



**MÁSTER UNIVERSITARIO EN PSICOLOGÍA GENERAL
SANITARIA**

Curso 2018-2019

Trabajo Fin de Máster

**Adaptación del test de la Figura Compleja de Rey a un entorno de
realidad virtual**

Autor: Darío Gómez Fernández

Tutor: Joaquín Ibáñez Ballesteros

Convocatoria: Septiembre 2019.

2. Resumen

Antecedentes/ Objetivos: Entre las pruebas clásicas de evaluación neuropsicológica, el test de la *Figura Compleja de Rey* (Rey, 2003) se ha mostrado especialmente útil para valorar atención, memoria visual inmediata y desarrollo perceptivo-motor. Este test, aplicable a diferentes trastornos, ha resultado especialmente eficaz como herramienta de evaluación del Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH), principalmente en niños. Debido al inherente grado de subjetividad asociado al diagnóstico clínico del TDAH mediante métodos convencionales, es importante avanzar en el desarrollo de nuevos métodos que permitan valoraciones más objetivas, y mejor adaptados a las experiencias tecnológicas de los niños y adolescentes actuales. Este estudio tiene como objetivo (1) valorar la aplicabilidad de un test de la *Figura Compleja de Rey* para niños adaptado a un entorno de realidad virtual (RCF-VR), (2) comparar sus resultados con los del test tradicional en formato papel, y (3) valorar sus ventajas e inconvenientes. *Método:* Participaron un total de 18 sujetos de entre 11 y 15 años ($M = 12.8$, $DS = 1.0$): 50% controles y 50% niños con TDAH. *Resultados:* Los resultados indicaron que RCF-VR discrimina, al igual que la modalidad tradicional, a sujetos controles de sujetos con TDAH. Se encontraron diferencias significativas en la fase de copia de la modalidad tradicional, en la fase de recuerdo de RCF-VR y en dos de las dimensiones que componen este último test. *Conclusiones:* Se discuten las ventajas del uso de la realidad virtual en evaluación y diagnóstico del TDAH.

Palabras clave: TDAH, Figura Compleja de Rey, Medidas tradicionales, Realidad virtual, Población infantil.

Background / Objective: Among the traditional neuropsychological assessment measures, the *Rey Complex Figure* test (Rey, 2003) has been especially useful for assessing attention, immediate visual memory and perceptual-motor development. This test, applicable to different disorders, has been especially effective as an assessment tool for Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD), mainly in children. Due to the inherent extent of subjectivity associated with the clinical diagnosis of ADHD through conventional methods, it is important to advance in the development of new methods that allow better adapted and more objective assessments to the technological experiences of current children and adolescents. This study aims to (1) assess the applicability of a Rey Complex Figure test for children adapted to a virtual reality environment (RCF-VR), (2) compare its results with those of the traditional paper-format test, and (3) assess its advantages and disadvantages. *Method:* A total of 18 children aged between 11 and 15 years old ($M = 12.8$, $DS = 1.0$) participated in the study: 50% controls and 50% children with ADHD. *Results:* The results indicated that RCF-VR discriminates control participants from participants with ADHD as the traditional modality. Significant differences were found in the copy phase of the traditional modality, in the recall phase of RCF-VR and in two of the dimensions that make up this last test. *Conclusions:* The advantages of using virtual reality in evaluation and diagnosis of ADHD are discussed.

Keywords: ADHD, Rey Complex Figure, Traditional measures, Virtual reality, Children population.

3. Introducción

El Trastorno por déficit de atención/ hiperactividad (TDAH) es un trastorno del neurodesarrollo según el *Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales* (DSM-V) y el *Manual de Clasificación Internacional de Enfermedades* (CIE-10 y CIE-11), de inicio en la infancia y que se mantiene a lo largo de la edad adulta (APA, 2014; OMS, 2000; OMS, 2018). Constituye un trastorno con una destacada morbilidad y disfunción, cuyos síntomas tienen un elevado impacto en el desarrollo del individuo e interfieren en su funcionamiento social, emocional y cognitivo, no sólo en el paciente, sino también en el grupo de compañeros escolares y en su familia (Cardo y Servera, 2008; Martín, 2005; Trujillo-Orrego, Ibáñez y Pineda, 2012; Trujillo-Orrego, Pineda y Uribe, 2012; García-Peñas y Domínguez-Carral, 2012). El TDAH está caracterizado por dos dimensiones de síntomas: déficit de atención y un comportamiento hiperactivo-impulsivo (APA, 2014; Barkley, 1997; Barkley, 2009; Rubiales, Bakker, Russo y González, 2016). Según el DSM-V (APA, 2014). Los niveles problemáticos de inatención implican la incapacidad de seguir tareas, falta de escucha activa y la pérdida de materiales escolares a unos niveles que son incompatibles con la edad o el nivel del desarrollo, y la hiperactividad-impulsividad, una actividad excesiva, movimientos nerviosos, incapacidad de permanecer sentado, intromisión en las actividades de otras personas e incapacidad para esperar, que son excesivos para la edad o el nivel del desarrollo (APA, 2014).

Asimismo, el TDAH es considerado el trastorno del neurodesarrollo más frecuente en la infancia (Rodillo, 2015; García, Blasco-Fontecilla, Huete y Sabaté, 2015), afectando aproximadamente al 5% de la población mundial de niños y adolescentes (González, Rodríguez y Sánchez, 2015; Khan, Kohn y Aslani, 2019; Polanczyk, de Lima, Horta, Biederman y Rohde, 2007; Rohde, Buitelaar, Gerlach y Faraone, 2019), con cifras mayores en población infantil (5-8%) que en adolescentes

(2.5-4%) pero sin diferencias geográficas o regionales significativas (González, Rodríguez y Sánchez, 2015). Respecto a las personas en edad adulta, se estima una persistencia de los síntomas en esta etapa de hasta en el 30% de los casos (Pelaz y Autet, 2015), encontrando una prevalencia de entre el 2.5% y el 3% (Asherson, Buitelaar, Faraone y Rohde, 2016; Fayyad et al., 2017) y pudiendo estar presente esta problemática a lo largo de toda la vida (Rabito-Alcón y Correas-Laufer, 2014; Ramírez, 2015). En cuanto a la prevalencia según el sexo, las cifras para niños en comparación con las niñas son más elevadas (Barkley, 2014; Fenollar-Cortés, 2015; González, Rodríguez y Sánchez, 2015), con una relación aproximada de 3:1 respectivamente (Barkley, 2014; Fenollar-Cortés, 2015; Getahun et al., 2013), a pesar de que esta diferencia entre sexos disminuye en la etapa adulta (González, Rodríguez y Sánchez, 2015).

El TDAH es considerado uno de los trastornos del neurodesarrollo con más comorbilidad, con un porcentaje aproximado de entre el 60-70% de los sujetos (Fernández-Jaén et al., 2018; Larson, Russ, Kahn y Halfon, 2011; Steinhausen et al., 2006), donde los trastornos específicos del lenguaje, trastornos de la comunicación, trastornos de conducta, trastornos del estado de ánimo, trastornos motores, discapacidad intelectual y el trastorno del espectro autista se sitúan entre los trastornos comórbidos con cifras más elevadas (Dekker y Koot, 2003; Fernández-Jaén et al., 2018; Flapper y Schoemaker, 2013; Larson, Russ, Kahn y Halfon, 2011; Mueller y Tomblin, 2012; Selassie, Jennische, Kyllerman, Viggedal y Hartelius, 2005).

En cuanto al procedimiento diagnóstico que se aplica para el TDAH, la *Guía de Práctica Clínica sobre las Intervenciones Terapéuticas en el TDAH* (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2017) señala que se trata de un diagnóstico eminentemente clínico, sin marcadores biológicos, donde han de cumplirse los criterios establecidos por el DSM-V y CIE-10 para su diagnóstico. Debido a que es la entrevista

clínica el instrumento principal de diagnóstico, es de crucial importancia realizar una buena anamnesis tanto de la persona afectada como de sus progenitores y familiares cercanos siempre que sea posible, con el fin de obtener información del comportamiento del paciente a lo largo de su vida (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2017). Por ello, y teniendo en cuenta que en los criterios diagnósticos del TDAH se especifica la necesidad de obtener información de más de una fuente, se recomienda realizar una valoración psicopedagógica (del orientador a través del alumno y su familia), educativa (a través del profesorado) y médica (historia previa del sujeto mediante la anamnesis, exploración psicopatológica y física), que permita determinar la situación física, emocional y de aprendizaje del sujeto para descartar que sean otras las causas de su comportamiento o de su posible bajo rendimiento escolar (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2017).

Por otro lado, tal y como señalan Delgado y Moreno (2012), la controversia sobre el diagnóstico y el alcance de los resultados terapéuticos en el TDAH ha dado lugar al desarrollo de nuevos instrumentos y técnicas, tanto en la evaluación como en el tratamiento del mismo, basados en los avances tecnológicos de los últimos años, encontrando numerosas investigaciones publicadas sobre realidad virtual (RV) y TDAH, donde se pueden distinguir tres líneas de trabajo principales: a) el desarrollo de entornos virtuales, aulas y ambientes escolares, como por ejemplo el *Aula Virtual*, donde los resultados obtenidos mostraron las ventajas de la RV en materia de evaluación neuropsicológica y rehabilitación cognitiva (Rizzo et al., 2000; Rizzo et al., 2001), la adaptación de un *Continuous Performance Test (CPT) Virtual* (pruebas objetivas administradas para evaluar atención, velocidad de respuesta, resistencia a las distracciones y capacidad de inhibición) efectuado por Gutiérrez-Maldonado, Alsina-Jurnet, Carvallo-Becú, Letosa-Porta y Magallón-Neri (2007) donde los resultados evidenciaron la eficacia de la herramienta para discriminar entre TDAH y sujetos

controles sin diagnóstico, o el *Aula Nesplora* (Climent, Banterla e Iriarte, 2011), donde los resultados mostraron la eficacia para la valoración del TDAH; b) el tratamiento del TDAH a través de la RV, donde investigaciones como las efectuadas por Othmer y Kaiser (2000), Lee et al. (2001), Cho et al. (2002), Cho et al. (2004), Yan et al. (2008) o Anton, Opris, Dobrean, David y Rizzo (2009) evidenciaron los positivos resultados del tratamiento del TDAH a través de la RV en las diferentes modalidades en las que se aplicó; c) la evaluación y diagnóstico del TDAH a través de la RV, donde esta línea de trabajo surge como alternativa a los CPT ampliamente utilizados en el TDAH (Barkley, 1997; Epstein et al., 2003; Huang-Pollock, Karalunas, Tam y Moore, 2012; Moreno-García, Delgado-Pardo y Roldán-Blasco, 2015; Nichols y Waschbusch, 2004; Riccio, Cohen, Hynd y Keith, 1996), encontrando en los últimos años la aplicación de estas pruebas en RV (Rodríguez, Areces, García, Cueli y González-Castro, 2018). Así pues, destacan trabajos como los realizados por Pollak et al. (2009) que evidenciaron que un CPT integrado en un aula de RV resultó ser una herramienta sensible y fácil de usar para ayudar al diagnóstico de TDAH, el trabajo de Gutiérrez-Maldonado, Letosa-Porta, Rus-Calafell y Peñaloza-Salazar (2009) que confirmó que su herramienta desarrollada, similar al *Aula Virtual* (Rizzo et al., 2000), era válida para la evaluación de dificultades atencionales, el estudio de Bioulac et al. (2012) donde también se empleó la RV en modalidad de aula virtual mostró resultados que volvieron a confirmar la eficacia de la RV como método para evaluar la capacidad de los sujetos de TDAH de mantener el rendimiento a lo largo del tiempo, o el reciente trabajo realizado por Rodríguez et al. (2018), donde se compara un CPT basado en la RV, como es el *Aula Nesplora* (Climent et al., 2011), con un CPT tradicional, encontrando una mejor predicción del primero de estos para las diferentes presentaciones del TDAH, así como para identificar también a aquellos sujetos sin TDAH. A su vez, cabe destacar que estudios como el efectuado por Pollak, Shomaly, Weiss, Rizzo y Gross-Tsur (2010) o Shriki et al. (2010) señalan que la RV es mejor aceptada y valorada por los menores evaluados o, como se indica en los

hallazgos de Pollak et al. (2009), los sentimientos subjetivos de disfrute son más positivos en la modalidad de evaluación que incluye RV.

Por otro lado, entre las pruebas clásicas de evaluación neuropsicológica, el test de la *Figura Compleja de Rey* (Rey, 2003) se ha mostrado especialmente útil para valorar atención, memoria visual inmediata y desarrollo perceptivo-motor. Este test, aplicable a diferentes trastornos, ha resultado especialmente eficaz como herramienta de evaluación del TDAH, principalmente en niños (Arán y Mías, 2009; Arco, Fernández e Hinojo, 2004; Fernández, Hinojo y Aznar, 2003; García, Estévez y Junqué, 2001; Becerra-García, 2012; Mateo, 2006; Martín-González et al., 2008; Robinson y Tripp, 2013; Rubiales, Bakker y Delgado, 2011; Rubiales, Russo, González y Bakker, 2017).

El test de la *Figura Compleja de Rey* (Rey, 2003) se basa en la realización de una copia y posterior recuerdo y reproducción de una figura geométrica compleja. Esta figura se caracteriza por tener una ausencia de significado evidente, una fácil realización gráfica y una estructura de conjunto lo bastante complicada como para exigir una actividad analítica y organizadora (Rey, 2003). Existen dos modalidades de dicha figura, Figura A y Figura B, encontrando a la primera como la más comúnmente utilizada en adolescentes y adultos, y a la segunda en niños. Ambos formatos de la *Figura Compleja de Rey* (Rey, 2003) son consideradas tareas con la misma finalidad y significado, pero adaptadas a distintos momentos del desarrollo evolutivo (Rey, 2003).

Debido al inherente grado de subjetividad asociado al diagnóstico clínico del TDAH mediante métodos convencionales, es importante avanzar en el desarrollo de nuevos métodos que permitan valoraciones más objetivas, y mejor adaptados a las experiencias tecnológicas de los niños y adolescentes actuales. En relación a este último aspecto, cifras que representan el incremento del uso de las tecnologías en la población infanto-juvenil son, por ejemplo, las proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística (2017) donde, entre otros aspectos, establece que el 83% de las viviendas

tiene acceso a internet, el 78% de los hogares cuenta con algún ordenador, o que la disposición del teléfono móvil se incrementa significativamente a partir de los 10 años hasta alcanzar el 94% en la población de 15 años. Respecto a los videojuegos, estudios como el de Lloret, Cabrera y Sanz (2013) señalan que el 86.2% de los menores informan tener algún tipo de estos en casa y el 90.8% declara haber jugado alguna vez.

Considerando lo anteriormente expuesto, sería razonable suponer que la fusión de un test ampliamente validado, como el de la *Figura Compleja de Rey* (Rey, 2003), con tecnologías de RV, podría ser una herramienta valiosa para la evaluación del TDAH.

En el presente trabajo se plantea la aplicación de un test de la *Figura Compleja de Rey* (Rey, 2003) para niños, adaptado a un entorno de RV (RCF-VR), como método alternativo para la evaluación del TDAH. Los objetivos principales fueron: (1) valorar la aplicabilidad del test, (2) comparar sus resultados con los del test tradicional en formato papel, y (3) valorar sus ventajas e inconvenientes.

4. Método

a. Participantes

En el estudio participaron un total de 18 personas, siendo todos ellos hombres (100%), con edades comprendidas entre los 11 y los 15 años ($M = 12.8$, $DS = 1.0$) y cursando en todos los casos estudios correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria (E.S.O.). Un total de 9 participantes (50%) pertenecieron al grupo control (sujetos sin un diagnóstico de TDAH), mientras que 9 participantes (50%) pertenecieron al grupo de TDAH (sujetos con un diagnóstico de TDAH).

Asimismo, de los niños con TDAH que mantenían un tratamiento farmacológico en el momento del estudio, ninguno acudió a la evaluación sin un mínimo de 72 horas

sin toma de medicación previas a la evaluación, con el fin de recopilar información objetiva sobre el comportamiento de los mismos (sin efectos de la medicación).

Los criterios de inclusión fueron: en el grupo de TDAH, tener un diagnóstico emitido por una entidad de salud oficial (USMI, Centros de Neurología Pediátrica, etc.), siendo esta información posteriormente contrastada por los investigadores a través de la revisión de los informes clínicos aportados por los participantes, y a través del análisis de las puntuaciones en las *Escalas de Magallanes para el TDAH* (García-Pérez y Magaz, 2000) principalmente en su modalidad para padres (*EMTDA-H-ámbito familiar*). En dos ocasiones fue posible recoger también las puntuaciones en la modalidad para profesores (*EMTDA-H-ámbito escolar*), donde también se aplicó la escala *EDAH* (Farré y Narbona, 2013). En el grupo control, los criterios de inclusión fueron estar en un rango de edad similar y no presentar un diagnóstico psiquiátrico, con el fin de comparar el rendimiento de los sujetos con TDAH con el grupo de pares sin TDAH.

Los criterios de exclusión fueron: en el grupo de TDAH, presentar dicha problemática de manera comórbida con otro trastorno y, en el grupo control, presentar alteraciones de ansiedad, depresión o dificultades de aprendizaje, siendo evaluados estos aspectos a través de la entrevista clínica.

b. Variables e instrumentos

Variables. Se estableció como variables independientes la modalidad de la prueba, la cual cuenta con dos niveles (RCF-VR y modalidad tradicional en formato papel), así como el grupo al que pertenecen los sujetos, también con dos niveles (grupo control y grupo de sujetos con TDAH). A su vez, se estableció como variables dependientes la puntuación de la copia y la puntuación del recuerdo en ambas aplicaciones de la *Figura Compleja de Rey* (Rey, 2003).

Sistema de Realidad Virtual. Para la realización de este trabajo se ha utilizado el sistema de realidad virtual *HTC Vive Pro Full Kit* (HTC y Valve Corporation, 2016) que dispone de unas gafas 3D con sensores de posición, auriculares estéreo, dos mandos de control (uno para cada mano) y dos estaciones infrarrojas para detección de movimientos (Figura 1). Para generar el mundo virtual se desarrolló una aplicación VR utilizando el entorno de desarrollo *Unity3D* (<http://www.unity3d.com>). El diseño del mundo virtual y el desarrollo de la aplicación fue realizado por el Dr. Joaquín Ibáñez Ballesteros, tutor de este Trabajo de Fin de Máster.



Figura 1. Sistema de realidad virtual *HTC Vive Pro Full Kit*.

Descripción del test RV. La prueba RCF-VR consiste en la aplicación de la *Figura Compleja de Rey* (Rey, 2003) para niños en un entorno de realidad virtual (Figura 2).

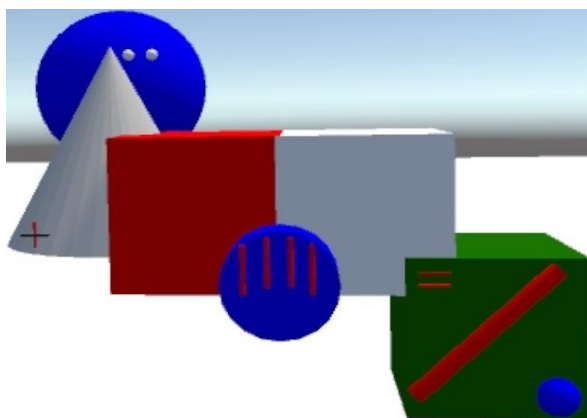


Figura 2. *Figura Compleja de Rey para niños en el mundo virtual.*

Esta prueba, en su formato original, proporciona datos sobre percepción visual, capacidad visuoconstructiva, memoria visual, capacidad organizativa y de planificación (Lezak, Howieson, Loring y Fischer, 2004; Meyers y Meyers, 1995; Mitrushima, Boone, Razani y D'Elia, 2005; Palomo et al., 2012; Rubiales et al., 2017). Su adaptación a la RV se realizó creando un mundo virtual con una superficie de 3x3 metros y una altura de 3 metros (cubo de 3x3x3 m.). El sujeto puede moverse libremente en su interior y tiene a su disposición, en una estantería, una colección de diferentes objetos (esferas, cubos, cilindros, etc.) que puede manipular virtualmente (coger, soltar, girar, colorear, agrandar, encoger, etc.). El participante utiliza sus manos (en las que tiene sendos mandos de RV) para realizar construcciones mediante la combinación de objetos de diferentes tamaños y colores (Figura 3). Antes de comenzar el test, el niño realiza una sesión de prácticas (de unos 15 minutos) para habituarse al entorno y aprender el manejo de los mandos. Acto seguido se le pide que realice una construcción libre, sin condiciones, con un máximo de 15 minutos. Estas sesiones previas han asegurado que el participante no tenga dificultades para interactuar en el mundo virtual. A continuación, se ejecuta la fase de copia, donde la *Figura Compleja de Rey* (Rey, 2003), en su modalidad B, se presenta como una construcción en 3 dimensiones (en una zona determinada del mundo virtual; Figura 4) que el participante debe reproducir (en otra zona del dicho mundo) lo más fidedignamente posible y, muy importante, rotándola 90° (Figura 5).

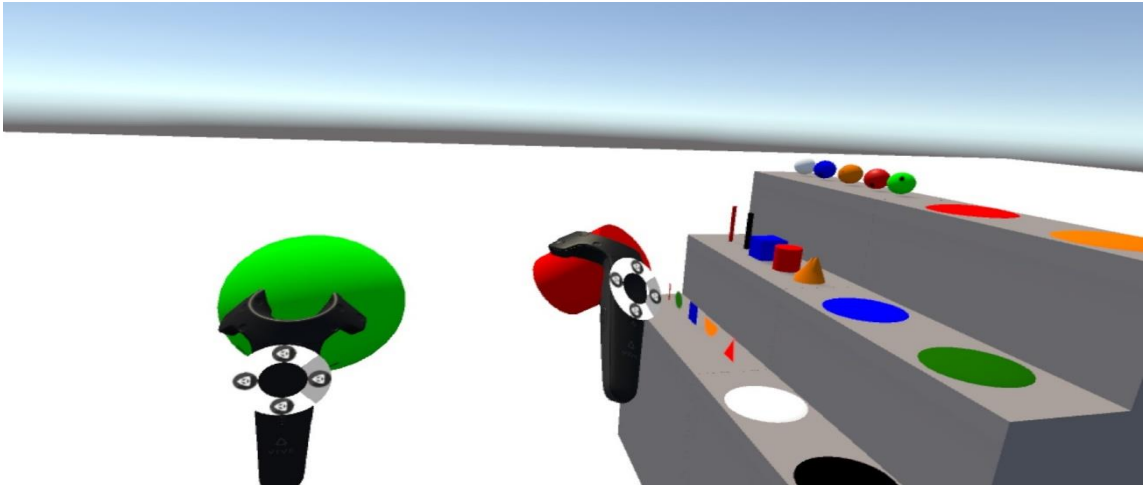


Figura 3. Colección de objetos de construcción disponibles. El participante ha cogido un cilindro rojo con la mano derecha y una esfera verde con la izquierda.

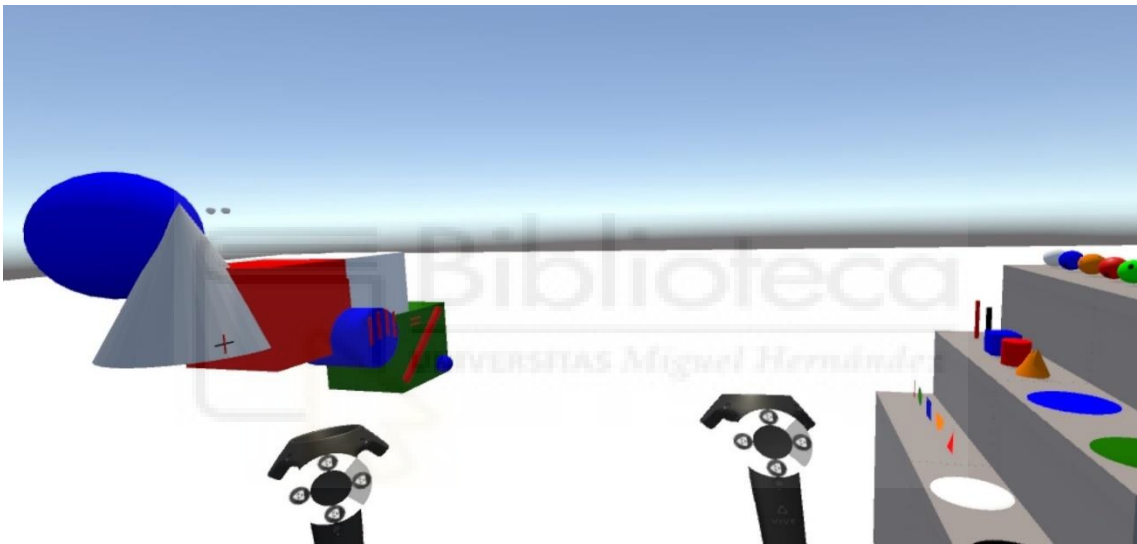


Figura 4. El modelo de la Figura Compleja de Rey tal como lo ve el participante.

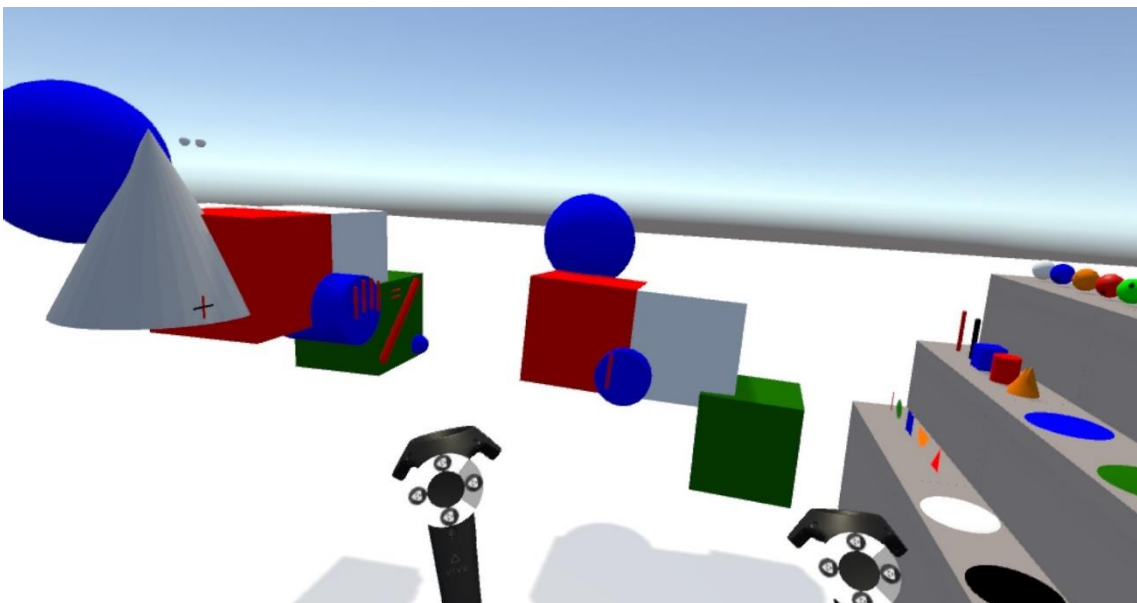


Figura 5. El participante construyendo la Figura Compleja de Rey rotándola 90°.

Dicho formato B de la *Figura Compleja de Rey* (Rey, 2003) consiste en un estímulo visual complejo, que está formado por 9 unidades perceptuales que integran la totalidad de la figura presentada. Finalmente, se realiza la fase de recuerdo inmediato tras un intervalo de 3 minutos sin el modelo a la vista, en el que el participante debe reproducir, de memoria, la construcción. Como recompensa final, se permitió al niño divertirse con un videojuego RV de tipo “arcade”.

Asimismo, se ha utilizado únicamente uno de los sistemas de puntuación elaborados por Osterrieth (1994). Las construcciones realizadas por los sujetos se analizaron de acuerdo con la puntuación total de copia y recuerdo inmediato. Se mantuvieron todas las dimensiones originales que dan lugar a dicha puntuación total, encontrando un sistema de puntuación de 0, 1 y 2 en los elementos que conforman cada una de ellas, a excepción de la dimensión *calidad de los elementos* y la dimensión *tamaño-proporcionalidad*. Para la primera de estas dimensiones se tuvo en cuenta simplemente la presencia o no del mismo color en cada uno de los objetos construidos respecto al que se presenta en los objetos modelo (se otorgan 2 puntos cuando el objeto construido presenta el mismo color que el objeto modelo; se otorgan 0 puntos cuando no se encuentra dicha similitud). Para la segunda de estas dimensiones, se midieron las relaciones geométricas de cada objeto de la construcción: (i) coordenadas X-Y del centro, (ii) anchura-altura, y (iii) área. A continuación, se calculó el porcentaje de error de cada una de estas métricas con respecto al modelo. Puesto que en la dimensión *tamaño-proporcionalidad* es posible medir con precisión los parámetros geométricos, se establece un rango continuo entre 0 y 2 (en lugar de valores discretos de 0, 1 y 2), con la limitación de que si el error supera el 100% con respecto al modelo (por ejemplo, un objeto con tamaño doble con respecto al modelo) se asigna puntuación 0, al considerar que es un error excesivo. Algunos ejemplos de corrección en esta dimensión pueden observarse en el Anexo 1.

Descripción del test tradicional. La *Figura compleja de Rey* (Rey, 2003), además de las características presentadas en el apartado anterior, muestra una elevada sensibilidad para detectar afectaciones cognitivas de la memoria y la función ejecutiva (Berry, Allen y Schmitt, 1991; Poulton y Moffitt, 1995; Martín-González et al., 2008). En la evaluación realizada en formato tradicional (papel), se empleó la Figura A también en su aplicación de copia y recuerdo inmediato. Esta modalidad contiene una estructura de conjunto dividida en 18 elementos, que se puntúan con 0, 0.5, 1 o 2, dependiendo de la exactitud, deformación y localización de cada uno de ellos (Rey, 2003). Las construcciones realizadas por los sujetos también fueron analizadas de acuerdo a la puntuación total de copia y recuerdo inmediato.

Medidas para corroborar el diagnóstico de TDAH. Se emplearon las *Escalas de Magallanes para el TDAH* (García-Pérez y Magaz, 2000), mayoritariamente en su modalidad para padres (*EMTDA-H-ámbito familiar*), y en menor medida en su modalidad para profesores, de manera complementaria (*EMTDA-H-ámbito escolar*). Estas escalas permiten evaluar la presencia de los síntomas característicos del TDAH, tales como deficiencias atencionales, hiperactividad, hiperkinesia, déficit de reflexividad e impulsividad. Su diseño hace muy difícil identificar erróneamente personas con este trastorno. El resultado en ambos formatos se muestra en tres subescalas basadas en dichos síntomas característicos, donde a mayor puntuación en cada una de ellas, más problemas de conducta presenta el menor (García-Pérez y Magaz, 2000).

Se aplicó la escala *EDAH* (Farré y Narbona, 2013) en los casos en los que se contó con la participación del ámbito escolar. Se trata de una adaptación de la escala *Conners* (versión para profesores) en población española, que permite hacer un cribado de la sintomatología del TDAH en población escolar (Farré y Narbona, 2013). Consta de 20 elementos, agrupados en dos subescalas (déficit atencional-hiperactividad/

impulsividad y trastorno de conducta), siendo el tutor del niño quien ha de cumplimentar dicha prueba (Blázquez-Almería et al., 2005).

Otros datos. Se realizó en todas las evaluaciones una entrevista clínica semiestructurada con los progenitores basada en la propuesta de Fernández-Ballesteros (2014). En esta se recogió información sociodemográfica del sujeto e información clínica acerca del diagnóstico y tratamiento farmacológico, psicológico y/o psicopedagógico.

c. Procedimiento

El presente estudio es parte de un destacado proyecto de investigación más amplio perteneciente al Departamento de Fisiología de la Universidad Miguel Hernández, el cual cuenta con la autorización de la Oficina Evaluadora de Proyectos (OEP; Anexo 2). Un centro de E.S.O. de la provincia de Alicante firmó un acuerdo de colaboración aceptando la participación en esta investigación. Los progenitores o tutores legales de los niños, antes de firmar el consentimiento informado (Anexo 3), fueron informados de los diferentes procedimientos que formaban parte del estudio. Además, se les entregó un documento escrito que incluía, de manera pormenorizada, toda la información explicada (Anexo 4). Una vez se firmaron los consentimientos informados, se formaron los grupos de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión. Las evaluaciones clínicas eran realizadas por un equipo profesional compuesto por cuatro psicólogos y un médico. Asimismo, el lugar de realización era el Departamento de Fisiología, donde allí se encontraba instalado el equipo completo de *HTC Vive Pro Full Kit Realidad Virtual*. La investigación se realizó de acuerdo al Código de Ética de la Asociación Médica Mundial (Declaración de Helsinki), donde se reflejan los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos (Asociación Médica Mundial, 2017).

d. Tipo de diseño

La presente investigación se trató de un estudio descriptivo-comparativo con un diseño cuasi-experimental, con dos grupos existentes, uno para los sujetos con TDAH y un grupo control, y donde se realizó una única medida en el tiempo.

e. Análisis de los datos

Para el análisis de los datos y la ejecución de los análisis estadísticos se utilizó el paquete SPSS versión 25.

En primer lugar, con el objetivo de confirmar el diagnóstico clínico de TDAH, se utilizó la prueba U de Mann-Whitney para determinar si existían diferencias significativas entre el grupo control y el grupo de sujetos con TDAH en las puntuaciones de la *Escala de Magallanes para el TDAH* (García-Pérez y Magaz, 2000), en su modalidad para padres (*EMTDA-H-ámbito familiar*).

En segundo lugar, para la evaluación a través del test en formato tradicional y para RCF-VR, y con el objetivo de comprobar si existían diferencias significativas entre el grupo control y el grupo de sujetos con TDAH en las variables independientes de copia y recuerdo, se utilizó la prueba U de Mann-Whitney.

En tercer lugar, con el objetivo de comprobar si existían diferencias significativas entre el grupo control y el grupo de sujetos con TDAH en las diferentes dimensiones que componen el RCF-VR se utilizó nuevamente la prueba U de Mann-Whitney.

5. Resultados

Objetivo 1: valorar la aplicabilidad de RCF-VR

En las 18 evaluaciones clínicas realizadas no se experimentó ningún problema ni complicación técnica en la utilización de la RV para aplicar la RCF-VR. Además, los

sujetos no presentaron dificultades a la hora de comprender las diferentes indicaciones necesarias para utilizar correctamente este sistema de RV. Tampoco se detectó en los sujetos sentimientos de miedo ni de desorientación durante su utilización.

Asimismo, en la actividad de construcción libre, donde podían realizar creaciones sin condiciones, se obtuvo un tiempo medio de construcción que superaba los 7 minutos ($M = 7.27$, $DS = .1$), lo que evidenció un manejo de la tecnología de la RV con elevada rapidez y destreza. Algunos ejemplos de estas creaciones se encuentran en los Anexos 5 y 6. Además, en la fase de recompensa final, donde se permitió a los sujetos divertirse con un videojuego RV de tipo “arcade”, en el 100% de los casos tuvo que ser el equipo profesional quien diera por finalizada dicha actividad, puesto que todos los sujetos mostraban voluntad de querer continuar debido al gran disfrute y diversión que estaban experimentando.

Objetivo 2: comparar los resultados de RCF-VR con los del test tradicional en formato papel

Confirmación diagnóstica. La Tabla 1 muestra los estadísticos descriptivos de las dimensiones de la *Escala de Magallanes para el TDAH* (García-Pérez y Magaz, 2000), en su modalidad para padres (*EMTDA-H-ámbito familiar*), para el grupo control y grupo de sujetos con TDAH. En este caso, la prueba U de Mann-Whitney encontró diferencias significativas entre grupo control y grupo de sujetos con TDAH, para las subescalas Hiperactividad ($z = -3.68$; $p = .001$), Déficit de Atención ($z = -5.349$; $p = .000$) e Impulsividad ($z = -5.184$; $p = .00$), tal y como se refleja en la Tabla 1.

Tabla 1

Estadísticos descriptivos de las dimensiones de la EMTDA-H-ámbito familiar para el grupo control y grupo de sujetos con TDAH

Dimensiones	Grupo	Media	Desviación típica
Hiperactividad	Control	.22	.647
	TDAH	3.44	2.617
Déficit de Atención	Control	.33	.970
	TDAH	4.44	.856
Impulsividad	Control	.22	.428
	TDAH	3.56	1.381

Modalidad de test tradicional. La tabla 2 muestra los estadísticos descriptivos de la *Figura Compleja de Rey* (Rey, 2003) en su modalidad A (formato papel) para el grupo control y grupo de sujetos con TDAH. La prueba U de Mann-Whitney encontró diferencias significativas para la variable dependiente copia ($z = -2.13$; $p = .031$), pero no para la variable dependiente recuerdo ($z = -1.154$; $p = .258$), tal y como se refleja en la Tabla 2.

Tabla 2

Estadísticos descriptivos de la Figura Compleja de Rey en su modalidad A para el grupo control y grupo de sujetos con TDAH

Grupo	Copia		Recuerdo	
	Media	Desviación típica	Media	Desviación típica
Control	.9074	.07217	.6358	.22586
TDAH	.7917	.12227	.5787	.16638
Total	.8495	.11416	.6073	.19467

Modalidad de test RV. La Tabla 3 muestra los estadísticos descriptivos de la *Figura Compleja de Rey* (Rey, 2003) en su modalidad B (RCF-VR) para el grupo

control y grupo de sujetos con TDAH. La prueba U de Mann-Whitney no encontró diferencias estadísticamente significativas para la variable dependiente copia ($z = -1.015$; $p = .340$), pero sí para la variable dependiente recuerdo ($z = -2.075$; $p = .040$), tal y como se refleja en la Tabla 3.

Tabla 3

Estadísticos descriptivos de RCF-VR para el grupo control y grupo de sujetos con TDAH

Grupo	Copia		Recuerdo	
	<i>Media</i>	<i>Desviación típica</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación típica</i>
Control	.8210	.06139	.7321	.07035
TDAH	.7499	.13073	.6020	.14391
Total	.7854	.10561		.12866

Capacidad discriminativa de las dimensiones de RCF-VR. La Tabla 4

muestra los estadísticos descriptivos de las 5 dimensiones que componen el test RCF-VR para el grupo control y grupo de sujetos con TDAH. La prueba U de Mann-Whitney no encontró diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y grupo de sujetos con TDAH para ninguna de las dimensiones de la variable dependiente copia y, únicamente, diferencias para la dimensión *posición de los elementos secundarios* ($z = -1.928$; $p = 0.044$) y la dimensión *situación relativa de las cuatro figuras principales* ($z = -2.72$; $p = 0.006$) en la variable dependiente recuerdo, tal y como se refleja en la Tabla 4.

Tabla 4

Estadísticos descriptivos de las dimensiones de RCF-VR para el grupo control y grupo sujetos con TDAH

Dimensiones	Grupo	Copia		Recuerdo	
		<i>Media</i>	<i>Desviación típica</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación típica</i>
D1	Control	20.56	1.236	19.00	2.398
	TDAH	19.67	3.571	15.89	4.512
D2	Control	9.22	2.048	8.11	1.691
	TDAH	7.11	2.804	5.67	2.958
D3	Control	20.89	1.054	17.78	3.528
	TDAH	20.00	3.606	14.22	5.142
D4	Control	31.022	2.9222	28.156	4.5426
	TDAH	28.133	5.0678	25.367	6.5115
D5	Control	5.33	1.118	4.56	1.333
	TDAH	4.56	2.007	2.67	.707

D1 = Número de elementos que aparecen en el dibujo; D2 = Posición de los elementos secundarios; D3 = Calidad de los elementos; D4 = Tamaño-proporcionalidad; D5 = Situación relativa de las cuatro figuras principales.

6. Discusión

En primer lugar, es importante remarcar que éste es un estudio piloto preliminar y que, por tanto, en esta discusión solo podemos sugerir algunas conclusiones. Un estudio más profundo sería necesario para confirmar o rechazar los resultados del presente trabajo.

En este estudio se ha valorado la aplicabilidad de RCF-VR en una muestra de 18 sujetos, comparándose las puntuaciones obtenidas con la modalidad tradicional del test, y analizando las dimensiones que conforman la prueba RCF-VR.

Respecto a la aplicabilidad de RCF-VR y tras lo señalado en apartados anteriores, se concluye que es un test que puede ser aplicado con éxito en población infantil, siguiendo estos resultados la línea de los test que, en la actualidad, emplean entornos basados en RV para la evaluación y/o diagnóstico clínico del TDAH como son, entre otros, el *Aula Virtual* (Rizzo et al., 2000) o el *Aula Nesplora* (Climent, Banterla e Iriarte, 2011). Como indican Rodríguez et al. (2018), estas pruebas, que cuentan con una amplia investigación científica que las avala, proporcionan un ambiente más realista y un entorno de evaluación ecológicamente más válido en comparación a las medidas tradicionales de evaluación neuropsicológica.

De acuerdo con lo que sugieren los resultados, se ha podido comprobar que los sujetos con TDAH muestran un rendimiento significativamente menor en la fase de copia de la *Figura Compleja de Rey* (Rey, 2003) en la modalidad tradicional. Este resultado coincide con los estudios de Martín-González et al. (2008), Robinson y Tripp (2013) o Rizzutti et al. (2008), donde se demostró que los niños controles dibujaban el diseño inicial con una mayor fidelidad que aquellos que presentaban este trastorno. Más particularmente, Rubiales et al. (2017) señalan que, además de que los niños con TDAH presentan un menor rendimiento en la fase de copia respecto a sujetos controles, también realizan dicha tarea en menor tiempo, reproducen con dificultades las partes de la figura a la hora de crear los elementos de configuración, y utilizan un tipo de copia esperable para niños de menor edad, lo que permite mostrar que el proceso de codificación de la información puede verse afectado por un déficit ejecutivo típico de este trastorno, influyendo esto también en el aprendizaje y proceso de memoria. Esta alteración de la función ejecutiva se encuentra ampliamente documentada en la

literatura científica (Barkley, 2011; Castellanos, Sonuga-Barke, Milham, Tannock, 2006; Miranda-Casas, Berenguer-Forner, Baixauli-Fortea, Roselló-Miranda y Palomero-Piquer, 2016; Rubiales et al., 2016; Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone y Pennington, 2005).

Con respecto a RCF-VR, los resultados sugieren que los sujetos con TDAH presentan menor rendimiento en la variable recuerdo. Estos resultados coinciden con los estudios de Bará-Jiménez, Vicuña, Pineda y Henao (2003), Robinson y Tripp (2013) o Rubiales et al. (2017), donde se evidencia un menor rendimiento de los niños con TDAH en la reproducción de memoria de la figura. Bará-Jiménez et al. (2003) señalan que un menor rendimiento en la reproducción de memoria podría deberse a déficits en la memoria visual, particularmente en el mantenimiento de la representación de los eventos por tiempos prolongados. Además, Robinson y Tripp (2013) señalaron que, el grupo control, recordó más detalles en ambos tipos de recuerdo, inmediato y demorado. Rizzutti et al. (2008) indican que, respecto a la capacidad visual-constructiva y la memoria visual-espacial, los grupos de TDAH obtuvieron también un rendimiento menor en comparación con el grupo control, especialmente del subtipo inatento.

En cuanto a las dimensiones que conforman RCF-VR, los resultados sugieren diferencias en la dimensión *posición de los elementos secundarios* y la dimensión *situación relativa de las cuatro figuras principales*, donde ambas dimensiones incluyen criterios que hacen referencia a aspectos relacionados con la atención a los detalles. Estos resultados coinciden con uno de los criterios establecidos en el DSM-V para el diagnóstico del TDAH, donde se hace referencia a una falta de atención suficiente a los detalles, o a la comisión de errores por descuido en las tareas escolares, en el trabajo o durante otras actividades (APA, 2014). Más particularmente, Macià (2012) señala que, en población infantojuvenil, las deficiencias atencionales son las responsables de que las

tareas escolares sean desordenadas y se cometan muchos errores debido a dicha problemática de falta de atención a los detalles.

En referencia a las ventajas de la utilización de la RV para la evaluación y diagnóstico clínico del TDAH, estudios como el de Yeh, Tsai, Fan, Liu y Rizzo (2012) señalan que el entorno de RV permite ser específico para el paciente, que la consistencia entre estímulos pueda ser fácil de lograr mediante programación, que el feedback del sujeto pueda ser recogido de inmediato, que el comportamiento y rendimiento del sujeto puedan ser registrados en su totalidad, y que este sistema pueda ser programado para que sea más entretenido, conllevando un aumento de la motivación del paciente a utilizar dicho sistema. A estas ventajas, Bashiri, Ghazisaeedi y Shahmoradi (2017) añaden el ahorro de tiempo y dinero en dichos procesos clínicos, una mejor comprensión de los déficits cognitivos individuales y su capacidad para la mejora clínica o, entre otros aspectos, la ayuda que proporciona a los profesionales a la hora de realizar la evaluación, diagnóstico y tratamiento clínico con una mayor precisión. Además, Rodríguez et al. (2018) señalan que la información adicional que proporcionan estos instrumentos de RV que se están desarrollando en la actualidad (algunos incorporan mediciones del movimiento de la cabeza y el ángulo de visión, o movimiento del ojo) mejoran la interpretación de los resultados, pudiendo prevenir errores diagnósticos, como los falsos positivos o falsos negativos en población con este trastorno. A su vez, autores como Yeh et al. (2012) señalan que las pruebas de papel fijas no sólo no pueden ser elaboradas a medida para el paciente, sino que también requieren de mucho más tiempo y paciencia por parte de estos a la hora de tener que pasar por los diferentes tests clínicos. En muchas ocasiones es posible que les pueda resultar tedioso o, incluso, poder llegar a ser reacios su cumplimentación (Yeh et al., 2012).

Por otro lado, es necesario señalar algunas limitaciones del presente estudio que deberían ser abordadas en futuras investigaciones. El tamaño de la muestra no permite alcanzar resultados consistentes ni generalizables, únicamente permitiendo sugerir la tendencia que aquí han seguido. No se ha efectuado un contrabalanceo de las pruebas, por lo que podría existir una posible influencia del efecto de orden en los resultados. Respecto a los subtipos de TDAH, no se ha tenido en cuenta esta variable, por lo que se desconoce si ha podido tener un efecto en los resultados.

Finalmente, como señalan Arab y Díaz (2015) millones de personas de todo el mundo, especialmente los niños y adolescentes, han incorporado las nuevas tecnologías e internet en su vida cotidiana, en sus comunicaciones y en sus vínculos. Este hecho, conjuntamente a las cifras del Instituto Nacional de Estadística (2017) o de Lloret, Cabrera y Sanz (2013) señaladas en apartados anteriores, evidencian la necesidad de continuar avanzando en el desarrollo de métodos de evaluación, diagnóstico y tratamiento que contemplen las experiencias tecnológicas de los niños y adolescentes actuales. Así pues, futuras líneas de investigación del presente estudio serían el incluir los diferentes patrones de copia y la valoración del tiempo de construcción en esta fase, así como la implementación del recuerdo demorado para comprobar si los resultados obtenidos en el recuerdo inmediato se confirman con la introducción de un mayor tiempo de interferencia. Además, sería de especial interés volver a realizar la evaluación clínica con los sujetos bajo su tratamiento farmacológico, con el fin de observar la tendencia que seguirían los resultados al introducir esa variable. Asimismo, sería posible analizar la construcción libre, así como el tiempo que los sujetos emplean en ella, para estudiar si existe algún tipo de relación con los resultados que, posteriormente, se observan en RCF-VR. Finalmente, sería también de gran interés investigador diseñar un protocolo de evaluación y diagnóstico en el que se incluya RCF-VR complementado con otras pruebas todavía más objetivas, como puede ser la electroencefalografía o la

espectroscopía funcional de infrarrojo cercano, y con ello analizar la coherencia que podría existir entre los resultados de estas diferentes evaluaciones.



7. Referencias

- Anton, R., Opris, D., Dobrean, A., David, D. y Rizzo, A. (2009). Virtual reality in rehabilitation of attention deficit/hyperactivity disorder. The instrument construction principles. *Journal of Cognitive and Behavioral Psychotherapies*, 9(2), 235-246. doi: 10.1109/ICVR.2009.5174206
- Arab, L.E. y Díaz, G.A. (2015). Impacto de las redes sociales e internet en la adolescencia: aspectos positivos y negativos. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 26(1), 7-13. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2014.12.001>
- Arán, V. y Mías, C.D. (2009). Neuropsicología del Trastorno por Déficit de Atención/Hiperactividad: subtipos predominio Déficit de Atención y predominio Hiperactivo-Impulsivo. *Revista Argentina de Neuropsicología*, 13, 14-28.
Recuperado de <http://www.revneuropsi.com.ar/pdf/numero13/AranyMias.pdf>
- Arco, J.L., Fernández, F.D. e Hinojo, F.J. (2014). Trastorno por déficit de atención con hiperactividad: intervención psicopedagógica. *Psicothema*, 16(3), 408-414.
Recuperado de <http://www.psicothema.com/pdf/3011.pdf>
- Asociación Médica Mundial (2017). *Declaración de Helsinki de la AMM-Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. Recuperado de <https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
- Asherson, P., Buitelaar, J., Faraone, S. V., y Rohde, L.A. (2016). Adult attention-deficit hyperactivity disorder: key conceptual issues. *The Lancet Psychiatry*, 3(6), 568-578. doi: [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(16\)30032-3](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(16)30032-3)
- Asociación Americana de Psiquiatría (2014). *DSM-V: Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales* (5ª Ed.). Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.

- Bará-Jiménez, S., Vicuña, P., Pineda, D.A. y Henao, G.C. (2003). Perfiles neuropsicológicos y conductuales de niños con trastorno por déficit de atención/hiperactividad de Cali, Colombia. *Revista de Neurología*, 37(7), 608-615. doi: <https://doi.org/10.33588/rn.3707.2003189>
- Barkley, R.A. (1997). *ADHD and the nature of self-control*. New York: Guilford Press.
- Barkley, R.A. (2009). Avances en el diagnóstico y la subclasificación del trastorno por déficit de atención/hiperactividad: qué puede pasar en el futuro respecto al DSM-V. *Revista de Neurología*, 48(2), 101-106. doi: <https://doi.org/10.33588/rn.48S02.2009003>
- Barkley, R.A. (2011). Is Executive Functioning Deficient in ADHD? It Depends on Your Definitions and Your Measures. *The ADHD Report*, 19(4), 1-9. doi: <https://doi.org/10.1521/adhd.2011.19.4.1>
- Barkley, R.A. (2014). *Attention-deficit hyperactivity disorder: A handbook for diagnosis and treatment*. New York: Guilford Publications
- Bashiri, A., Ghazisaeedi, M. y Shahmoradi, L. (2017). The opportunities of virtual reality in the rehabilitation of children with attention deficit hyperactivity disorder: a literature review. *Korean Journal of Pediatrics*, 60(11), 337. doi: <https://doi.org/10.3345/kjp.2017.60.11.337>
- Batstra, L., Hadders-Algra, M., Nieweg, E., Van Tol, D., Pijl, S. J. y Frances, A. (2012). Childhood emotional and behavioral problems: reducing overdiagnosis without risking undertreatment. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 54(6), 492-494. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2011.04176.x>
- Becerra-García, J.A. (2012). Síntomas neuropsicológicos del trastorno por déficit de atención e hiperactividad en la adolescencia: estudio de dos casos. *Revista*

Argentina de Clínica Neuropsiquiátrica, 18(1), 17-24. Recuperado de
https://www.alcmeon.com.ar/18/69/04_becerra69.pdf

Miranda-Casas, A., Berenguer-Forner, C., Baixauli-Forteza, I., Roselló-Miranda, B. y Palomero-Piquer, B. (2016). Funciones ejecutivas y motivación de niños con trastorno de espectro autista (TEA) y trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH). *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1(1), 103-112. doi:
<http://dx.doi.org/10.17060/ijodaep.2016.n1.v1.200>

Berry, D.T., Allen, R.S. y Schmitt, F.A. (1991). Rey-Osterrieth Complex Figure: Psychometric characteristics in a geriatric sample. *The Clinical Neuropsychologist*, 5(2), 143-153. doi:
<https://doi.org/10.1080/13854049108403298>

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. doi:
<https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2012.01.006>

Blázquez-Almería, G., Joseph-Munné, D., Burón-Masó, E., Carrillo-González, C., Joseph-Munné, M., Cuyàs-Reguera, M. y Freile-Sánchez, R. (2005). Resultados del cribado de la sintomatología del trastorno por déficit de atención con o sin hiperactividad en el ámbito escolar mediante la escala EDAH. *Revista de Neurología*, 41(10), 586-590. doi: <https://doi.org/10.33588/rn.4110.2005103>

Cardo, E. y Servera, M. (2008). Trastorno por déficit de atención/hiperactividad: estado de la cuestión y futuras líneas de investigación. *Revista de Neurología*, 46(6), 365-372. doi: <https://doi.org/10.33588/rn.4606.2007529>

- Castellanos, F.X., Sonuga-Barke, E.J.S., Milham, M.P. y Tannock, R. (2006).
Characterizing cognition in ADHD: beyond executive dysfunction. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(3), 117-123. doi:
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2006.01.011>
- 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.
Cyberpsychology & Behavior, 7(5), 519-526. doi:
<https://doi.org/10.1089/cpb.2004.7.519>
- Cho, B.H., Ku, J., Jang, D.P., Kim, S., Lee, Y.H., Kim, I.Y., ... Kim, S.I. (2002). The
effect of virtual reality cognitive training for attention enhancement.
CyberPsychology & Behavior, 5(2), 129-137. doi:
[10.1089/109493102753770516](https://doi.org/10.1089/109493102753770516)
- Climent, G., Banterla, F. e Iriarte, Y. (2011). *AULA. Manual teórico*. San Sebastián:
Nesplora. Recuperado de <https://aulanesplora.com/es/publicaciones>.
- Cortese, S. (2012). The neurobiology and genetics of attention-deficit/hyperactivity
disorder (ADHD): what every clinician should know. *European journal of
paediatric neurology*, 16(5), 422-433. doi: [10.1016/j.ejpn.2012.01.009](https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2012.01.009)
- Dekker, M.C. y Koot, H.M. (2003). DSM-IV disorders in children with borderline to
moderate intellectual disability. II: Child and family predictors. *Journal of the
American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 42(8), 923-931. doi:
<https://doi.org/10.1097/01.CHI.0000046891.27264.C1>
- 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(1), 31-39. Recuperado de
<http://hdl.handle.net/11441/29467>

- Díaz-Orueta, U., Iriarte, Y., Climent, G. y Banterla, F. (2012). AULA: An ecological virtual reality test with distractors for evaluating attention in children and adolescents. *Virtual Reality and Scientific Visualization Journal*, 5(2), 1-20. Recuperado de <http://www.latec.ufrj.br/revistas/index.php?journal=realidadevirtual&page=articulo&op=view&path%5B%5D=344&path%5B%5D=459>
- Epstein, J.N., Erkanli, A., Conners, C.K., Klaric, J., Costello, J.E. y Angold, A. (2003). Relations between continuous performance test performance measures and ADHD behaviors. *Journal of abnormal child psychology*, 31(5), 543-554. doi: <https://doi.org/10.1023/A:1025405216339>
- Esperón, C.S. (2008). *Convivir con Niños y Adolescentes con Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH)*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Farré, A. y Narbona, J. (2013). *EDAH. Evaluación del Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad*. Madrid: TEA Ediciones.
- Fayyad, J., Sampson, N.A., Hwang, I., Adamowski, T., Aguilar-Gaxiola, S., Al-Hamzawi, A., ... Kessler, R.C. (2017). The descriptive epidemiology of DSM-IV Adult ADHD in the World Health Organization World Mental Health Surveys. *ADHD Attention Deficit and Hyperactivity Disorders*, 9(1), 47-65. doi: 10.1007/s12402-016-0208-3
- Fenollar-Cortés, J. (2015). Una aproximación heurística a la heterogeneidad del TDAH: Entre la poiesis y la falacia de reificación. *Revista de Psicología Clínica con Niños y Adolescentes*, 2(2), 115-120. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477147186004>
- Fernández, F.D., Hinojo, F.J. y Aznar, I. (2003). Dificultades del alumnado con trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) en el aula:

implicaciones para la formación docente. *Enseñanza*, 21, 219-232. Recuperado de http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:20335/dificultades__alumnado.pdf

Fernández-Ballesteros, R. (2014). *Evaluación psicológica: conceptos, métodos y estudio de casos*. Madrid: Ediciones Pirámide.

Fernández-Fernández, M., Morillo-Rojas, M. y Alonso-Romero, L. (2012). Utilidad del estudio Aula Nesplora en la valoración del TDAH. *Revista de Neurología*, 54(3), 67-93. Recuperado de <https://studylib.es/doc/8045720/xxxvi-reuni%C3%B3n-anual-de-la-sociedad-espa%C3%B1ola-de-neurolog%C3%ADa>

Fernández-Jaén, A., Fernández-Mayoralas, D.M., Fernández-Perrone, A.L., Jiménez, A., Albert, J., López-Martín, S., ... López-Arribas, S. (2018). Neurodesarrollo y fenocopias del trastorno por déficit de atención/hiperactividad: diagnóstico diferencial. *Revista de Neurología*, 66(1), 103-107. Recuperado de <https://www.aepap.org/sites/default/files/documento/archivos-adjuntos/bts01s103.pdf>

Flapper, B.C. y Schoemaker, M.M. (2013). Developmental coordination disorder in children with specific language impairment: Co-morbidity and impact on quality of life. *Research in developmental disabilities*, 34(2), 756-763. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2012.10.014>

Gagnon, M.A. y Lexchin, J. (2008). The cost of pushing pills: A new estimate of pharmaceutical promotion expenditures in the United States. *PLoS Med*, 5(1), 29-33. doi: doi.org/10.1371/journal.pmed.0050001

García, A., Blasco-Fontecilla, H., Huete, B. y Sabaté, J. (2015). Tratamiento farmacológico estimulante del TDAH. *Revista Española de Pediatría*, 71(2), 75-81. Recuperado de <https://www.seinap.es/revista-de-pediatria/>

- García, C., Estévez, A. y Junqué, C. (2001). Perfil de memoria en el Trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Anuario de Psicología*, 32(4), 35-46.
Recuperado de
<https://www.raco.cat/index.php/anuariopsicologia/article/viewFile/61690/96251>
- García-Peñas, J.J. y Domínguez-Carral, J. (2012). ¿Existe un sobrediagnóstico del trastorno de déficit de atención e hiperactividad (TDAH)? *Evidencias en Pediatría*, 51(8), 1-5. Recuperado de
<http://www.evidenciasenpediatria.es/EnlaceArticulo?ref=2012;8:51>
- García-Pérez, E. y Magaz, A. (2000). *Escala Magallanes de Evaluación del Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (EMTDA-H)*. Bizkaia: ALBOR-Cohs.
- González, R., Rodríguez, A. y Sánchez, J. (2015). Epidemiología del TDAH. *Revista Española de Pediatría*, 71(2), 58-61. Recuperado de <https://www.seinap.es/wp-content/uploads/Revista-de-Pediatria/2015/REP%2071-2.pdf>
- Gutiérrez-Maldonado, J., Alsina-Jurnet, I., Carvallo-Becú, 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. Recuperado de
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2557338>
- Gutiérrez-Maldonado, J., Letosa-Porta, À., 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. Recuperado de
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=97017660005>

- Hall, C.L., Valentine, A.Z., Groom, M.J., Walker, G.M., Sayal, K., Daley, D. y Hollis, C. (2016). The clinical utility of the continuous performance test and objective measures of activity for diagnosing and monitoring ADHD in children: a systematic review. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 25(7), 677-699. doi: 10.1007/s00787-015-0798-
- Hinshaw, S. P. y Scheffler, R. M. (2014). *The ADHD Explosion and Today's Push for Performance: Myths, Medication, and Money*. New York: Oxford University Press.
- Huang-Pollock, C.L., Karalunas, S.L., Tam, H. y Moore, A.N. (2012). Evaluating Vigilance Deficits in ADHD: A Meta-Analysis of CPT Performance. *Journal of Abnormal Psychology*, 121(2), 360–371. doi: 10.1037/a0027205
- Instituto Nacional de Estadística (2017). *Encuesta sobre Equipamiento y Uso de Tecnologías de Información y Comunicación en los Hogares*. Madrid: INE.
- Khan, M.U., Kohn, M. y Aslani, P. (2019). The need for a paradigm shift in adherence research: The case of ADHD. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, 15(3), 318-320. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2018.04.033>
- Lange, K.W., Hauser, J., Lange, K.M., Makulska-Gertruda, E., Takano, T., Takeuchi, Y., ... Tucha, O. (2014). Utility of cognitive neuropsychological assessment in attention-deficit/hyperactivity disorder. *ADHD Attention Deficit and Hyperactivity Disorders*, 6(4), 241-248. doi: <https://doi.org/10.1007/s12402-014-0132-3>
- Larson, K., Russ, S.A., Kahn, R.S. y Halfon, N. (2011). Patterns of comorbidity, functioning, and service use for US children with ADHD, 2007. *Pediatrics*, 127(3), 462-470. doi: 10.1542/peds.2010-0165

- 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 of ADHD using Virtual Reality. *Engineering in Medicine and Biology Society*, 4, 3754-3757. doi: 0.1109/IEMBS.2001.1019654
- Lezak, M.D., Howieson, D.B., Loring, D.W. y Fischer, J.S. (2004). *Neuropsychological assessment*. USA: Oxford University Press.
- Lloret, D., Cabrera, V. y Sanz Y. (2015). Relaciones entre hábitos de uso de videojuegos, control parental y rendimiento escolar. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 3(3), 237-248. doi: <https://doi.org/10.30552/ejihpe.v3i3.58>
- Macià, D. (2012). *TDAH en la infancia y la adolescencia; concepto, evaluación y tratamiento*. Madrid: Pirámide.
- Martin, A. (2005). The hard work of growing up with ADHD. *American Journal of Psychiatry*, 162(9), 1575-1577. doi: <http://dx.doi.org/10.1176/appi.ajp.162.9.1575>
- Mateo, V.F. (2006). Recursos para el diagnóstico psicopedagógico del TDAH y comorbilidades. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa*, 4(3), 623-642. Recuperado de http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/661/Art_10_152.pdf?sequence=1
- Martín-González, R., González-Pérez, P.A., Izquierdo-Hernández, M., Hernández-Expósito, S., Alonso-Rodríguez, M.A., Quintero-Fuentes, I. y Rubio-Morell, B. (2008). Evaluación neuropsicológica de la memoria en el trastorno por déficit de atención/hiperactividad: papel de las funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, 47(5), 225-30. doi: <https://doi.org/10.33588/rn.4705.2008140>

- Meneres-Sancho, S., Delgado-Pardo, G., Aires-González, M.M. y Moreno-García, I. (2015). Tests de ejecución continua: Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test (IVA/CPT) y TDAH. Una revisión. *Revista de Psicología Clínica con Niños y Adolescentes*, 2(2), 107-113. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477147186003>
- Meyers, J. E. y Meyers, K.R. (1995). Rey complex figure test under four different administration procedures. *The Clinical Neuropsychologist*, 9(1), 63-67. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/13854049508402059>
- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad (2018). *Clasificación Internacional de Enfermedades – 10.ª Revisión Modificación Clínica (2ª Ed.)*. Madrid, España: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, Secretaría General Técnica. Recuperado de <https://publicacionesoficiales.boe.es/>
- Mitrushina, M., Boone, K.B., Razani, J. y D'Elia, L.F. (2005). *Handbook of normative data for neuropsychological assessment (2nd ed.)*. USA: Oxford University Press.
- Molina, J. y Martínez-González, A.E. (2015). Eficacia de una intervención computerizada para mejorar la atención en un niño con TDAH. *Revista de Psicología Clínica con Niños y Adolescentes*, 2(2), 157-162. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5150431>
- Moreno, M.A., Martínez, M.J., Tejada, A., González, V., García, O. y Grupo de Estudio del Adolescente de la SAMFYC (2015). Actualización en el tratamiento del trastorno del déficit de atención con/sin hiperactividad (TDAH) en Atención Primaria. *Revista Clínica de Medicina de Familia*, 8(3), 231-239. doi: <http://dx.doi.org/10.4321/S1699-695X2015000300006>

- Moreno-García, I., Delgado-Pardo, G., Camacho-Vara de Rey, C., Meneres-Sancho, S. y Servera-Barceló, M. (2015). Neurofeedback, pharmacological treatment and behavioral therapy in hyperactivity: Multilevel analysis of treatment effects on electroencephalography. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 15(3), 217-225. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijchp.2015.04.003>
- Moreno-García, I., Delgado-Pardo, G. y Roldán-Blasco, C. (2015). Attention and response control in ADHD. Evaluation through Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test. *The Spanish Journal of Psychology*, 18(1), 1-14. doi: [doi:10.1017/sjp.2015.2](https://doi.org/10.1017/sjp.2015.2)
- Moynihan, R., Nickel, B., Hersch, J., Beller, E., Doust, J., Compton, S., ... McCaffery, K. (2015). Public Opinions about Overdiagnosis: A National Community Survey. *PLoS ONE*, 10(5), 125-165. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0125165>
- Mueller, K.L. y Tomblin, J.B. (2012). Examining the comorbidity of language disorders and ADHD. *Topics in Language Disorders*, 32(3), 228-246. doi: [10.1097/TLD.0b013e318262010d](https://doi.org/10.1097/TLD.0b013e318262010d)
- Nichols, S.L. y Waschbusch, D.A. (2004). A review of the validity of laboratory cognitive tasks used to assess symptoms of ADHD. *Child Psychiatry and Human Development*, 34(4), 297-315. doi: <https://doi.org/10.1023/B:CHUD.0000020681.06865.97>
- Organización Mundial de la Salud. (2000). *Guía de bolsillo de la clasificación CIE-10: clasificación de los trastornos mentales y del comportamiento*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Osterrieth, P.A. (1944). Le test de copie d'une figure complexe: Contribution à l'étude de l'aperception et de la mémoire. *Archives de Psychologie*, 30(1), 205-353.

Recuperado de <https://www.worldcat.org/title/test-de-copie-dune-figure-complexe-contribution-a-letude-de-la-perception-et-de-la-memoire/oclc/492366198>

Othmer, S. y Kaiser, D. (2000). Implementation of virtual reality in EEG biofeedback. *Cyberpsychology & Behavior*, 3(3), 415-420. doi: <https://doi.org/10.1089/10949310050078878>

Palomo, R., Casals-Coll, M., Sánchez-Benavides, G., Quintana, M., Manero, R.M., Rognoni, T., ... Peña-Casanova, J. (2013). Estudios normativos españoles en población adulta joven (proyecto NEURONORMA jóvenes): normas para las pruebas Rey-Osterrieth Complex Figure (copia y memoria) y Free and Cued Selective Reminding Test. *Sociedad Española de Neurología*, 28(4), 226-235. doi: 10.1016/j.nrl.2012.03.008

Pelaz, A. y Autet, A. (2015). Epidemiología, diagnóstico, tratamiento e impacto del trastorno por déficit de atención e hiperactividad. *Revista Española de Pediatría*, 71(2), 57-98. Recuperado de <https://www.seinap.es/wp-content/uploads/Revista-de-Pediatria/2015/REP%2071-2.pdf>

Polanczyk, G., De Lima, M.S., Horta, B.L., Biederman, J. y Rohde, L.A. (2007). The worldwide prevalence of ADHD: a systematic review and metaregression analysis. *American Journal of Psychiatry*, 164(6), 942-948.

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. doi: <https://doi.org/10.1017/S109285290002736X>

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. doi: 10.1097/DBP.0b013e3181969b22

Poulton, R.G. y Moffitt, T.E. (1995). The Rey-Osterreith Complex Figure Test: Norms for young adolescents and an examination of validity. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 10(1), 47-56. doi: <https://doi.org/10.1093/arclin/10.1.47>

Rabito-Alcón, M.F. y Correas-Lauffer, J. (2014). Guías para el tratamiento del Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad: una revisión crítica. *Actas Españolas de Psiquiatría*, 42(6), 315-24. Recuperado de <https://www.actaspsiquiatria.es/repositorio/16/92/ESP/16-92-ESP-315-324-269971.pdf>

Ramírez, M. (2015). Tratamiento cognitivo-conductual de conductas disruptivas en un niño con TDAH y trastorno negativista desafiante. *Revista de Psicología Clínica con niños y adolescentes*, 2(1), 45-54. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477147185006>

Rey, A. (1941). L'examen psychologique dans les cas d'encéphalopathie traumatique. *Archives de Psychologie*, 28, 215-285. Recuperado de <https://psycnet.apa.org/record/1943-03814-001>

Rey, A. (2003). *Test de copia y de reproducción de memoria de figuras geométricas complejas. 8ª edición, revisada y ampliada*. Madrid: TEA Ediciones.

Riccio, C.A., Cohen, M.J., Hynd, G.W. y Keith, R.W. (1996). Validity of the auditory continuous performance test in differentiating central processing auditory disorders with and without ADHD. *Journal of Learning Disabilities*, 29(5), 561-566. doi: <https://doi.org/10.1177/002221949602900510>

Riccio, C.A., Reynolds, C.R. y Lowe, P.A. (2001). *Clinical applications of continuous performance tests: Measuring attention and impulsive responding in children and adults*. NJ: John Wiley & Sons Inc.

Rizzo, A.A., Buckwalter, J.G., Bowerly, T., Humphrey, L.A., Neumann, U., Van 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. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2010012>

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. doi: <https://doi.org/10.1017/S1092852900024196>

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

Rizzutti, S., Sinnes, E.G., Scaramuzza, L.F., Freitas, L., Pinheiro, D., Palma, S.M., ... Muszkat, M. (2008). Clinical and neuropsychological profile in a sample of children with attention deficit hyperactivity disorders. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 66(4), 821-827. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-282X2008000600009>

Robinson, T. y Tripp, G. (2013). Neuropsychological functioning in children with ADHD: Symptom persistence is linked to poorer performance on measures of executive and nonexecutive function. *Japanese Psychological Research*, 55(2), 154-167. doi: <https://doi.org/10.1111/jpr.12005>

- Rodillo, E. (2015). Trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) en adolescentes. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 26(1), 52-59. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2015.02.005>
- 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), 254-263. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijchp.2018.06.003>
- Rohde, L.A., Buitelaar, J.K., Gerlach, M. y Faraone, S.V. (2019). *La Federación Mundial de TDAH guía*. Porto Alegre: Artmed. Recuperado de <http://cpo-media.net/ADHD/2019/ebook%20spanish/HTML/files/assets/common/downloads/publication.pdf>
- Rubiales, J., Bakker, L. y Delgado, I.D. (2011). Organización y planificación en niños con TDAH: Evaluación y propuesta de un programa de estimulación. *Cuadernos de Neuropsicología/ Panamerican Journal of Neuropsychology*, 5(2), 145-161. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4396/439642488004.pdf>
- Rubiales, J., Bakker, L., Russo, D. y González, R. (2016). Desempeño en funciones ejecutivas y síntomas comórbidos asociados en niños con Trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH). *CES Psicología*, 9(2), 99-113. doi: <http://dx.doi.org/10.21615/cesp.9.2.7>
- Rubiales, J., Russo, D., González, R. y Bakker, L. (2017). Organization strategies in the Rey-Osterrieth Complex Figure in children with ADHD. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 7(2), 99-110. doi: 10.1989/ejihpe.v7i2.198

- Segal, M.M. (2014). We cannot say whether Attention Deficit Hyperactivity Disorder exists, but we can find its molecular mechanisms. *Pediatric Neurology*, 51(1), 15-16. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2014.04.014>
- Selassie, G.R, Jennische, M., Kyllerman, M., Viggedal, G. y Hartelius, L. (2005). Comorbidity in severe developmental language disorders: Neuropediatric and psychological considerations. *Acta Paediatrica*, 94(4), 471-478. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2005.tb01920.x>
- Shriki, L., Weizer, M., Pollak, Y., Weiss, P.L., Rizzo, A.A. y Gross-Tsur, V. (2010). The utility of a continuous performance test embedded in virtual reality in measuring the effectiveness of MPH treatment in boys with ADHD. *Harefuah*, 149(1), 18-23. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20422835>
- Steinhausen, H.C., Nøvik, T.S., Baldursson, G., Curatolo, P., Lorenzo, M.J., Pereira, R.R., ... ADORE Study Group. (2006). Co-existing psychiatric problems in ADHD in the ADORE cohort. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 15(1), 25-29. doi: 10.1007/s00787-006-1004-y
- Taylor, L.B. (1969). Localisation of Cerebral Lesions by Psychological Testing. *Neurosurgery*, 16(1), 269-287. doi: https://doi.org/10.1093/neurosurgery/16.CN_suppl_1.269
- Trujillo-Orrego, N., Ibáñez, A. y Pineda, D.A. (2012). Validez del diagnóstico de trastorno por déficit de atención/ hiperactividad: de lo fenomenológico a lo neurobiológico (II). *Revista de Neurología*, 54(6), 367-379. doi: <https://doi.org/10.33588/rn.5406.2011145>
- Trujillo-Orrego, N., Pineda, D.A. y Uribe, L.H. (2012). Validez del diagnóstico de trastorno por déficit de atención/ hiperactividad: de lo fenomenológico a lo

neurobiológico (I). *Revista de Neurología*, 54(5), 289-302. doi:

<https://doi.org/10.33588/rn.5405.2011144>

Willcutt, E. G. (2012). The prevalence of DSM-IV attention-deficit/hyperactivity disorder: a meta-analytic review. *Neurotherapeutics*, 9(3), 490-499. doi: <https://doi.org/10.1007/s13311-012-0135-8>

Willcutt, E.G., Doyle, A.E., Nigg, J.T., Faraone, S.V. y Pennington, B.F. (2005). Validity of the Executive Function Theory of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: a Meta-Analytic Review. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1336-1346. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2005.02.006>

World Health Organization (2018). *ICD-11: International Classification of Diseases for Mortality and Morbidity Statistics*. Ginebra: World Health Organization. Recuperado de <https://icd.who.int/es/>

Yan, N., Wang, J., Liu, M., Zong, L., Jiao, Y., Yue, J., ... Liu, Z. (2008). Designing a brain-computer interface device for neurofeedback using virtual environments. *Journal of Medical and Biological Engineering*, 28(3), 167-172. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/260386782_Designing_a_Brain-computer_Interface_Device_for_Neurofeedback_Using_Virtual_Environments

Yeh, S.C., Tsai, C.F., Fan, Y.C., Liu, P.C. y Rizzo, A. (2012). An innovative ADHD assessment system using virtual reality. *IEEE-EMBS Conference on Biomedical Engineering and Sciences*, 78-83. doi: 10.1109/IECBES.2012.6498026

8. Apéndices

Anexo 1. Ejemplos de corrección en la dimensión *tamaño-proporcionalidad* de

RCF-VR

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	SUBJECT	Modelo		1013	result	score	1004	result	score	1011	result	score	1014	result	score	1016	result	score
2	Mean score					32,1593			32,5498811			26,5002068			31,9562786			31,0873053
3																		
4																		
5	Width	645		1203			1042			1580			1307			1077		
6	Height	500		811			938			1062			939			755		
7	Area	322500		975633,00			977396,00			1677960,00			1227273,00			813135,00		
8	CLocalx	322,5		601,50			521,00			790,00			653,50			538,50		
9	CLocaly	250		405,50			469,00			531,00			469,50			377,50		
10	aspect ratio	1,29		1,48			1,11			1,49			1,39			1,43		
11																		
12	FIGURA 1 (esfera)																	
13	P1x	31,00		113,00			79,00			957,00			11,00			29,00		
14	P1y	2,00		5,00			3,00			29,00			9,00			1,00		
15	P2x	222,00		465,00			399,00			1483,00			361,00			421,00		
16	P2y	186,00		335,00			333,00			511,00			353,00			359,00		
17	W	191,00		352,00			320,00			526,00			350,00			392,00		
18	H	184,00		330,00			330,00			482,00			344,00			358,00		
19	Area	35144,00		116160,00			105600,00			253532,00			120400,00			140336,00		
20	Wrelative	0,30		0,29	0,01	1,98	0,31	0,04	1,93	0,33	0,12	1,75	0,27	0,11	1,79	0,36	0,23	1,54
21	Hrelative	0,37		0,41	0,11	1,79	0,35	0,05	1,91	0,45	0,23	1,53	0,37	0,00	1,99	0,47	0,29	1,42
22	Area_relative	0,11		0,12	0,09	1,81	0,11	0,01	1,98	0,15	0,39	1,23	0,10	0,11	1,78	0,17	0,58	0,83
23	CLocalx	126,50		289,00			239,00			1220,00			186,00			225,00		
24	CLocaly	94,00		170,00			168,00			270,00			181,00			180,00		
25	Crelativex	0,20		0,24	0,22	1,55	0,23	0,17	1,66	0,77	2,94	0,00	0,14	0,38	1,24	0,21	0,07	1,87
26	Crelativex	0,19		0,21	0,11	1,77	0,18	0,05	1,90	0,25	0,35	1,30	0,19	0,03	1,95	0,24	0,27	1,46
27																		
28																		
29	FIGURA 2 (cono)																	



Anexo 2. Autorización Oficina Evaluadora de Proyectos (OEP)



Dr. D. Joaquín Ibáñez Ballesteros
Dpto. Fisiología

39/2016

Elche, a 1 de Febrero de 2016

Investigador Principal	Joaquín Ibáñez Ballesteros
Tipo de actividad	Otros
Título del proyecto	Monitorización multimodal de la respuesta cerebral ante estímulos cognitivos, sensoriales y emocionales
Códigos GIS estancias donde se desarrolla la actividad	Instalaciones del Dpto. Fisiología. GIS: S02P2069
Evaluación Riesgos Laborales	Conforme condicionado
Evaluación Ética	Aprobado
Registro	2015.333.E.OEP
Referencia	DF.JIB.01.15
Caducidad	5 años

La evaluación ética del proyecto es favorable.

Una vez atendidas las observaciones/condiciones mencionadas en el informe adjunto del Servicio de Prevención de Riesgos Laborales, en caso de que las hubiera, se considera que el presente proyecto/contrato/prestación de servicios carece de riesgos laborales significativos para las personas que participan en el mismo, ya sean de la UMH o de otras organizaciones y, por tanto, se autoriza su realización.

Atentamente,

**ALBERTO
PASTOR
CAMPOS**

Firmado digitalmente por ALBERTO PASTORCAMPOS
Nombre de reconocimiento (DN): cn=ALBERTOPASTORCAMPOS, serialNumber=838116306, o=UMH, ou=ALBERTO_PASTORCAMPOS, ou=Catedratos, ou=RCCV, c=ES
Fecha: 2016.02.02 13:38:55 +01'00'

Alberto Pastor Campos
Secretario del Órgano Evaluador de Proyectos
Vicerrectorado de Investigación e Innovación

**MANUEL
MIGUEL
JORDAN VIDAL**

Firmado digitalmente por MANUEL MIGUEL JORDAN VIDAL
Nombre de reconocimiento (DN): cn=MANUEL MIGUEL JORDAN VIDAL, serialNumber=119859918, o=UMH, ou=MANUEL MIGUEL JORDAN VIDAL, ou=Catedratos, c=ES
Fecha: 2016.02.02 17:00:48 +01'00'

Manuel Miguel Jordán Vidal
Presidente del Órgano Evaluador de Proyectos
Vicerrectorado de Investigación e Innovación

Página 1 de 1

Anexo 3. Consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA MONITORIZACIÓN SIMULTÁNEA DE LOS CAMBIOS NEUROFISIOLÓGICOS MEDIANTE ESTIMULACIÓN COGNITIVA A TRAVÉS DE ELECTROFISIOLOGÍA Y ESPECTROSCOPIA FUNCIONAL DE INFRARROJO CERCANO

D. , de
..... años de edad, con domicilio en
..... DNI nº

DECLARO:

Que el Dr JOAQUIN IBAÑEZ BALLESTEROS me ha explicado que:

1.- Identificación, descripción y objetivos del procedimiento.

El presente estudio pretende identificar las posibles diferencias neurofisiológicas entre niños con trastorno por déficit de atención e hiperactividad y niños sin ningún trastorno (TDAH). Para ello, estudiamos la actividad cerebral con metodologías NO INVASIVAS como la electroencefalografía (EEG) y la espectroscopia funcional de infrarrojo cercano (fNIR). Todas ellas son de diseño y desarrollo propio (tanto hardware como software) del Departamento de Fisiología.

La EEG es una prueba diagnóstica que se utiliza para registrar la actividad eléctrica del cerebro. Se realiza colocando un gorro con electrodos que estarán en contacto con el cuero cabelludo, a través de los cuales se aplica un gel que facilita la conducción de la señal. Los potenciales relacionados con eventos (ERP) es una técnica de la EEG que permite observar determinadas ondas cerebrales relacionadas con dominios cognitivos como la atención y la impulsividad, para lo cual se estimula al sujeto por medio de pruebas donde tiene que accionar un pulsador cuando identifique —en un monitor— la condición objetivo.

La fNIR es otra prueba NO INVASIVA. Se coloca en la frente y permite registrar —por luz infrarroja— los cambios metabólicos a través del flujo sanguíneo en relación con los requerimientos del córtex cerebral.

El objetivo del presente proyecto consiste en registrar y analizar las características neurofisiológicas y conductuales de niños diagnosticados con trastorno de déficit de atención e hiperactividad, y compararlas con niños no diagnosticados con TDAH u otro trastorno del desarrollo infanto-juvenil, en aras a establecer un diagnóstico basado en un protocolo de evaluación objetivo y validado empíricamente.

Para llevar a cabo el estudio se necesitan niños sanos cuya única diferencia sea que estén diagnosticados o no por un trastorno de falta de atención e hiperactividad. Dichos niños no deben padecer ninguna enfermedad médica ni

enfermedad mental grave. Los niños no deben presentar déficits de inteligencia. Los niños deben asistir al laboratorio habiendo comido y dormido adecuadamente. Si no se cumplen las condiciones anteriores no se puede participar en este estudio.

El estudio se desarrolla de la siguiente forma:

Se interactúa con el niño para que se sienta cómodo y confiado. Se le enseñan los aparatos y se explica su funcionamiento y cuál es su papel.

Se instala el gorro de electroencefalografía y se le incorpora en el sillón para realizar las pruebas de ERP, para lo que será estimulado mediante bloques de tareas de atención o SART (Sustained Attention to Response Tasks). Los estímulos se explican con mayor detalle en el documento adjunto “*Información del Procedimiento*”.

Posteriormente, se instala el fNIR y se realiza una prueba cálculo mental.

Finalmente, se le pide hacer la Figura de Rey en papel (figura geométrica) y su repetición en realidad virtual.

Las sesiones experimentales se realizarán en el Departamento de Fisiología.

2.- Alternativas razonables a dicho procedimiento

La EEG y la fNIR no pueden ser sustituidas por otras pruebas que aporten la misma información, y es la forma más sencilla, cómoda y fiable de obtener información de cómo funciona el cerebro.

No producen ninguna consecuencia negativa previsible. En caso de no realizarse se perdería información diagnóstica o de seguimiento que podría ser importante para la identificación, el seguimiento y el tratamiento correcto.

4.- Consecuencias previsibles de la no realización

Supone una merma de información para que el profesional pueda realizar un adecuado diagnóstico del trastorno por déficit de atención e hiperactividad y su posterior tratamiento.

5.- Riesgos frecuentes

Es una prueba totalmente indolora y no entraña riesgo alguno por sí misma.

6.- Riesgos poco frecuentes

En pacientes con epilepsia conocida o con sospecha de la misma, podrá desencadenarse una crisis durante alguna de las activaciones descritas antes, lo que en cualquier caso ayudaría a su diagnóstico y tratamiento.

Puesto que declaro no padecer o haber padecido ninguna enfermedad grave, especialmente cardiológica, dermatológica, neurológica o psiquiátrica, ni sufro

disfunciones visuales o auditivas no corregidas que desaconsejen participar en este estudio; entiendo, y así me lo explican, que en mis condiciones de “buena salud física y mental” no hay riesgos significativos derivados de la participación en este estudio.

7.- Protección de datos personales y confidencialidad.

La información sobre los datos personales y de salud NO será incorporada NI tratada en bases de datos informatizadas. La información quedará restringida al equipo investigador de este proyecto y se usará exclusivamente para los propósitos de este estudio.

Asimismo, se me ha informado que tengo la posibilidad de ejercitar los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición al tratamiento de datos de carácter personal, en los términos previstos en la normativa aplicable.

Si decidiera revocar el consentimiento que ahora presto, mis datos no serán utilizados en ninguna investigación después de la fecha en que haya retirado mi consentimiento, si bien, los datos científicos obtenidos hasta ese momento seguirán formando parte de la investigación.

Yo entiendo que:

Mi elección es voluntaria, y que puedo revocar mi consentimiento en cualquier momento, sin tener que dar explicaciones.

Declaro que previamente a la firma de este documento:

1) He informado al equipo investigador de que mi hijo.....no padece o ha padecido ninguna enfermedad grave, especialmente cardiológica, dermatológica, neurológica o psiquiátrica, ni sufre disfunciones visuales o auditivas no corregidas que desaconsejen su participación en este estudio.

2) Se me ha entregado el documento “Información del Procedimiento” en el cual están explicados con detalle los procedimientos que forman parte del estudio, y que lo he leído con atención.

4) La “Información del Procedimiento” y el presente documento se me han facilitado con suficiente antelación para reflexionar con calma y tomar mi decisión libre y responsablemente.

5) He comprendido las explicaciones que se me han facilitado en un lenguaje claro y sencillo y el personal investigador que me ha atendido me ha permitido realizar todas las observaciones y me ha aclarado todas las dudas que le he planteado

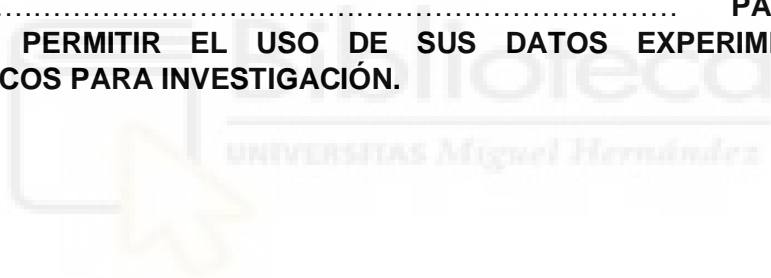
Por todo lo anteriormente expuesto:

ACEPTO participar en este estudio Y OTORGO mi consentimiento para que el Departamento de Fisiología de la Universidad Miguel Hernández utilice los datos de mi hijo..... para la investigación que están realizando, manteniendo siempre su anonimato y la confidencialidad de los datos.

Observaciones:

.....
.....
.....

Por todo ello, manifiesto que estoy satisfecho con la información recibida y en tales condiciones estoy de acuerdo en que MI HIJO..... **PARTICIPE y CONSIENTO PERMITIR EL USO DE SUS DATOS EXPERIMENTALES Y DEMOGRÁFICOS PARA INVESTIGACIÓN.**



En a de de 20...

Firma del participante

Firma del investigador

DNI:

Fdo.:

Fdo: : **Dr. Joaquin Ibañez Ballesteros**

(Investigador Principal)

(Nombre y dos apellidos)

REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO PARA XXX PARA INVESTIGACIÓN

D./D^a

como participante (o representante del participante

D.....), de

años de edad, con domicilio en

..... DNI. nº

Revoco el consentimiento prestado en fecha, que doy con esta fecha por finalizado, sin tener que dar explicaciones.

En de de 20.....

Firma del participante

Firma del investigador

DNI:

Fdo.:

(Nombre y dos apellidos)

Fdo.:

(Nombre y dos apellidos)



Anexo 4. Documento informativo de los diferentes procedimientos que forman parte del estudio

MONITORIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD NEUROCOGNITIVA EN NIÑOS CON Y SIN TRASTORNO POR DÉFICIT DE ATENCIÓN E HIPERACTIVIDAD/IMPUSIVIDAD

La neurociencia cognitiva estudia las funciones mentales superiores y su relación con el sistema nervioso. Esta disciplina ha tenido un gran desarrollo en las últimas décadas gracias a las técnicas de neuroimagen. La Espectroscopia Funcional de Infrarrojo Cercano (fNIR) y la Electroencefalografía (EEG) son dos técnicas, no invasivas y de bajo coste, que permiten registrar la actividad neurofisiológica, y que ofrecen la ventaja de poder implementarse simultáneamente.

El Trastorno por déficit de atención e hiperactividad/impulsividad es uno de los desórdenes más prevalente en población infanto-juvenil y cuya incidencia ha aumentado en los últimos años. Es un trastorno del neurodesarrollo que afecta directamente a distintas parcelas del sujeto; social, afectiva, académica, e incluso, en la propia seguridad.

JUSTIFICACIÓN

El Trastorno por déficit de atención e hiperactividad/impulsividad (TDAH) es un síndrome difuso y heterogéneo, de carácter politético, en tanto en cuanto su expresión depende de distintas variables latentes que se pueden combinar de diferente forma e intensidad, las cuales pueden, a su vez, componerse de forma variable. La dificultad para su diagnóstico y la falta de pruebas objetivas podría estar provocando la inclusión de niños que podrían no tener el mencionado trastorno.

En el caso que nos ocupa, un diagnóstico certero cobra una relevancia de especial calibre por cuanto se derivan importantes consecuencias, tanto a nivel individual como psicosocial. En primer término, porque estos niños son sometidos a terapia farmacológica, la cual incluye la administración de metanfetamina. Y en segundo término por sus problemas para el aprendizaje y adaptación social; en este sentido y a tenor de lo dispuesto en el artículo 71.2 de la Ley Orgánica 08/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (Boletín Oficial del Estado, 2013), los niños con TDAH serán destinatarios de una *atención educativa diferente a la ordinaria* al fin de que *puedan alcanzar el máximo desarrollo posible de sus capacidades personales y, en todo caso, los objetivos establecidos con carácter general para todo el alumnado.*

Dentro de la labor de investigación del Departamento de Fisiología de la Universidad Miguel Hernández, el profesor Ibáñez y col. han diseñado y desarrollado todo un sistema de elaboración propia, que incluye hardware y software, para el registro de la actividad neurofisiológica asociada a tareas cognitivas. Dicho sistema se compone de tres metodologías:

- (1) Espectroscopia Funcional de Infrarrojo Cercano (fNIR). La fNIR es un instrumento que permite penetrar en zonas profundas del organismo gracias al empleo de diferentes longitudes de onda de la luz, de tal suerte que es capaz de medir los niveles de hemoglobina oxigenada en sangre, los cuales responden a los requerimientos de actividad neuronal. Es una medida indirecta del metabolismo cerebral, con una resolución temporal de segundos y una resolución espacial de centímetros. Ofrece grandes ventajas por seguridad, no ser invasivo, portabilidad, economía.
- (2) Electroencefalografía (EEG). La EEG registra la actividad bioeléctrica cerebral mediante electrodos posicionados en el cuero cabelludo. Su resolución temporal es de milisegundos y su resolución espacial está en el orden de centímetros. El software de diseño propio permite registrar la señal desde distintas técnicas como qEEG (electroencefalografía cuantitativa) y ERPs (potenciales relacionados con eventos), ofreciendo una representación gráfica de los valores obtenidos en tiempo real.
- (3) Electrocardiografía (ECG). La electrocardiografía (ECG) registra la actividad eléctrica del corazón. La señal se obtiene de dos electrodos posicionados en la superficie del tórax, de los cuales también se extrae la señal de la frecuencia respiratoria (RESP). El software realiza, en tiempo real, un análisis de variabilidad cardíaca, lo que nos permite estudiar las respuestas autónomas del sistema nervioso autónomo.

Todas las técnicas de valoración del estado fisiológico y cerebral están integradas en el hardware y software de diseño propio. Éste se caracteriza además por ser un sistema de registro simultáneo, en tiempo real, portátil (Wireless) y de bajo coste económico. Se trata de un nuevo sistema para el estudio de los procesos neuronales que tiene en cuenta las variaciones debidas tanto por procesos fisiológicos como por cambios en la actividad cerebral, lo que supone un gran avance en la investigación dedicada al estudio del cerebro humano.

En el presente estudio, los instrumentos desarrollados tienen como función comprobar la existencia de diferencias neurofisiológicas entre niños TDAH y niños normales, de tal forma que se pueda establecer un diagnóstico más fiable a través de pruebas objetivas como el EEG y el fNIR.

El principal objetivo del proyecto es el estudio de los cambios en la respuesta metabólica cerebral (fNIR), en la respuesta eléctrica cerebral (EEG) y la respuesta derivada del sistema nervioso autónomo (ECG y frecuencia respiratoria), comparando dos condiciones experimentales: (1) aplicación del protocolo de estimulación neurocognitiva y registro de las respuestas conductuales y neurofisiológicas en niños con TDAH; (2) aplicación del protocolo de estimulación neurocognitiva y registro de las respuestas neurofisiológicas en niños control (sin TDAH ni otros trastornos del desarrollo o enfermedad médica).

SESIONES DE REGISTRO

Los sujetos experimentales serán reclutados a través del Departamento de Fisiología y serán niños con diagnosticados con TDAH y niños sin ningún tipo de trastorno del desarrollo o enfermedad médica.

El procedimiento es sencillo en su realización y se completa en aproximadamente 2 horas, teniendo en cuenta los tiempos de preparación del sujeto. Las pruebas se realizarán en las instalaciones del laboratorio del Departamento de Fisiología, sito en la avenida Santiago Ramón y Cajal, s/n, San Juan de Alicante (Alicante).

El estudio se ha dividido en dos fases, que se desarrollarán de la siguiente forma:

1) FASE : Registro de los sujetos

Aplicación del protocolo de registro neurofisiológico a los niños de las dos condiciones experimentales (TDAH y control).

2) FASE: Comparación de resultados y conclusiones

Análisis de los resultados de ambas condiciones (TDAH y control), y discusión de los mismos.

PROCEDIMIENTO

Es requisito para la realización del registro de cada niño la lectura, comprensión y firma del consentimiento informado por parte del padre o madre acompañante del menor. Cualquier duda o pregunta será resuelta por el equipo investigador. Asimismo, los padres cumplimentarán la Escala Magallanes de TDAH para Padres.

El protocolo de registro se desarrolla de la siguiente forma:

Siempre tras recibir formación adecuada y bajo supervisión del Dr. Joaquín Ibáñez Ballesteros (TU y doctor en Medicina) como investigador principal.

1. Preparación del participante, colocación de fNIR, EEG y ECG.

- **fNIR:** colocación de una banda de goma flexible en la frente, sujeta con una correa semi-elástica a la cabeza, en la que está integrado el sistema de sensores. La banda elástica presiona firmemente sobre la frente para garantizar un buen contacto óptico entre la piel y los sensores, por este motivo algunas personas pueden sentir ligeras molestias. A veces quedan pequeñas marcas en la piel de la frente, pero desaparecen en unos minutos tras retirar la banda. Con este instrumento se medirá la actividad hemodinámica y metabólica cerebral.



- **EEG:** instalación del gorro de electroencefalografía. donde van integrados, al menos, 9 electrodos estándar, otros dos electrodos se colocarán con pinzas en los lóbulos de las orejas. Estos electrodos deben hacer buen contacto con el cuero cabelludo y, por tanto, es necesario utilizar geles especiales de contacto entre piel y electrodo. Este es el procedimiento estándar para registros EEG, aunque cabe advertir que puede provocar ligeras molestias



(ligero escozor, por ejemplo) en algunas personas. Con esto se medirá la respuesta eléctrica del cerebro.

- **ECG/RESPIRACION:** colocación de dos electrodos en el pecho destinados a la monitorización de la actividad cardíaca y de la respiración.

2. Estimulación y registro del sujeto

El participante estará cómodamente sentado frente a un monitor de TV, donde aparecen las tareas a las cuales deberán responder mediante un pulsador. El sujeto será instruido en las condiciones que debe pulsar o no pulsar el mando de respuesta. Se realizarán unos ensayos para comprobar la comprensión de la tarea por parte del sujeto.

ADVERTENCIA: NINGUNO de los instrumentos en contacto con el cuerpo de la persona (fNIR, EEG y ECG/RESP) estará conectado directa o indirectamente a la red eléctrica. Estos instrumentos se alimentan exclusivamente mediante batería de 3 a 5 voltios, de manera que NO HAY RIESGO de "shock eléctrico".



PARADIGMA DE ESTIMULACION DEL ESTUDIO:

QEEG

Se registra al sujeto sin estimulación en estado de relajación.

PARADIGMA P300

La fuente de estimulación se realiza a través de un monitor de televisión. Al sujeto se le presenta una matriz con las letras del abecedario y números del 1 al 9 en color blanco sobre un fondo negro. Previamente a la aparición de la matriz se aparece una pantalla con única letra o número en la parte superior de la pantalla (*Figura 1*), que es el signo objetivo a localizar en la matriz. Unas caras van cubriendo de forma intermitente y aleatoria los distintos signos de la matriz (*Figura 2*). La tarea consiste en pulsar lo más rápido posible un botón del mando cada vez que una cara solape el carácter objetivo.

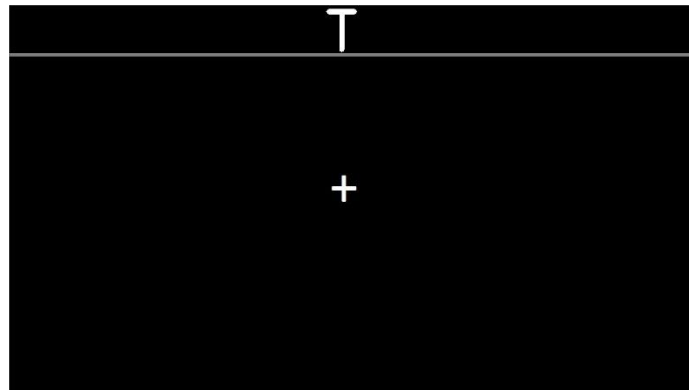


Figura 1. En la parte superior de la imagen se muestra la letra o número diana.

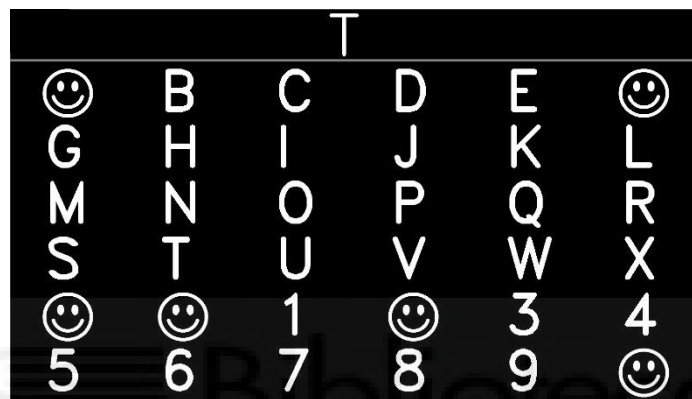


Figura 2. Matriz con las letras del abecedario y números del 1 al 9. Hay un total de 6 caras en movimiento cubriendo de manera aleatoria las letras o números.

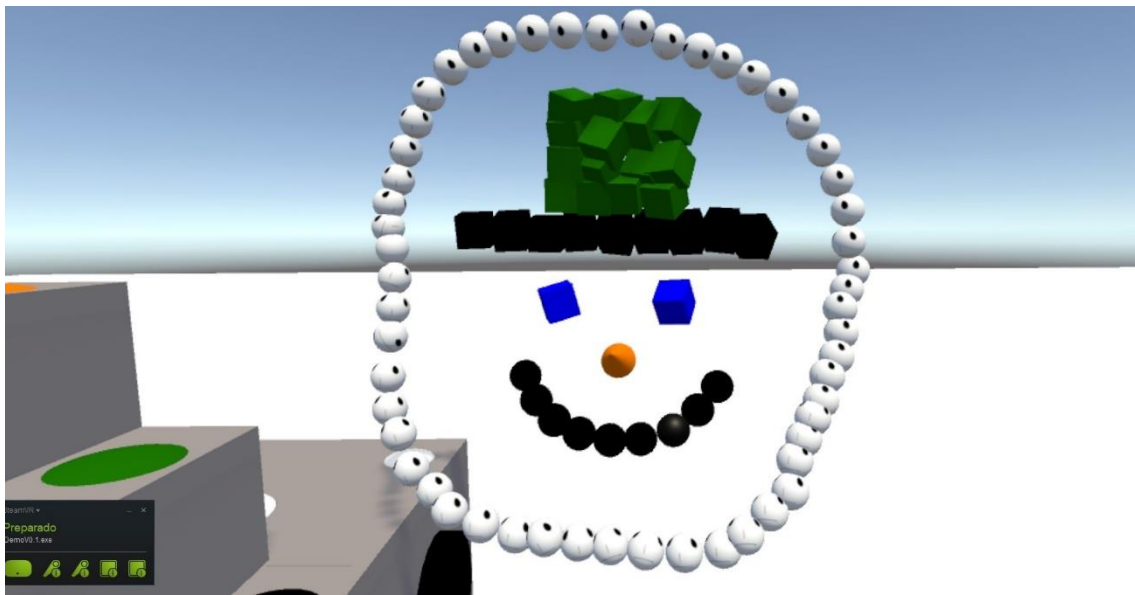
PARADIGMA N400

La estimulación consiste en la identificación verbal y categorización semántica de palabras. Las palabras tienen las letras como si se vieran reflejadas en un espejo, con el fin de introducir un nivel de incongruencia cognitiva que exija la intervención de mecanismos de inhibición y control en el procesamiento de la información verbal.

REALIDAD VIRTUAL

Consiste en realizar una figura con formas geométricas (Figura de Rey) en realidad virtual. Previamente se realiza en papel y lápiz.

Anexo 5. Ejemplo construcción libre



Anexo 6. Ejemplo construcción libre

