores diagnosticados con trastorno hiperactivo-atencional (Rizzo et al., 2006) y c) Empleo de RV en el tratamiento de los síntomas básicos y asociados. En este caso, los estudios avanzan para determinar los efectos de esta herramienta como opción terapéutica única o combinada con otros procedimientos y alternativas.

En este contexto, el objetivo del trabajo consiste en realizar una primera aproximación a la investigación desarrollada, hasta la fecha, sobre la tecnología de RV aplicada en el trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad con el propósito de identificar instrumentos, ámbitos de aplicación y posibles desarrollos futuros. Para alcanzar este objetivo se ha realizado una búsqueda bibliográfica a través de la plataforma ISI Web of Knowledge que incluye el periodo comprendido entre 1990 y 2012. Se han empleado los siguientes descriptores: Realidad Virtual, niños, TDAH, tratamiento, evaluación, *Continuous Performance Test-CPT*.

#### *Entorno virtual de aplicación en el TDAH*

Cuando ya existía cierta tradición en el desarrollo de entornos virtuales en el contexto clínico (North, North y Coble, 1997; Botella, Baños, Perpiñá, y Ballester, 1998; Botella, Villa, Baños, Perpiñá y García-Palacios, 1999) se desarrolla el primer software específico de aplicación al TDAH, denominado "*Aula Virtual*" (Rizzo et al., 2000) que se enmarca en una investigación encaminada a desarrollar aplicaciones de tecnología de RV destinadas al estudio, evaluación y rehabilitación de procesos cognitivos y funcionales en poblaciones clínicas que presentan algún tipo de afectación en el SNC.

El *Aula Virtual* simulaba una clase en la que el niño debía realizar diferentes Pruebas de Rendimiento Continuo (en adelante *CPT*) y responder a los estímulos que aparecían en la pizarra (10 minutos). La ejecución de esta tarea era posible tanto con distractores auditivos, visuales y mixtos o en ausen-

cia de éstos. El trabajo realizado por Doyle, Biederman y Seidman, (2000) reveló, tras emplear esta herramienta virtual, que la combinación de tareas visuales y auditivas permitía obtener mayor información diagnóstica que la administración de Test de Rendimiento Continuo unimodales, como era habitual. Posteriormente, Rizzo et al. (2001) desarrollaron una aplicación específica del instrumento original encaminada a evaluar los déficits de atención asociados al trastorno hiperactivo. Se comparó la ejecución de un grupo control (menores sin diagnóstico) con niños diagnosticados con TDAH. Se evaluó la ejecución de ambos grupos mientras desempeñaban tareas atencionales de tipo visual y auditivo al tiempo que distintos estímulos distractores eran sistemáticamente manipulados dentro del ambiente virtual. Los resultados obtenidos permitieron avanzar las ventajas de la tecnología de RV en evaluación neuropsicológica y rehabilitación cognitiva.

En nuestro contexto, Gutiérrez-Maldonado et al. (2007) han desarrollado una adaptación de la *CPT Virtual*, basándose en los estudios de Rizzo et al., (2000), con el propósito de estimar la validez de estas pruebas para la detección del TDAH. Se proponen tareas visuales y auditivas en cuatro modalidades: auditiva sin distractores, auditiva con distractores, visual sin distractores y visual con distractores. Los autores trabajaron con una muestra de 20 niños (6 - 11 años), diez con diagnóstico de TDAH, el resto con la misma edad sin trastorno diagnosticado. Los resultados permitieron concluir que la *CPT Virtual* es una herramienta eficaz para discriminar entre TDAH y niños controles, sin diagnóstico. Se encontraron diferencias entre ambos grupos en los errores por omisión y comisión respectivamente, observándose peor ejecución del grupo con TDAH a medida que progresaban las tareas y en la globalidad de la prueba. El patrón de ejecución de los menores hiperactivos era similar con independencia de la naturaleza de las diferentes tareas (visuales y auditivas, con y sin distractores), si bien la tarea auditiva con distractores tendía a ser la que procuraba mayor capacidad discriminativa. Los autores concluyeron que, a juzgar por los resultados obtenidos, la *CPT Virtual* permitía detectar casos de TDAH ofreciendo mayor validez ecológica que otros instrumentos, al simular una de las situaciones (escuela) en la que los niños realizan gran parte de sus actividades diarias.

Recientemente, en nuestro ámbito, se ha desarrollado otro Test de Ejecución Continua con similares características, *AULA Nesplora (AULA)* (Climent Banterla e Iriarte, 2011) que, según los primeros resultados, resulta eficaz en la valoración del TDAH (Fernández-Fernández, Morillo-Rojas y Alonso-Romero, 2012, Díaz-Orueta, Iriarte, Climent y Banterla, 2012).

#### *Realidad Virtual como herramienta de Evaluación del TDAH*

La RV como instrumento para la evaluación surge como alternativa a las pruebas de atención sostenida estándar (*CPT*) que se vienen utilizando, desde hace décadas en este ámbito,

dado su eficacia (Schultheis y Rizzo, 2001). Los tests de ejecución continua (CPT) constituyen herramientas objetivas para evaluar atención sostenida, velocidad de respuesta y/o resistencia a las distracciones y capacidad de inhibición y su empleo se encuentra muy extendido en la actualidad (Harper, Aylward y Brager, 2002). Según se considere la modalidad de estímulos presentados y atendiendo a la forma de presentación se distinguen CPT visual, auditivo y Simple (el paciente responde ante un determinado estímulo) o de Presentación Contigua (la tarea demanda que el paciente responda ante un estímulo siempre que vaya precedido de otro determinado), respectivamente. Estas pruebas, que permiten evaluar sintomatología hiperactiva-impulsiva e inatención a nivel visual y auditivo, se han mostrado útiles en la detección de posibles casos TDAH debido a su elevada sensibilidad para distinguir conductas de inatención, distracción, agitación e impulsividad (Satterfield, Cantwell, Lesser y Posodin, 1972). Asimismo, han resultado eficaces como instrumentos de evaluación y como pruebas para monitorizar los efectos de tratamientos (Epstein, Johnson, Varia y Conners, 2001; Monastra, Monastra y George, 2002; Madaan et al. 2008). TOVA (Test of Variables of Attention) (Greenberg, 1996) e IVA (Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test (IVA/CPT) (Sandford y Turner, 1995), e encuentran entre los CPT más empleados para evaluar la eficacia de las intervenciones clínicas basadas especialmente en neurofeedback (Yan et al., 2008; Moreno, Lora, Aires y Meneres, 2011) y/o Realidad Virtual (Pollak et al., 2009).

Al tratarse de pruebas de laboratorio a los CPT se les atribuye buen control de variables extrañas y en consecuencia incremento de validez interna en detrimento, sin embargo, de la validez externa o ecológica, limitación que pretende subsanar la aplicación de RV en el diagnóstico de TDAH. De este modo, al presentar simulación de situaciones naturales mejora la validez externa sin afectar negativamente la validez interna de la prueba (Gutiérrez-Maldonado et al., 2007). Las investigaciones publicadas hasta la fecha muestran que la aplicación de RV en la evaluación y diagnóstico del TDAH se enmarca en varias líneas de actuación, a saber: a) Comparar los resultados obtenidos entre CPT estándar y RV con el propósito de detectar déficit atencionales de los niños TDAH, b) aplicar RV para evaluar niños con TDAH junto a otros problemas y trastornos psicológicos y c) emplear RV como medida de eficacia terapéutica para determinar los resultados de los tratamientos administrados. Es habitual que la valoración de los resultados terapéuticos se efectúe a partir del contraste entre grupos de menores que han recibido tratamiento evaluados con CPTs estándar en unos casos y en otros mediante EEG (Lansbergen, van Dongen-Boomsma, Buitelaar y Slaats-Willemse, 2011).

Pollak et al. (2009) han contrastado la eficacia de tres instrumentos de evaluación empleados en TDAH, esto es, CPT, RV/CPT (Aula Virtual) y el TOVA/CPT. Participaron 37 niños (varones), entre 9 y 17 años, 20 menores con diagnóstico

TDAH y 17 que formaban el grupo control. Todos los participantes fueron evaluados en tres condiciones: Evaluación con el instrumento de RV/CPT, con el mismo CPT pero sin realidad virtual (se utilizaba un monitor de ordenador estándar y se apagaban los altavoces de manera que el participante sólo veía los dígitos que se le presentaban en el centro de la pantalla) y con el TOVA/CPT. Los datos obtenidos mostraron que los niños con TDAH presentaban peores resultados en todas las evaluaciones realizadas. A su vez, el CPT de RV mostró resultados similares a los obtenidos con el TOVA aunque la tarea más atractiva, así considerada por los participantes, fue la del CPT de RV. Finalmente, los autores concluían que la RV/CPT resultaba ser una herramienta de evaluación sensible y fácil de usar para ayudar al diagnóstico del TDAH.

Gutiérrez-Maldonado et al. (2009) emplearon la herramienta virtual previamente desarrollada, similar a *Virtual Classroom* (Rizzo et al., 2000), para evaluar a niños con TDAH. Compararon la ejecución realizada por 20 menores (6 – 11 años), diez de ellos con diagnóstico de TDAH y otros diez sin trastorno. Los autores evidenciaron que utilizando RV era posible presentar estímulos distractores similares a los que se encontraban en el contexto natural, circunstancia que incrementaba la validez ecológica de esta herramienta en comparación con los CPT estándar, empleados habitualmente en estos casos. Los resultados obtenidos confirmaban la validez de este tipo de instrumento para la evaluación de las dificultades atencionales, en consonancia con los hallazgos referidos al *Virtual Classroom*. Otros estudios han resaltado que mediante su aplicación se reducen los errores de omisión en mayor medida que los alcanzados por un CPT estándar, destacando, asimismo, que la RV es mejor aceptada y valorada por los menores evaluados (Pollak, Shomaly, Weiss, Rizzo y Gross-Tsur, 2010; Shriki et al., 2010).

Por otro lado, Bioulac et al. (2012) analizaron la evolución a través del tiempo de la ejecución de los menores hiperactivos y sus iguales sin diagnóstico de TDAH. Los resultados evidenciaron que el rendimiento de los menores hiperactivos en este tipo de tareas disminuía significativamente con el transcurso del tiempo, a diferencia de lo observado en el grupo control, éstos mantenían un rendimiento sostenido a pesar del tiempo transcurrido. En definitiva, los niños con TDAH resultaron ser más vulnerables al efecto del paso del tiempo en el desempeño de tareas planteadas.

#### *Tratamiento del TDAH mediante Realidad Virtual.*

Cuando la tecnología de RV se emplea como procedimiento de intervención en el tratamiento del TDAH se distinguen dos líneas de actuación desarrolladas en los estudios publicados. Se trata de: a) Precisar la eficacia de la RV como procedimiento terapéutico analizando distintos grupos de contraste e b) Insertar RV en programas de tratamiento multimodal. Como puede observarse (Tabla 1) se compara RV con procedimientos cognitivo-conductuales y neurofeedback.

Tabla 1. Aplicación de Realidad Virtual en el Tratamiento del TDAH.

Referencia	Participantes	Descripción de la investigación	Resultados
Othmer y Kaiser (2000)	120 niños Niños con diagnósticos: Epilepsia Trastornos del estado de ánimo. TDAH	Comprobar la eficacia de la implementación de Neurofeedback con tecnología de RV.  20 sesiones o más, de 30 minutos de duración por cada sesión.	El tratamiento multimodal de Neurofeedback que incluye RV, en general, incrementa el compromiso del paciente hacia el tratamiento.
Lee, Cho, Ku, Kim, Lee, Kim y Kim (2001)	20 Adolescentes: Todos presentan impulsividad y sospecha de TDAH Creación de dos grupos: Grupo RV (10 sujetos) Grupo Control : Sin RV(10 sujetos)	Los participantes fueron evaluados a partir de un registro EEG y a través de CPT, dos veces en el caso del grupo RV (antes y después de la intervención) y una en el grupo control.  El grupo de RV recibió de 10 sesiones de intervención de 10 minutos de duración con la herramienta de RV.	Mejoría en síntomas atencionales en el grupo RV. En el grupo control se registraron menos acusados.
Cho, Ku, Jang, Kim, Lee, Kim, Lee y Kim (2002)	26 Adolescentes con dificultades de aprendizaje, desatentos e impulsivos y con sospecha de TDAH. Grupo RV: Entrenamiento cognitivo y RV con dispositivo HMD (n= 8) Grupo No-RV : Entrenamiento cognitivo (n= 9) Control (no reciben ningún tratamiento) (n=9)	Las sesiones de tratamiento tuvieron una duración de dos semanas: 8 sesiones de 20 minutos de duración.  Los grupos RV y No-RV se evaluaron a partir CPT antes y después de recibir el entrenamiento. El grupo control sólo una vez.	La aplicación conjunta de RV y entrenamiento cognitivo resultó más eficaz para mejorar la capacidad atencional de los menores participantes. La RV inmersiva aumentó la motivación hacia el tratamiento.
Cho, Kim, Shin, Lee, Lee, Kim y Kim (2004)	28 adolescentes (14-18 años) con problemas sociales y sospecha de TDAH. Grupo RV (n=10) No-RV (n=9) Grupo Control (n=9)	Los dos grupos, RV y No-RV recibieron entrenamiento en Neurofeedback.  Grupo RV (con sistema de inmersión completa HMD). Grupo No-RV (utilización de monitor de ordenador). Grupo control (no recibe tratamiento).  Durante dos semanas, 8 sesiones de tratamiento de 20 minutos.  Evaluación de resultados a través de CPT.	Los grupos de RV y No-RV obtuvieron mejores resultados después del entrenamiento en comparación con el grupo control.  El grupo de RV presenta tendencia a lograr mejores resultados. Sugiere que la RV de inmersión es aplicable junto a Neurofeedback para el tratamiento de la impulsividad e inatención.
Yan, Wan, Liu, Zong, Jiao, Yue, Lv, Yang, Lan y Liu (2008)	12 menores, 10 niños y 2 niñas (8 -12 años) con diagnóstico de TDAH	20 sesiones de Neurofeedback con RV. Los participantes fueron evaluados a través de un CPT.	Los resultados mostraron mejoras significativas tanto en relación a control de comportamiento como en atención.
Anton, Opris, Dobrea, David y Rizzo (2009)		RV integrada en un programa de tratamiento cognitivo-conductual para el tratamiento del TDAH.  Durante 10 semanas, dos sesiones semanales de 25 a 35 minutos de duración.	La herramienta creada no constituía una nueva modalidad terapéutica, se trata de un complemento terapéutico para incrementar la eficacia del tratamiento.

Teniendo en cuenta que se trata de una tecnología de aplicación reciente al ámbito de la salud mental, las primeras investigaciones que indagan sobre la utilidad terapéutica de la RV remiten, respecto al TDAH, al trabajo realizado por Othmer y Kaiser (2000) con el objetivo de analizar la eficacia del neurofeedback administrado conjuntamente con tecnología de RV. En este trabajo participaron 120 niños con diagnósticos diferenciados: epilepsia, trastornos del estado de ánimo y TDAH. Los resultados mostraron que el tratamiento administrado mejoraba el rendimiento cognitivo de los pacientes, apreciándose que las representaciones más realistas de la actividad fisiológica logradas mediante RV incrementaba el compromiso de los participantes hacia el tratamiento, así como su comprensión e implicación en las tareas de biofeedback.

A este trabajo pionero han seguido otras investigaciones con similares objetivos. Cho et al., (2004), por su parte, comprobaron la eficacia del entrenamiento conjunto en neurofeedback y RV para reducir la falta de atención e impulsividad en un grupo de 28 adolescentes (14 – 18 años). Todos presentaban problemas sociales y con sospecha de TDAH pero sin confirmar diagnóstico clínico. Fueron asignados a tres grupos denominados: RV, Tratamiento Alternativo a RV y grupo control. Los dos grupos de RV y Tratamiento alternativo recibieron 8 sesiones de entrenamiento en neurofeedback que se prolongaron más de dos semanas, mientras que el grupo control esperó sin recibir ningún tipo de tratamiento durante ese mismo periodo. La diferencia entre los dos grupos experimentales consistió en el tipo de inmersión empleada, así para el grupo de RV se utilizó el sistema HMD(*Head Mounted Display*) de inmersión completa, mientras que para el grupo de Tratamiento Alternativo a RV se empleó un monitor de ordenador con un punto de vista fijo. Los participantes fueron evaluados con una prueba de rendimiento continuo (*CPT*) antes y después de la sesión de entrenamiento completo, el grupo control se evaluó una única vez. Los resultados mostraron que ambos grupos experimentales (RV y Tratamiento Alternativo de RV) obtuvieron mejores puntuaciones en el *CPT* después de la sesión de entrenamiento en neurofeedback en relación al grupo control. Además el grupo de RV presentó tendencia a obtener mejores resultados, sugiriendo que la RV inmersiva podía administrarse junto a neurofeedback para incentivar la mejoría de los pacientes con dificultades atencionales e impulsividad.

Por otro lado, Yan et al., (2008) subrayan que el neurofeedback, como método de retroalimentación y administrado como procedimiento único, puede resultar monótono, circunstancia que dificulta la motivación y atención exigida a los menores de TDAH. En base a esta limitación se decidió el empleo conjunto de neurofeedback y RV. Los participantes fueron evaluados con una prueba de ejecución continua (*IVA/CPT*), habitual en las investigaciones sobre neurofeedback (Moreno et al., 2011), concluyendo que la atención de los menores se había fortalecido tras recibir 20 sesiones de

entrenamiento. A juicio de los autores quedó en evidencia la utilidad del sistema combinado de neurofeedback y RV en el tratamiento de niños con TDAH.

Previamente, Lee et al., (2001) destacaron el carácter novedoso y los resultados obtenidos cuando la RV se empleaba como herramienta terapéutica. En este trabajo se compararon los resultados obtenidos por dos grupos de 10 adolescentes cada uno con sospecha de TDAH. Todos fueron evaluados a partir del registro *EEG*, administrándose RV solo a 10 de ellos. Se realizaron 10 sesiones de 10 minutos de duración. El grupo de RV fue evaluado a través de una prueba de rendimiento continuo (*CPT*) antes y después de la exposición a la técnica de RV. El grupo control solamente se evaluó una vez con *CPT*. Los resultados indicaban mejoría en la atención de los menores tratados, destacando como ventajas asociadas las siguientes: a) La herramienta de RV permitía desarrollar diversos entornos para tratar a los niños TDAH, b) requería menor número de personas implicadas en el tratamiento, c) facilitaba un progreso constante en el rendimiento de los menores durante el tratamiento evitando efectos secundarios derivados como, por ejemplo, cansancio, fatiga, etc. e d) incluía la posibilidad de administrar tratamientos multimodales que integraran RV y técnicas de entrenamiento cognitivo con el propósito de incrementar la atención y concentración de los afectados. Este fue el objetivo del trabajo realizado por Cho et al. (2002) que aplicaron técnicas de RV como parte de un programa de entrenamiento cognitivo para mejorar la atención en tres grupos de menores. Todos los participantes presentaban algún tipo de dificultad de aprendizaje, eran desatentos e impulsivos aunque no fueron diagnosticados con TDAH. Se diferenciaron tres grupos según la condición de tratamiento administrada: entrenamiento cognitivo y de RV con dispositivo HMD(*Head Mounted Display*), sólo entrenamiento cognitivo y el tercer grupo o control, no recibió tratamiento alguno. El entrenamiento se prolongó durante dos semanas, siendo todos los menores evaluados con un *CPT* antes y después de recibir las sesiones. Los resultados pusieron de manifiesto que la aplicación conjunta de RV junto a entrenamiento cognitivo resultaba más eficaz para mejorar la capacidad atencional de los menores participantes.

Esta línea de trabajo tuvo continuidad en la investigación realizada por Anton, Opris, Dobrea, David y Rizzo (2009) con el propósito de implementar RV en un programa de tratamiento basado en técnicas cognitivo-conductuales administrado a niños con TDAH. El programa consistió en aplicar técnicas cognitivo-conductuales en un entorno escolar virtual. La duración del tratamiento se prolongó durante 16 sesiones semanales, durante las cuales se administraron al niño y su familia, técnicas cognitivas y conductuales. Tras los resultados obtenidos se concluyó que esta alternativa no constituía una nueva modalidad terapéutica en sí misma, más bien se trataba de herramientas disponibles que ampliaban y complementaban las habilidades de los terapeutas encaminadas a maximizar los resultados del proceso terapéutico.

Más allá del empleo de RV como instrumento para evaluación e intervención en el TDAH nuevos desarrollos avanzan para extender la Realidad Virtual hacia otros problemas y alteraciones psicológicas, comparando no sólo modalidades terapéuticas, también efectos según los trastornos tratados. Esta iniciativa emprendida por Rizzo, Bowerly y Buckwalter (2002) al proponer la utilidad de esta tecnología en patologías que cursan con dificultades atencionales, esto es, lesión cerebral adquirida y en los trastornos neurodegenerativos (alzhéimer, demencia vascular, etc.) ha tenido continuidad en otras investigaciones, entre ellas la realizada por Gutiérrez-Maldonado et al., (2007). Estos autores aplicaron RV en el ámbito escolar, comparando tres grupos de alumnos con distintas alteraciones; TDAH, fobia escolar y ansiedad antes los exámenes. Los resultados extraídos permitían concluir que la RV constituía una técnica válida para la valoración y tratamiento de diferentes problemas observados en el ámbito escolar. Los autores añadían que su carácter intrínsecamente motivador podía resultar determinante en el incremento de la validez de los procedimientos de evaluación y en la adhesión al tratamiento en entre la población infanto-juvenil.

#### CONCLUSIONES:

Tras el análisis de las investigaciones publicadas en el periodo estudiado es posible extraer ciertas conclusiones de interés sobre la tecnología de RV aplicada al Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH) :

Los resultados obtenidos hasta la fecha avalan la RV como instrumento de evaluación útil y sensible para la detección/valoración del TDAH.

Además de aumentar la validez ecológica del procedimiento las investigaciones realizadas subrayan la influencia de esta herramienta para aumentar la atención y concentración de los menores con déficits atencionales, aspecto que cobra más importancia cuanto más inmersiva resulta la técnica.

Con la aplicación de RV se produce un incremento en el control de las situaciones ambientales, aspecto deseable tanto en el ámbito de la evaluación como en los programas de tratamiento.

La RV posibilita recrear ambientes (entornos virtuales) que se aproximan a la realidad, esencialmente aulas escolares, permitiendo la exposición del menor a la situación natural en vivo. Esta circunstancia contribuye a reducir los costes terapéuticos y temporales exigidos a los tratamientos administrados en TDAH.

La RV incentiva autoentrenamiento y sobreprendizaje. Tras varios ensayos el paciente aprende las habilidades para afrontar las situaciones que acontecen fundamentalmente, en el contexto escolar.

Los entornos virtuales desarrollados hasta la fecha reflejan el entorno escolar, pretendiendo mayormente reducir los déficits atencionales característicos de los niños con TDAH y aumentar su rendimiento académico.

Las aplicaciones terapéuticas de RV en TDAH se relacionan con el tratamiento de neurofeedback y las terapias conductuales-cognitivas.

#### REFERENCIAS

- American Psychiatric Association (APA). (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (4ª ed. Rev.)* Washington, DC: APA.
- Anton, R., Opris, D., Dobrean, A., David, D. y Rizzo, A. (2009). Virtual Reality in the rehabilitation of attention deficit/hyperactivity disorder. Instrument construction principles. *Journal of Cognitive and Behavioral Psychotherapies*, 9(2), 235-246.
- Bauminger, N., Gal, Goren-Bar, D. (eds.) (2007). Enhancing social communication in highfunctioning children with autism through a co-located interface. 6<sup>th</sup> Int Workshop on Social Intelligence Design, Trento.
- Bioulac, S., Lallemand, S., Rizzo, A., Philip, P., Fabrigoule, C. y 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.
- Botella, C., Baños, R., Perpiñá, C. y Ballester, R. (1998). Realidad virtual y tratamientos psicológicos. *Análisis y Modificación de Conducta*, 24, 5-26.
- Botella, C., Villa, H., Baños, R.M., Perpiñá, C. y García-Palacios, A. (1999). The treatment of claustrophobia with Virtual Reality: Changes in other phobic behaviors not specifically treated.. *Cyberpsychology and Behavior*, 2 (2), 135-141.
- Bryanton, C., Bosse, J., Brien, M., McLean, J., McCormick, A. y Sveistrup, H. (2006).
- Feasibility, motivation, and selective motor control: virtual reality compared to conventional home exercise in children with cerebral palsy. *CyberPsychology & Behavior*, 9(2), 123 – 128.
- Carr, M. y England, L. (1995). *Simulated and Virtual Realities*. London: Taylor & Francis.
- Cho, B. H., Kim, S., Shin, D. I., Lee, J. H., Lee, S. M., Kim, I. Y. y Kim, S. I. (2004). Neurofeedback training with virtual reality for inattention and impulsiveness. *CiberPsychology & Behavior*, 7(5), 519 – 526.

- Cho, B. H., Ku, J., Jang, D. P., Kim, S., Lee, Y. H., Kim, I. Y., Lee, J. H. y Kim, S. I. *CiberPsychology & Behavior*, 5.
- Climent, G., Banterla, F. e Iriarte, Y (2011). *AULA Manual Teórico*. San Sebastián: Nesplora.
- Das, D. A., Grimmer, K. A., Sparnon, A. L., McRae, S. E. y Thomas, B. H. (2005). The efficacy of playing a virtual reality game in modulating pain for children with acute burn injuries: a randomized controlled trial. *BMC Pediatrics*, 5, 1 – 10.
- Díaz-Orueta, U., Iriarte, Y., Climent, G., Banterla, F. (2012). AULA: An ecological virtual reality test with distractors for evaluating attention in children and adolescents. *Journal Virtual Reality*, vol. 5, nº 2.
- Doyle, A. E., Biederman, J. y Seidman, L. J. (2000). Diagnostic efficiency of neuropsychological test scores for discriminating boys with and without attention deficit-hyperactivity disorder. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 68(3): 477 - 488.
- DuPaul, G. J., Power, T. J., Anastopoulos, A. D. y Reid, R. (1998). *The ADHD Rating Scale-IV: Checklists, norms, and clinical interpretation*. New York: Guilford.
- Epstein, J.N., Johnson, D.E., Varia, I.M. y Conners, C.K. (2001). Neuropsychological with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 23
- Fernández-Fernández, M., Morillo-Rojas, M., y Alonso-Romero, L. (2012). Utilidad del estudio Aula Nesplora en la valoración del TDAH. Comunicación presentada en la XXXVI Reunión Anual de la Sociedad Española de Neurología Pediátrica, Santander. *Revista de Neurología*, 54 (Suppl 3): S67 – S93.
- Fluet, G. G., Qiu, Q., Saleh, S., Ramirez, D., Adamovich, S., Kelly, D. y Parikh, H. (2009). Robot-assisted virtual rehabilitation (NJIT-RAVR) system for children with cerebral palsy: A single subject design. Virtual Rehabilitation International Conference, 189 – 192.
- García Ruiz, M. A. (1998) Aplicaciones de la Realidad Virtual en la Educación. *Educación 2001*, 43, 37 – 40.
- Gershon, J., Zimand, E., Lemos, R., Rothbaum, B. O. y Hodges, H. L. (2003). Use of virtual reality as a distractor for painful procedures in a patient with pediatric cancer: a case study. *Cyberpsychology & Behavior*, 6(6), 657 - 661.
- Greenberg, M.L. (1996). *Test of Variables of Attention (TOVA-V, TOVA-A)*. Los Alamitos, CA: U.A.D.
- Gutiérrez-Maldonado, J. (2002). Aplicaciones de la realidad virtual en Psicología clínica. *Aula médica psiquiatría*, 4 (2), 92-126.
- Gutiérrez-Maldonado, J. (2009). Evaluación y tratamiento psicológico mediante realidad virtual y otras nuevas tecnologías. *Anuario de Psicología*, 40 (2), 149-154.
- Gutiérrez-Maldonado, J., Alsina-Jurnet, I., Carvallo-Beciú, C., Letosa-Porta, A. y Magallón-Neri, E. (2007). Aplicaciones clínicas de la realidad virtual en el ámbito escolar. *Cuadernos de medicina psicosomática y psiquiatría de enlace*, 82, 32-51.
- Gutiérrez-Maldonado, J., Letosa-Porta, A., Rus-Calafell, M. y Peñaloza-Salazar, C. (2009). The assessment of Attention Deficit Hyperactivity Disorder in children using continuous performance tasks in virtual environments. *Anuario de Psicología*, 40 (2), 211 - 222.
- Gutiérrez-Maldonado, J., Magallón-Neri, E., Rus-Calafell, M. y Peñaloza-Salazar, C. (2009). Virtual reality exposure therapy for school phobia. *Anuario de Psicología*, 40 (2), 223 - 236.
- Harper, D. C., Aylward, G. P. y Brager, P. (2002). Relations between visual and auditory continuous performance tests in a clinical population. A descriptive study. *Developmental Neuropsychology*, 3. Pp: 285-303.
- Herrera, G., Alcantud, F., Jordan, R. Blanquer, A., Labajo, A. y De Pablo, C. (2008) Development of symbolic play through the use of virtual reality tools in children with autistic spectrum disorders: two case studies. *Autism*, 12(2), 143 – 157. (2000). Virtual reality as an adjunctive pain control during burn wound care in adolescent patients. *Pain*, 85(1 – 2), 305 -309.
- Hoffman, H. G., Patterson, D. R., Carrougher, G. J., y Sharar, S. R. (2001). Effectiveness of virtual reality-based pain control with multiple treatments. *Clinical Journal of Pain*, 17(3), 229 - 235.
- Kijima, R., Shirakawa, K., Hirose, M., y Nihei, K. (1994). Virtual sand box: development of an application of virtual environments for clinical medicine. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 3, 45-59.
- Knox, D., Schacht, C. y Turner, J. (1993). Virtual Reality: A proposal for treating test anxiety in college students. *College Student Journal*, 27(3), 294 – 296.
- Lansbergen, M., van Dongen-Boomsma, Buitelaar, J. K y Slaats-Willemse, D. (2011). ADHD and EEG-neurofeedback: a double-blind randomized placebo-controlled feasibility study. *Journal of Neural Transmission*, 118 (2), 275–284.

- Lee, J. M., Cho, B.H., Ku, J. H., Kim, J. S., Lee, J. H., Kim, I. Y. y Kim, S. I. (2001). A study on the system for treatment ADHD using Virtual Reality. *Engineering in Medicine and Biology Society*, 2001. Proceedings of the 23rd Annual International Conference of the IEEE Vol.4, 3754 – 3757.
- Loreto-Quijada, D., Gutiérrez-Maldonado, J., Gutiérrez-Martínez, O. y Nieto-Luna, R. (2011). Non-interactive virtual reality to manage pain. *Anuario de Psicología*, 41(1-3), 67 – 79.
- Madaan, V., Daughton, J., Lubberstedt, B., Mattai, A., Vaughan, B.S. y Kratochvil, C.J. (2008). Assessing the efficacy of treatments for ADHD: Overview of methodological issues. *CNS Drugs*, 22(4), 275-290.
- Markus, L. A., Willems, K. E., Maruna, C. C., Schmitz, C.L., Pellino, T. A., Wish, J.R., Faucher, L. D. y Schurr, M. J. (2009). Virtual reality: feasibility of implementation in a regional burn center. *Burns*, 35(7), 967 – 969.
- Mitchell, P., Parsons, S. y Leonard, A. (2007). Using virtual environments for teaching social understanding to 6 adolescents with autistic spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37(3), 589 – 600.
- Moreno, G.I, Lora, M. J. A., Aires, G. M. M y Meneres, S. S. (2011). Tratamiento de neurofeedback en el trastorno por déficit de atención con hiperactividad. efectos registrados a partir de medidas neurológicas. En R. Quevedo-Blasco y V. J. Quevedo-Blasco (Comps.). *Situación actual de la Psicología Clínica*. (pp. 31-34). Granada. Asociación Española de Psicología Conductual.
- Monastra, V. J., Monastra, D. M. y George, S. (2002). The effects of stimulant therapy, EEG biofeedback, and parenting style on the primary symptoms of attention-deficit /hyperactivity disorder. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 27(4), 231 - 249.
- North, M. M., North, S. M., y Coble, J. R. (1997). *Virtual reality therapy: An effective treatment for psychological disorders*. Amsterdam, Netherlands: IOS Press.
- Othmer, S. y Kaiser, D. (2000). Implementation of Virtual Reality in EEG Biofeedback. *Cyberpsychology & Behavior*, 3(3), 415 – 420.
- Parsons, T. D., Rizzo, A. A., Rogers, S. y York, P. (2009). Virtual reality in paediatric rehabilitation: a review. *Developmental Neurorehabilitation*, 12(4), 224 - 238.
- Pimentel, K., Teixeira, K. (1992) *Virtual Reality: Though the new looking glass*. New York: Mc Graw-Hill.
- 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.
- Pollak, Y., Weiss, P. L., Rizzo, A. A., Weizer, M., Shriki, L., Shalev, R. S. y Gross Tsur, V. (2009). The utility of a continuous performance test embedded in virtual reality in measuring ADHD-related deficits. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 30(1), 2 – 6.
- Reid, D. T. (2002). Benefits of a virtual play rehabilitation environment for children with cerebral palsy on perceptions of self-efficacy: a pilot study. *Pediatric Rehabilitation*, 5(3), 141 – 148.
- Rizzo, A. A., Buckwalter, J. G., Bowerly, T., Humphrey, L. A., Neumann, U., Rooyen, A. y Kim, L. (2001). The virtual classroom: a virtual reality environment for the assessment and rehabilitation of attention deficits. *Revista Española de Neuropsicología*, 3(3), 11 - 37.
- Rizzo, A. A., Bowerly, T., Buckwalter, J. G., Klimchuk, D., Mitura, R. y Parsons, T. D. (2006). A virtual reality scenario for all seasons: the virtual classroom. *CNS Spectrums*, 11(1), 35 – 44.
- Rizzo, A. A., Buckwalter, J. G., Bowerly, T., van derZaag, C., Humphrey, L., Neumann, U., Chua, C., Kyriakakis, C., van Rooyen, A. y Sisemore, D. (2000) The virtual classroom: A virtual environment for the assessment and rehabilitation of attention deficits. *Cyberpsychology & Behavior*, 3, 483 - 499.
- Rizzo, A.A., Bowerly, T., Buckwalter, J.G., Schultheis, M. T., Matheis, R., Shahabi, C., Neumann, U. Kim, L. y Sharifzadeh, M. (2002). Virtual Environments for the Assessment of Attention and Memory Processes: The Virtual Classroom and Office. In Sharkey, P., Lanyi, C.S. y Standen, P. (Eds.), *Proceedings of the 4th ICDVRAT*. (3-12). UK: University of Reading.
- Sandford, J.A. y Turner, A. (1995). *Manual for the Integrated Visual and Auditory (IVA) Continuous Performance Test*. Richmond, VA: BrainTrain.
- Satterfield, J. H., Cantwell, D. P., Lesser, L. I. y Posodin, R. L. (1972). Physiological studies of the hyperkinetic child. *The American Journal of Psychiatry*, 128(11). 1418-1424.
- Schneider, S. M., y Workman, M. L. (1999). Effects of virtual reality on symptom distress in children receiving chemotherapy. *CyberPsychology & Behavior*, 2(2), 125 -134.



- Schultheis, M. T., y Rizzo, A. A. (2001). The application of virtual reality technology in rehabilitation. *Rehabilitation Psychology, 46*(3), 296-311.
- Sherman, W. R. y Craig, A. B. (2003). *Understanding Virtual Reality*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann Publishers. Pp. 429 – 431.
- Sherman, B. y Judkins, P. (1992). *Glimpses of heaven, visions of hell: virtual reality and its applications*. Londres. Hodder & Stoughton.
- Shriki, L., Weizer, M., Pollak, Y., Weiss, P. L., Rizzo, A. A. y Gross-Tsur, V. (2010). *Harefuah, 149* Steele, E., Grimmer, K., Thomas, B., Mulley, B., Fulton, I., y Hoffman, H. (2003). Virtual reality as a pediatric pain modulation technique: A case study. *CyberPsychology & Behavior, 6*(6), 633 - 638.
- Strickland, D., Marcus, L., Hogan, K., Mesibov, G. y McAllister, D. (1995). Using virtual reality as a learning aid for autistic children. *Proceedings of the Autism France Third International Conference on Computers and Autism, 119-132*.
- Wang, M. y Reid, D. (2011). Virtual reality in pediatric neurorehabilitation: Attention deficit hyperactivity disorder, autism and cerebral palsy. *Neuroepidemiology, 36*(1), 2 – 18.
- Wolitzky, K., Fivush, R., Zimand, E., Hodges, L., y Rothbaum, B. O. (2005). Effectiveness of virtual reality distraction during a painful medical procedure in pediatric oncology patients. *Psychology & Health, 20*(6), 817 - 824.
- Yan, N., Wang, J., Liu, M., Zong, L., Jiao, Y., Yue, J., Lv, Y., Yang, Q., Lan, H. y Liu, Z. (2008). Designing a Brain-computer Interface Device for Neurofeedback Using Virtual Environments. *Journal of Medical and Biological Engineering, 28*(3), 167-172.
- You, S. H., Jang, S., H., Kim, Y. H., Kwon, Y. H., Barrow, I. y Hallett, M. (2005). Cortical reorganization induced by virtual reality therapy in a child with hemiparetic cerebral palsy. *Developmental medicine and child neurology, 47*(9), 628 – 635.