

**Revisión Documental de las Herramientas Tecnológicas Utilizadas en la Intervención de las  
Funciones Ejecutivas desde el año 2010 a 2020**

**Francisco Javier Antia Bermúdez**

**Universidad Antonio Nariño**

**Facultad de Psicología**

**Bogotá D.C.**

**2021**

**Revisión Documental de las Herramientas Tecnológicas Utilizadas en la Intervención de las  
Funciones Ejecutivas desde el año 2010 a 2020**

**Francisco Javier Antia Bermúdez**

**Asesor**

**Esmeralda Martínez Carrillo**

**Magister en educación**

**Universidad Antonio Nariño**

**Facultad de Psicología**

**Bogotá D.C.**

**2021**

## Resumen

Las innovaciones y los avances en tecnología se han posicionado como instrumentos esenciales en la práctica neuropsicológica. El presente proyecto, tuvo como finalidad realizar una revisión bibliográfica de las herramientas utilizadas en la intervención de las funciones ejecutivas desde el año 2010 al año 2020. Para lograr este propósito, se utilizó una metodología de diseño no experimental con la que se realizó una exploración sistemática de un tema específico, seguida de una clasificación y por último una revisión. Se emplearon las bases de datos: Repositorio Institucional Universidad Antonio Nariño, ScienceDirect, Scopus, Scielo, Redalyc, y Google Académico. Se recopila una muestra inicial de 34 artículos y se seleccionan 15 para su posterior análisis. Los resultados muestran una fuerte utilidad de herramientas de realidad virtual no invasiva, video juegos y aplicaciones para dispositivos móviles en la rehabilitación y prevención del funcionamiento cognitivo en la población que se encuentra en las etapas de la adultez y la vejez.

**Palabras claves:** Tecnología, Intervención, Funciones Ejecutivas, Realidad virtual, Aplicaciones Móviles, Video Juegos.

### **Abstract**

Innovations and advances in technology have positioned themselves as essential instruments in neuropsychological practice. The purpose of this project was to conduct a literature review of the tools used in the intervention of executive functions from 2010 to 2020. To achieve this purpose, a non-experimental design methodology was used with which a systematic exploration of a specific topic was carried out, followed by a classification and finally a review. The following databases were used: Repositorio Institucional Universidad Antonio Nariño, ScienceDirect, Scopus, Scielo, Redalyc, and Google Scholar. An initial sample of 34 articles was collected and 15 were selected for further analysis. The results show a strong utility of non-invasive virtual reality tools, video games and applications for mobile devices for the rehabilitation and prevention of cognitive functioning in the population in the stages of adulthood and old age.

**Keywords:** Technology, Intervention, Executive Functions, Virtual Reality, Mobile Applications, Video Games.

## Introducción

El principal objeto del trabajo que nos ocupa en este momento es Identificar las herramientas tecnológicas utilizadas en la intervención de las funciones ejecutivas desde el año 2010 a 2020, para tal fin se hace necesario la consulta y uso de material documental relacionado con dicha temática, con la intención de dar sustento y fundamento al propósito del proyecto investigativo.

La neuropsicología como área especializada de la psicología propende por la observación detallada del sistema nervioso central (SNC) y por proponer opciones para las posibles disfunciones en las que pueda incurrir este (Fernández et al., 2003) así, alteraciones como el síndrome prefrontal (Ardila y Roselli, 2007), el traumatismo craneoencefálico (Hernández, 2019) o el paso de los años merman o impiden que los sujetos en alguna de estas condiciones lleven de manera óptima las actividades de la vida diaria.

Es evidente que existen procedimientos que centran su atención en evaluar, aumentar o fortalecer las capacidades cognitivas que se pierden cuando el SNC se ve afectado, por ejemplo, encontramos el tratamiento de acondicionamiento del contexto y uso de ayudas externas; este identifica los espacios con diferentes etiquetas para lograr que el sujeto se desenvuelva en un determinado espacio (Diaz y Sosa, 2010) o Sin embargo, estos tratamientos están centrados en el uso del papel y el lápiz como metodología interventiva que hasta cierto punto demuestran su eficacia.

Es por esto que la búsqueda de soluciones cada vez más ecológicas no se detiene y en efecto, las nuevas intervenciones vienen acompañadas del uso de las innovaciones tecnológicas propias de la cuarta revolución industrial. Entender, y más aún conocer cuáles son estas

herramientas y los beneficios y complicaciones inherentes a las mismas proporcionan el caldo de cultivo para realizar investigaciones que permiten su total comprensión.

La importancia de estudiar este tema en particular radica en la necesidad de establecer un punto de corte en el que se pueda observar los avances, las complicaciones y los temas que aún permanecen en el tintero esperando ser abordados desde esta especialidad de reciente aparición en el campo de la psicología (Fonseca-Aguilar et al., 2015).

El presente proyecto de grado es una investigación documental, que tiene como objetivo realizar una revisión bibliográfica sobre las herramientas tecnológicas utilizadas en la intervención de las Funciones Ejecutivas. Para la ejecución de este, se utilizó una metodología mixta con un diseño de análisis documental que permite la descripción y posterior consulta de los estudios recopilados (Dulzaides y Molina, 2004). Se toma como fuentes de búsqueda la base de datos institucional y los siguientes buscadores ScienceDirect, Scopus, Scielo, Redalyc, y Google Académico para la extracción y clasificación de los artículos. Los resultados de este estudio permiten una visión actualizada de las herramientas tecnológicas, las características poblacionales y los diagnósticos relevantes en la observación de la neuropsicología, permitiendo a futuro nuevas estrategias metodológicas de investigación.

### **Planteamiento del problema**

Para esta sociedad que se caracteriza por el cambio constante, por la continua invención de dispositivos, objetos, procesos, o servicios que conciernen a un sin número de actividades sociales, resulta imprescindible estar a la vanguardia. Actualmente, se desarrolla la cuarta revolución industrial, la cual se caracteriza por una correlación tecnológica que desdibuja los límites de las esferas físicas, digitales y biológicas (Echeverría y Martínez, 2018). Así, los adelantos tecnológicos poco a poco van integrándose con las prácticas sociales cotidianas generando nuevas dinámicas de interacción que han venido estrechando los límites de las relaciones entre los seres humanos y las maquinas.

Sumado a lo anterior, resulta difícil imaginar que el campo de la salud se encuentre ajeno a los avances y ventajas que ofrece esta nueva realidad. En este sentido, Gutiérrez y Febles (2019) afirman que “El desarrollo y crecientes mejoras en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) y la disrupción de sus innovaciones, así como la convergencia tecnológica, están transformando la forma de trabajar en salud” (párr. 15). Es decir, el abordaje de las diferentes condiciones que afecta la salud de un individuo o comunidad se realiza desde una óptica distinta a la que se ha venido manejando hace varias décadas.

La psicología como área de la salud que entre otras cosas vela por el mejoramiento y la calidad de las condiciones cognitivas, afectivas y comportamentales de los seres humanos, sin duda ha venido incorporando estas nuevas posibilidades tecnológicas como apoyo a los métodos terapéuticos tradicionales. Como ejemplo, podemos encontrar los test o pruebas psicológicas entendidas como instrumentos experimentales que miden o evalúan algunas características de un sujeto haciendo énfasis en el rigor científico y la validez estadística (Lotito, 2015), muchas de

estas pruebas actualmente han migrado hacia la esfera digital como una manifestación de adaptabilidad.

De igual manera, esta ocupación ha venido transformado y adaptando su quehacer a las diferentes esferas de las interacciones humanas, es decir la encontramos en el ámbito educativo, en el ámbito laboral, en el social y hasta en la política. Pero sin lugar a dudas, reconocemos una especialidad o rama de la psicología muy reciente, esta se distingue como Neuropsicología que para Tirapu (2011) es “el puente de unión entre diferentes aspectos del saber cómo la neurología, la psiquiatría y la psicología” (p. 11), a saber, la convergencia de disciplinas afines con un objetivo en común: evaluar, diagnosticar y crear estrategias interventivas destinadas a mejorar en la medida de lo posible las condiciones y calidad de vida de las personas afectadas. Es así como la neurorrehabilitación destaca como uno de los pilares de la neuropsicología, haciendo hincapié en la intervención directa sobre las funciones cognitivas afectadas (Castillo, 2002), esta rehabilitación cognitiva se apoya en diferentes técnicas y procedimientos que tienen como objetivo propiciar el mejoramiento de las capacidades para procesar y usar información en las personas con déficits cognitivos, procurando la integración a sus actividades cotidianas (Ponsford, et al., 1995; Sohlberg y Mateer, 2001; Mateer, 2006).

El conjunto de procesos cognitivos que subyacen gran parte de los comportamientos que nos caracterizan como humanos son las Funciones Ejecutivas (**FE**), y este es un constructo teórico del cual la neuropsicología se ocupa. En este sentido, son funciones que regulan y controlan otras funciones cognitivas y emocionales (García-Molina, et al. 2010), es decir, estamos ante una red compleja que orienta las diferentes facetas de la conducta humana. Las mismas, comienzan su desarrollo poco después del nacimiento y se prolonga hasta la adultez (Rosselli et al, 2008).



Por otro lado, existe un riesgo latente capaz de producir complicaciones en las FE que menguan la experiencia diaria de la persona, por ejemplo, los síndromes prefrontales. Sumado a esto, hay diferentes características que agravan en mayor o menor medida su diagnóstico, a saber, Pérez y Vásquez, (2012) indican que "... la naturaleza, extensión, localización y duración de la alteración cerebral. También varían de acuerdo a la edad, sexo, nivel académico, y otros aspectos relacionados con la biografía del paciente" (p. 531).

Una de las perturbaciones más comunes que afecta el funcionamiento cognitivo normal es el traumatismo craneoencefálico (TCE), entendido como toda aquella fuerza externa ejercida sobre la cabeza capaz de producir daño al encéfalo (Hernández, 2019). Conjuntamente, Ríos-Romenets et al, (2007) afirman que "Los déficits cognitivos son las secuelas más discapacitantes tras un TCE" (p. 563). Muchos de los traumatismos se pueden producir en la parte prefrontal del cerebro generando como consecuencia un síndrome disejecutivo que, expresado en palabras de Mujica, (2011) son "un conjunto de alteraciones cognitivas conductuales que afectan las funciones ejecutivas" (p. 46).

Atendiendo la anterior afirmación, resulta ineludible conocer el papel protagonista que la economía de un país y sus programas enfocados al manejo del TCE juegan a la hora de emitir algún tipo de diagnóstico o método de rehabilitación de pacientes con dicho tipo de lesiones ya que es más probable que la población joven resulte afectada en accidentes de tránsito en los que sobresalen como principales afectados los motociclistas y los peatones (Herrera, et al, 2018). En Colombia se registraron para el año 2019 56% y 19,6% de lesionados en siniestros viales correspondientes a motociclistas y peatones respectivamente (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2019).

En segundo lugar, la enfermedad cerebrovascular también dificulta la actividad cognitiva y está relacionada con la pérdida de independencia, de igual forma se estima que de la población adulta en el mundo el 1% padece este síndrome con un fenómeno adicional, que este porcentaje aumenta entre el 8 y el 10% si los sujetos tienen una edad de 65 años en adelante (Reino et al., 2018). Según Perdonó et al., (2020) una de las funciones cognitivas más afectadas tras este síndrome es la memoria, componente primordial para la ejecución de las actividades de la vida diaria.

En tercer lugar, las neoplasias igualmente se ubican dentro de los defectos que restringen la acción mental. En la región latinoamericana, están representadas por los gliomas, los tumores embrionarios u otros con el 89, 10 y 1% de prevalencia respectivamente (Gómez-vega et al, 2018).

Y, por último, encontramos la demencia frontotemporal, su prevalencia se encuentra entre el 5 y 10%, con un agravante, que puede ser mayor si los afectados son menores de 65 años (Gutiérrez et al, 2020).

Para la intervención o rehabilitación de las FE en neuropsicología, actualmente se están integrando métodos o herramientas basados en las TICs, ya que los beneficios han sido prometedores y evidentes: en costos, movilidad, atención y cobertura (Soto-Pérez et al, 2010). Así, se presentan una gama de instrumentos que se caracterizan por que su esencia es la tecnología como fuente de intervención. Para ejemplificar lo anteriormente expuesto, se encuentra la realidad virtual que tiene la virtud de simular entornos reales a los vividos diariamente, aumentando su validez ecológica (De Noreña, et al, 2010). Entre los países de habla hispana, España ha liderado durante los últimos años la investigación en Neuropsicología, y ha tenido un importante protagonismo en la creación y uso de estos instrumentos en su contexto

social para el mejoramiento de la salud pública de sus ciudadanos, justamente se evidencia una sustancial colaboración entre entidades educativas, médicas y privadas para la creación y difusión de las mismas con un amplio espectro en el tratamiento de las diferentes disfunciones neurológicas o cognitivas (Barrios et al, 2017).

Latinoamérica también ha venido trabajando y estudiando estas estrategias y herramientas tecnológicas en su contexto social. Así, podemos mencionar un estudio realizado en Chile en el que participaron niños de siete a doce años de edad con discapacidad intelectual, el objetivo era poner a prueba un programa de entrenamiento cognitivo computarizado para estimular la planeación y la flexibilidad, elementos pertenecientes a las FE con una intensidad de 15 sesiones 3 veces por semana. Los resultados arrojados validaron su efectividad (De La Torre-Salazar et al, 2017). Otro estudio realizado en Ecuador, también evidenció los resultados positivos de una app que pretendía dinamizar la flexibilidad cognitiva en adultos mayores jubilados y escolarizados, la aplicación móvil provocó cambios significativos (Gallegos, 2008).

Sumado a lo anterior resulta importante determinar los últimos avances en los procesos de neurorrehabilitación de las funciones ejecutivas haciendo uso de las TIC para la práctica neuropsicológica nacional. De acuerdo a lo expuesto en los apartados anteriores este estudio se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué herramientas tecnológicas se han utilizado para la intervención de las funciones ejecutivas desde el año 2010 a 2020?

**Objetivo general**

Identificar las herramientas tecnológicas utilizadas en la intervención de las funciones ejecutivas desde el año 2010 a 2020.

**Objetivos específicos**

Establecer las características de las herramientas tecnológicas para la intervención de las funciones ejecutivas desde el año 2010 a 2020.

Describir los principales grupos poblacionales en los que se están utilizando las herramientas tecnológicas para la intervención de las funciones ejecutivas

Identificar cuáles son las funciones ejecutivas más abordadas en la intervención con herramientas tecnológicas.

**Justificación**

Indiscutiblemente nos hallamos inmersos en una época de manifestaciones tecnológicas y científicas importantes, una proliferación de técnicas e instrumentos modernos que permiten interacciones dinámicas bastante pragmáticas con fines económicos, ambientales o sociales.

Como muestra de los avances que se ha tenido como sociedad se encuentra que “La Neuropsicología es una disciplina científica de aparición reciente” (Galeano, 2009, p. 48). Estas palabras sintetizan el poco recorrido de esta ciencia. Sin embargo, sus aportes resultan imprescindibles en el multidisciplinario campo de acción al que se ha adherido esta disciplina.

Como novedad científica, nos viene mostrando cambios importantes que nos imponen nuevas formas de mirar el abordaje de los distintos ámbitos en los que nos desarrollamos los seres humanos, en este sentido, una óptica relevante es la comprensión de la relación conducta – cerebro que resalta la intervención de la neuropsicología en el ejercicio clínico (Calderón-Delgado y

Barrera-Valencia, 2014), esta afirmación, refuerza la evidente necesidad de la investigación en este importante campo con miras a proveer herramientas para el avance de las neurociencias y de sus posibles aplicaciones

Y precisamente, uno de los avances tecnológicos que se pretende abordar en este importante campo del conocimiento y de la salud son las herramientas tecnológicas utilizadas para la intervención de las funciones ejecutivas, todo encaminado a tener un panorama actual de las mismas que nos permitan la formulación de proyectos y el establecimiento de derroteros congruentes con la realidad nacional y regional.

En consecuencia, es menester aclarar que la pertinencia de esta revisión comprende varios aspectos, uno de ellos es la satisfacción de la necesidad académica entendida como un aporte que oriente el establecimiento de un acervo teórico fiable encauzado en la difusión y enseñanza del conocimiento más vigente, así como a la preparación de programas especializados que aborden este saber y exploten su potencial. Una segunda contribución la podemos observar en la relevancia social de este trabajo, que igualmente reflejara su beneficio en la consolidación y síntesis de las técnicas de manera clara y susceptible de ser transmitida por profesionales con fines interventivos hacia la población en general. Un tercer aspecto es la utilidad personal, que representa la oportunidad de afianzar conceptos, tener una visión reciente del desarrollo en técnicas de neurorehabilitación y una herramienta actualizada para impactar en el quehacer profesional. Finalmente, un cuarto beneficio corresponde al Institucional que, en consonancia con la Universidad, responde a la misión de liderar la investigación con la finalidad de responder a los desafíos locales, regionales, nacionales e internacionales.

El presente proyecto investigativo posee unas características particulares a saber, tiene la finalidad de identificar instrumentos del ámbito neuropsicológico para la aplicación clínica

haciendo énfasis en la investigación rigurosa atendiendo a las necesidades sociales e integrando no solo el conocimiento psicológico si no también el neurofisiológico. Con relación a lo anterior, el mismo se enmarca en el grupo de investigación Esperanza y vida en la línea investigativa de Neurociencias, que busca realizar investigación que dé explicaciones de los procesos psicosociales no solo desde un enfoque biológico o social por sí solos, sino desde un análisis multinivel, social, psicológico y neurobiológico. Así, este corresponde a la opción de trabajo de grado orientado hacia una línea investigativa.

### **Marco teórico**

“Todo comportamiento es, sin duda, un proceso físico. Pero no todo proceso físico es comportamiento” (Galarsi et al, 2011, p. 99).

### **Funciones Ejecutivas**

Toda conducta humana esta mediada por procesos de los que no se tiene conciencia en su totalidad, por lo tanto, estos han sido objeto de estudio con el fin de entender como el individuo reacciona y manifiesta comportamientos frente al medio en el que interactúa. El proceso evolutivo ha permitido que el hombre desarrolle procesos cognitivos “todos ellos indispensables (básicos) para la vida de un sujeto y su conexión con su entorno” (Hernández, 2012, p. 8), a saber, la percepción, atención, memoria, emoción y la motivación. Estos procesos anteriormente mencionados, sirven como precursores en el desarrollo habilidades cognitivas mucho más complejas como el lenguaje, el razonamiento, el pensamiento, la orientación, lectura y escritura y

uno de los procesos cognitivos más importantes, las funciones ejecutivas, todos imprescindibles para la experiencia diaria.

Al parecer, Muriel Lezak fue la primera persona en acuñar el término funciones ejecutivas basándose en el planteamiento de Luria sobre bloques o unidades funcionales cerebrales, en el que menciona una unidad funcional encargada de la planeación y control que toma como referencia para su definición de las mismas (Echavarría, 2017; Arteaga y Quebradas, 2010). Desde entonces varios autores han intentado definir este concepto sin llegar hasta el momento a un consenso sobre el mismo. A continuación, algunas definiciones:

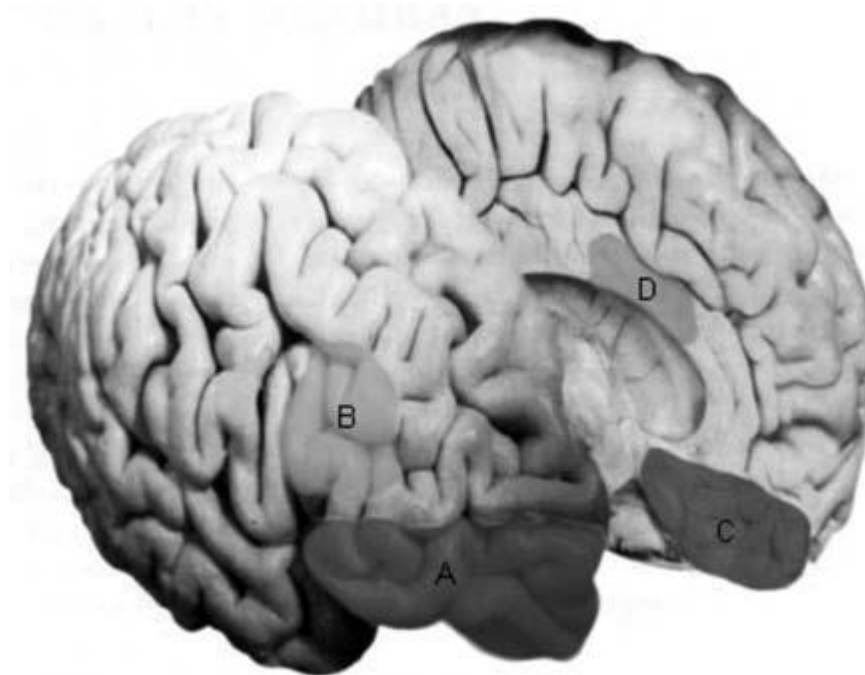
Lezak (1982), precisa que las funciones ejecutivas comprenden las capacidades mentales necesarias para formular metas, planificar como lograrlas y llevar los planes de manera eficaz. Para Sánchez-Carpintero y Narbona (2004), son acciones que se realizan ante situaciones o estímulos novedosos para los cuales los aprendizajes existentes no satisfacen su resolución. Ardila y Rosselli (2007), indican que es la capacidad de una persona de mantener el control de su comportamiento, anticipando, evitando o adaptando el mismo para alcanzar objetivos e incluye así mismo, los actos morales y éticos al igual que la disposición de la autoconciencia. Tirapu (2009), afirma que es la coordinación de ideas, movimientos y acciones de baja complejidad para la solución de situaciones complejas. Las FEE son una colección de procesos de control de arriba hacia abajo del cerebro (top-down) que se utilizan cuando la persona necesita concentrarse, poner atención y monitorear conscientemente sus acciones (Burgess y Simons 2005; Diamond, 2013; Espy 2004; Miller y Cohen 2001). Como se observa el significado de las FEE se interpreta de distintas maneras. Sin embargo, se puede deducir respecto de las anteriores definiciones que es la capacidad cognitiva para fijar objetivos y ejecutar las acciones necesarias discriminando variables que impiden cumplir los mismos.

## Bases neurobiológicas

Se ha identificado el córtex prefrontal (ver figura 1) como una de las áreas de vital importancia en la actividad de las FEE. Sin embargo, no depende en su totalidad de esta estructura cerebral pues se ha determinado que existe una rica extensión de conexiones con otras áreas de integración con el fin de mantener una regulación y control del comportamiento de manera efectiva (Tirapu et al, 2011; Tirapu, 2009). Para Ardila y Roselli, (2007) “las áreas prefrontales de los lóbulos frontales pueden entenderse como áreas de asociación o áreas intrínsecas corticales” (p. 190).

### Figura 1

#### *Córtex prefrontal*



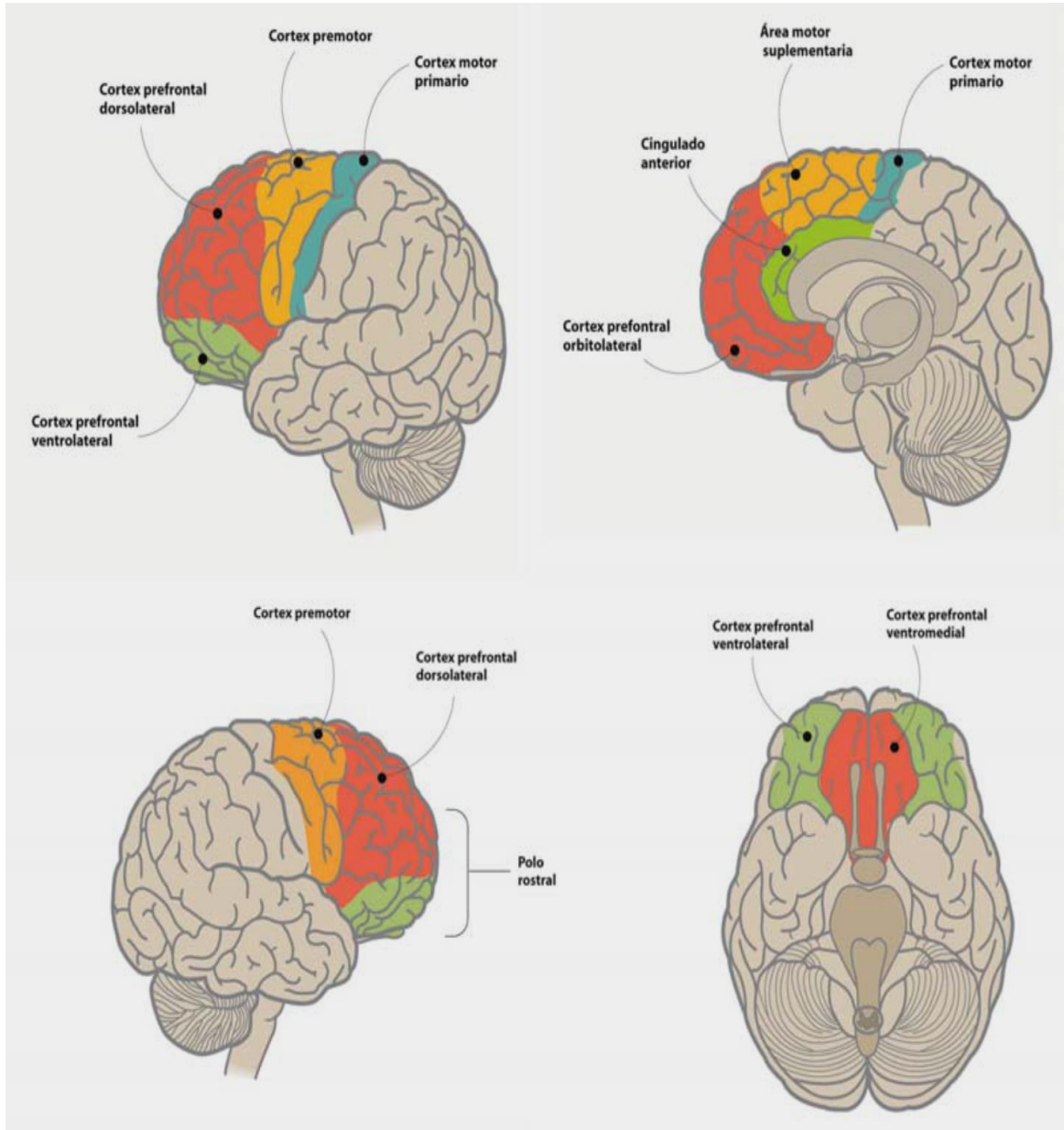
Áreas Córtex Prefrontal: A. Orbitofrontal, B. Dorsolateral, C. Ventromedial, D. Cingulado Anterior. (Tirapu, 2009, p. 239)



Se ha establecido que existen diversas conexiones intracorticales. Por lo tanto, se identifican las que se establecen con la corteza visual, auditiva y la somatosensorial, así como la que se establece entre la corteza prefrontal y la premotora que sirve como mediadora para conectar con la corteza motora primaria (Ardila y Roselli, 2007). Además de las anteriores conexiones, también se ha identificado las subcorticales y dentro de estas se descubren tres circuitos indispensables para el control ejecutivo, a saber, el prefrontal dorsolateral, el orbitofrontal y el cíngulo anterior (Tirapu, 2009; Bechara, Damasio y Damasio, 2000; Cummings, 1993), (ver figura 2) cada una de estas interviniendo en el procesamiento de estímulos de manera distinta, por ejemplo la primera representa actividades meramente cognitivas como la memoria de trabajo o la planificación, la segunda en el análisis de las señales emocionales sustento de las decisiones basadas en el juicio social y ético y la tercera como el que supervisa y modifica los actos fallidos (Tirapu, 2009).

**Figura 2**

*Áreas Intracorticales y Subcorticales.*



La imagen identifica las áreas intracorticales y subcorticales implicadas en el funcionamiento ejecutivo. (Tirapu et al, 2008, p 685)

## Componentes

Se puede distinguir tres categorías dentro de las FEE: Control atencional, la flexibilidad cognoscitiva y el establecimiento de metas (Ardila y Rosselli, 2007). A continuación, se describe cada uno de los componentes que conforman dichas categorías.

Desde hace años se ha considerado la atención como una función psicológica superior (Rebollo y Montiel, 2006). El control atencional está integrado por: la atención selectiva, que según indica Ballesteros (2014) “permite al perceptor procesar estímulos relevantes mientras suprime el procesamiento de estímulos irrelevantes para la tarea que pueden aparecer simultáneamente en el campo visual junto a los relevantes” (p. 9). El otro componente que integra esta categoría es la atención sostenida, entendida como un proceso que tiene la finalidad de atender estímulos e ignorar otros que resultan irrelevantes por periodos de tiempo prolongados (Flores-Barrios et al, 2018; Shalev, Ben-Simon, Mevorach, Cohen y Tsal, 2011). Ciertamente, estos dos componentes destacan a la hora de focalizar y atender los estímulos con el fin de priorizar los elementos que conciernen a una tarea específica.

En cuanto a la flexibilidad, varios factores integran este constructo. En primer lugar, encontramos la memoria de trabajo, esta se concibe como un sistema cerebral que tiene la capacidad de manipular información que se almacena de forma transitoria con el fin de realizar tareas complejas (Gathercole, et al., 2006; Baddeley, 1986; Just y Carpenter, 1992; López, 2011). Tiene como función controlar y organizar la operatividad en tareas como el razonamiento, la comprensión y el aprendizaje (Drake, 2006). En segundo lugar, está la flexibilidad cognitiva que es la encargada de efectuar las modificaciones de la conducta en situaciones que abarcan contenido versátil o condicionado por la exigencia de cambios rápidos (Introzzi et al, 2015). En el tercer lugar se ubica el control inhibitorio, implica poder controlar la atención, el

comportamiento, los pensamientos o las emociones de uno para anular una fuerte predisposición interna o una exigencia externa y, en su lugar, hacer lo que sea más apropiado o necesario (Diamond, 2012), Y como ultimo componente de esta categoría se encuentra la autorregulación, definida como la capacidad de elegir objetivos caracterizados por que su cumplimiento tiene un plazo más prolongado, evitando estímulos o deseos presentes acatando las normas sociales establecidas (Baumeister y Heatherton, 2014; Canet-Juric, 2016). Esta categoría resulta sumamente importante al momento de inhibir o estimular comportamientos a voluntad.

En relación con el establecimiento de metas, la planeación es un componente de esta categoría y hace referencia a la habilidad para identificar una secuencia de pasos a seguir con el objetivo de llegar a una meta o tarea específica (Rosselli et al, 2008) el componente que sigue al anterior es la iniciación, para Tirapu, (2009) es la “puesta en práctica de acción o traducción de la intención en acción” (p. 246) y por último, al enfrentar un problema el sujeto reconoce que quiere alcanzar una meta pero los pasos a seguir son desconocidos y generalmente suelen llevar un orden para la satisfacción de la misma, además de algunos requisitos necesarios para su éxito, a saber, representación mental de la situación problemática (inicial-meta) y las operaciones enfocadas al cambio de problema en meta (Agudelo et al, 2016). Esta última categoría es conocida como solución de problemas. Aunque aquí se describen independientemente, al momento de poner en marcha su funcionamiento este se realiza como un todo sincronizado que permite realizar tareas de mayor complejidad.

### **Alteraciones**

Los déficits ejecutivos disminuyen la capacidad del sujeto en relación con el ambiente, y su importancia radica en el impedimento para afrontar circunstancias nuevas o la dificultad para retomar actividades laborales (Tirapu, 2009; Muñoz Céspedes y Tirapu, 2001). No siempre serán

evidentes los cambios en el comportamiento general cuando existe alguna alteración en las áreas cerebrales prefrontales. Sin embargo, análisis detallados darán cuenta de anomalías que comprometen la actividad psicológica y comportamental de estos pacientes (ver figura 3) (Ardilla y Roselli, 2007). En seguida, se detallan los síndromes más comunes que afectan las áreas prefrontales.

Se puede entender la corteza prefrontal como una totalidad que interconecta tres grandes subsistemas funcionales: dorsolateral, orbital y mesial. Así, su lesión o disfunción manifiesta síndromes distintos (Vayas y Carrera, 2012). Para iniciar, en el síndrome dorsolateral se evidencia la incapacidad para alternar conductas, administrar estrategias apropiadas y para organizar la información, todo en dirección a impedir una respuesta eficaz a estímulos novedosos o complejos (Ardila y Rosselli, 2007). Además, se observa alteración de otras funciones como la iniciación o terminación de una actividad, la flexibilidad cognitiva manifiesta en conductas perseverativas (verbales/motoras) y la memoria de trabajo (Vallas y Carrera, 2012). En consecuencia y según Ardilla y Roselli, 2007 “el síndrome prefrontal no es homogéneo, sino que pueden existir diversas variantes, de acuerdo con las características (localización, extensión, etiología) específicas del daño” (p.197).

**Figura 3**

Alteración de las áreas prefrontales

<b>MOTRICIDAD</b>	Reflejos patológicos Negligencia e impersistencia motora Tono anormal (paratonía) Anormalidades en la marcha Cambios en el control de los esfínteres Hiperactividad Ecopraxia (ecomimia) Conducta de utilización Desorganización comportamental Perseveración
<b>ATENCIÓN</b>	Cambios en la activación Cambios en las respuestas de orientación Disminución de las formas dirigidas de atención
<b>LENGUAJE</b>	Afasia extrasilviana motora (dinámica) Mutismo Errores de denominación Carencia de control verbal sobre el comportamiento Concretismo verbal Disdecoro verbal
<b>PERCEPCIÓN</b>	Limitaciones en los movimientos oculares Inadecuada interpretación perceptual
<b>COMPORTAMIENTO SOCIAL Y EMOCIONAL</b>	Violación de las normas sociales Labilidad emocional Inadecuación sexual Excesiva familiaridad Inadecuada interpretación emocional
<b>MEMORIA</b>	Improductividad en pruebas de retención Amnesia inespecífica Desorganización secuencial de la memoria Defectos de metamemoria Defectos en la memoria de trabajo Alteraciones en la vivencia del tiempo
<b>PERSONALIDAD</b>	Moria Impulsividad Seudodepresión y pseudopsicopatía
<b>PROCESOS INTELECTUALES</b>	Nivel de pensamiento concreto Nivel intelectual alterado

*Nota:* El cuadro resume las diferentes perturbaciones que tienen cabida en cada uno de las funciones de las áreas prefrontales. (Ardila y Rosselli, 2007, p. 192)

En seguida, el síndrome orbitofrontal es otra de las formas en que manifiestan dificultades en la conducta del individuo cuando de funcionamiento ejecutivo se trata. Así, de acuerdo con Manes y Torralba (2005) “se produciría por una lesión a cualquier nivel del circuito orbitofrontal pero especialmente por lesiones de las áreas basales 11 y 12 de Brodmann” (p.38). En ese sentido, las conductas asociadas a este síndrome son “desinhibición, impertinencia, irritabilidad, labilidad emocional, falta de tacto, distractibilidad y desinterés por los sucesos actuales” (Ardilla y Rosselli, 2007, p. 196). Para Lopera, (2008) “El síndrome orbitofrontal se llamaba síndrome pseudo-psicopático, porque algunos pacientes con síndrome orbitofrontal pueden incurrir en comportamientos antisociales” (p. 68). En este sentido, la vida en comunidad de pacientes con este trastorno se ve seriamente afectada, impidiendo experiencias de realización personal y colectiva.

Y por último, el síndrome frontal mesial. “El daño en este circuito causa apatía o abulia (una forma grave de apatía)” (Ardilla y Rosselli, 2007, p. 196). Una de las características de este síndrome es el mutismo aquinético, es decir, aunque el individuo se muestra despierto y tiene la capacidad de la autoconciencia por ningún motivo iniciara cualquier conducta, además si la lesión se produce de forma bilateral la espontaneidad de sus movimientos se ve reducida, puede presentar incontinencia y las respuestas a las preguntas serán en palabras monosilabas (Ardilla y Roselli, 2007; Ross y Stewart, 1981).

### **Intervención de las FEE**

Durante ya algún tiempo, se han expuesto varios programas con el objetivo de mejorar la actividad de las FEE, sin embargo, una serie de incógnitas sin resolver ponen en discusión la efectividad de dichos programas. A pesar de las dudas, la única certeza que se tiene hasta el momento es que la recuperación será mucho más efectiva si se inicia en etapas tempranas

(Diamond y Lee, 2011; Melby-Lervag y Hulme, 2013; Romero et al, 2017; Shipstead et al, 2012). Así, es habitual encontrar que pacientes con disfunciones ejecutivas muestren conductas impulsivas, dificultades en la organización de la información, inconvenientes para solucionar problemas o alcanzar objetivos, es así como destacan en los programas de intervención aquellos que se dirigen a encontrar medios eficaces para la resolución de problemas (Fox y Martella, 1989; Tirapu et al, 2011; Webb y Glueckauf, 1994). Por la diversidad de déficits que pueden comprometer el buen funcionamiento de las FEE, así mismo existe diversidad a la hora de utilizar técnicas restaurativas y estas se pueden clasificar en tres categorías: modificación del entorno, técnicas de restauración y estrategias compensatorias (Mateer, 1999; Tirapu, 2009; Sohlberg y Mateer, 2001).

Modificación del entorno: es una técnica cuyo fin es hacer del individuo un ser más capacitado para librar de forma eficaz los obstáculos que puede encontrar en su entorno y medio social (Tirapu, 2009), en palabras de Arango et al, (2006) su objetivo es “acomodar el ambiente de tal forma que los problemas debidos a disfunciones ejecutivas puedan ser previstos o compensados” (p. 124).

Técnicas de restauración: el objetivo principal de esta técnica, es la rehabilitación directa de la FEE afectadas por medio de ejercicios o tareas cognitivas continuas utilizando papel y lápiz o de forma computarizada (Tirapu, 2009). Para Enseñat y Picó, (2011) “este método de intervención probablemente sea el más utilizado para la rehabilitación neuropsicológica, pero es controvertido” (p. 234).



Estrategias compensatorias: es otra alternativa que invita al sujeto a aprender y hacer uso de ayudas externas como medios para enfrentar los retos de la vida diaria (Tirapu, 2009). Como afirma Calderón-Chagualá et al (2019), estas “comprenden el uso de elementos de fácil alcance como calendarios, alarmas, relojes y listas con los pasos a realizar en actividades cotidianas” (p. 31)

Otras formas de intervención en FEE que ha venido tomando gran fuerza son las que hacen uso de elementos y herramientas tecnológicas, estas se han convertido en estrategias relevantes por su acogida, evolución y desarrollo en el quehacer neuropsicológico (Gutiérrez-Martínez et al, 2014; Calderón-Chagualá et al, 2019). Estas nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) son una opción de comunicación innovadora en la que los datos se encuentran ubicados en un espacio irreal de fácil acceso con el fin de gestionar la misma de forma correcta en base a las metas planteadas (Cano, 2018). En este sentido, Botella et al (2009) afirma que “ya contamos con diversas aplicaciones de las TICs en psicología clínica y de la salud” (p. 157). Así, se ilustran algunas de estas estrategias a continuación.

Realidad virtual (RV): el termino RV para Ortiz et al (2018) “hace alusión a una realidad paradójicamente irreal, ya que se trata de la representación de una realidad generada íntegramente por ordenador” (p. 91). Como producto, La realidad virtual tiene la virtud de simular entornos reales a los vividos diariamente, aumentando su validez ecológica (De Noreña, et al, 2010). Estos sistemas están interconectados por medio de sensores de entrada que transmiten la información de los movimientos producidos a un sistema (Ortiz et al, 2018). En efecto, se plantean cuatro tipos de experiencia en RV: inmersiva: la persona con ayuda de objetos periféricos como casco, gafas y guantes se sumerge totalmente en el mundo virtual. La semi-inmersiva de proyección, está compuesta por una serie de imágenes que forman una cabina de

RV, también se utilizan gafas y guantes. En la semi inmersiva de segunda persona el sujeto no pierde la conexión con el mundo real y se observa así mismo en una pantalla que reproduce su imagen y movimientos, y la no inmersiva en la que la interacción se hace a través de un mando en un mundo 3D (Ortiz et al, 2018).

De igual modo, los videojuegos representan mucho más que una forma de pasatiempo, al utilizar plataformas de RV y otras interfaces, ha llegado al punto de considerarse un medio para el aprendizaje y entrenamiento de habilidades (Ortiz et al, 2018). En este sentido, Tejeiro et al, (2009) afirman que “numerosas investigaciones han planteado la relación entre el uso de videojuegos y un mejor desempeño en diversas tareas cognitivas” (p. 245). Así, los videojuegos se caracterizan por ser atractivos, dinámicos, por estimular la plasticidad cognitiva y por brindar herramientas para procesar la información del mundo real de manera distinta (Eichenbaum et al, 2014; Guerrero, 2015). Sin embargo, cabe resaltar que esta herramienta debe ser adaptada a las necesidades de cada individuo, atendiendo a las normas de estandarización, reproducibilidad y control a fin de modificar los posibles errores de ejecución (Ortiz et al, 2018).

## **Marco Metodológico**

### **Tipo de investigación**

El desarrollo del presente trabajo tendrá como derrotero la revisión bibliográfica, la misma, se encuentra enmarcada en la investigación documental. En palabras de Gómez-Luna et al, (2014) es” la descripción detallada de cierto tema o tecnología” (p. 25), además, es un recurso de recolección de información que permite como objetivo, analizar el estado de investigaciones aplicadas y construir nuevo conocimiento (Guevara, 2016; Vargas y Calvo, 1987; Cifuentes et al, 1993; Uribe 2002).

### **Diseño**

Se realiza una investigación cuyo diseño es no experimental, de corte teórico, en la que se requiere la investigación sobre un tema específico, en el cual no es necesario emplear trabajos originales con datos empíricos (Ato et al, 2013). En estos diseños teóricos se suscriben trabajos en los que se lleve a cabo una revisión y compilación de investigaciones acerca de un tema o metodología de investigación específica, como es el caso de las técnicas utilizadas en la intervención de las funciones ejecutivas desde el año 2010 al 2020 (Ato, et al., 2013).

### **Criterios de inclusión**

Estudios desarrollados en distintas partes del mundo en el periodo comprendido entre el año 2010 al 2020, en los que se evidencie la aplicación de herramientas tecnológicas en intervención de las FE, artículos en idioma español o inglés.

Los criterios de exclusión fueron los artículos que abordan revisiones documentales y aquellos publicados en un idioma diferente al español o al inglés.

## **Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Se elaboro una matriz de datos, que incluye las siguientes categorías específicas: Autores, Título del estudio, país, año de producción, población, diagnostico, técnica o tecnología, entre otras.

### **Procedimiento**

Esta investigación se desarrolla mediante los siguientes pasos:

#### **Paso 1**

Búsqueda sistemática en bases de datos: Repositorio Institucional Universidad Antonio Nariño, ScienceDirect, Scopus, Scielo, Redalyc, y Google Académico. Para la investigación se utilizó la siguiente ecuación de búsqueda: “Stimulation OR intervention OR rehabilitation OR executive AND functions AND technology OR technological AND tools OR virtual AND reality OR mobile AND applications OR computer”

#### **Paso 2**

La información recolectada en las bases de datos fue transcrita y organizadas en una matriz de Excel con los siguientes datos: país, año, abstract, tipo de intervención, población, problemática, tiempo de intervención, técnica o tecnología, FE abordadas, descripción, recomendaciones, principales conclusiones, y base de datos, teniendo en cuenta criterios de inclusión definidos anteriormente para la investigación, con estos datos se realizaron los diferentes análisis.

## **Resultados**

A continuación, se hace un resumen detallado de los resultados encontrados durante la búsqueda y análisis de los diferentes estudios consultados. Se recopilaron 15 artículos, el producto de los mismos será sintetizado en tres apartados; en primer lugar, encontraremos una caracterización de las herramientas utilizadas en la intervención de las FE, en segundo lugar, se establecen las características de las herramientas tecnológicas en la intervención de las FE y por último se identifica las FE más abordadas en dicha intervención.

### **Características de las herramientas tecnológicas para la intervención de las funciones ejecutivas.**

Se puede determinar con claridad que la configuración de los instrumentos tecnológicos utilizados en intervención y estudio de las FE se caracterizan por tres elementos fundamentales, a saber: un procesador el cual se encarga de ejecutar los distintos programas y de enviar y recibir señales a los diferentes elementos periféricos que se encuentren conectados al equipo, una memoria o artefacto indispensable para el almacenamiento de la información registrada y una pantalla en la que se emite y posibilita la interacción con dichos programas (Burdea et al., 2015; Cipresso et al., 2014; Faria et al., 2016; Lorenzo et al., 2013).

Ahora bien, las distintas formas de intervención dirigidas a rehabilitar o prevenir el deterioro de las FE que se identificaron en los títulos consultados fueron, los programas de Realidad Virtual con ocho artículos, los videojuegos con cuatro artículos y las aplicaciones para dispositivos móviles (app) con tres artículos, que en total suman quince estudios consultados.

En este sentido, los programas de realidad virtual se destacan por contar con tres formas de intervención distintas, la primera se denomina no inmersiva (Burdea et al., 2015; Cardoso et

al., 2006; Cipresso et al., 2014; Faria et al., 2016; Jovanovski et al., 2012; Man et al., 2013; Vieira et al., 2018) un claro ejemplo de esta intervención fue la realizada por (Faria et al., 2016) esta investigación se efectuó con la participación de 18 personas diagnosticadas con accidente cerebro vascular, estos fueron divididos en dos grupos para realizar el estudio que consistió en la ejecución de una serie de actividades de la vida diaria dirigidas a mejorar el rendimiento de la memoria y la atención. La mitad de los participantes (grupo control) desarrollo las actividades planteadas siguiendo un tratamiento de enfoque tradicional, y la otra mitad (grupo experimental) desarrollo las mismas rutinas con la herramienta de realidad virtual llamada Reh@City, un entorno tridimensional que simula las condiciones propias de una ciudad y la mayoría de sus componentes. Como resultados se obtuvo una mejora significativa en los tópicos evaluados para el grupo experimental en comparación al grupo control. En síntesis, el producto de este estudio indica resultados beneficiosos en el empleo de las mencionadas herramientas al momento de intervenir los constructos cognitivos en circunstancias de deterioro.

La segunda forma de intervención virtual se denomina inmersiva. Para esta tipología se reconoce un solo artículo que emplea este modo de intervención (Lorenzo et al., 2013). El estudio que llevaron a término estos autores fue la creación de un entorno virtual con la intención de observar los procesos de aprendizaje en niños diagnosticados con Asperger, esta herramienta estuvo integrada por varias pantallas colocadas en diferentes posiciones, sistemas de audio de alta calidad, cámaras para detectar la posición y orientación del estudiante, y una gorra compuesta por diodos emisores de luz. Se creó un ambiente escolar en que los sujetos realizaron un conjunto de acciones específicas. Los resultados de la intervención refieren una mejora en las FE evaluadas y en la adquisición de habilidades sociales para este grupo poblacional.

Simultáneamente, encontramos las intervenciones basadas en Videojuegos. Así, varios estudios realizados intentan visualizar las posibles ventajas y desventajas cuando en temas de salud se refiere. Para el caso que nos ocupa, se identificaron cuatro artículos con la implementación de esta herramienta (Pompeu et al., 2012; Del-Moral Pérez & Guzmán-Duque, 2014; Huang, 2020; Gamito et al., 2017). El estudio realizado por (Huang, 2020) tuvo como objetivo, comprobar si después de un entrenamiento de cuatro semanas de juego en un entorno de condiciones mucho más inmersivas sirve como metodología para evitar las dificultades del deterioro cognitivo de las personas después de los 50 años de edad. La población que integro este estudio fue de 33 personas sanas y la edad promedio fue de 61 años. Fruit Ninja es un videojuego que se caracteriza por: contar con dos interfaces distintas para su jugabilidad, una no inmersiva (Fruit Ninja VR) y la otra semi inmersiva (Fruit Ninja Kinect), y la posibilidad movilizar brazos y manos para controlar una espada virtual. El juego consiste en rebanar frutas a la mitad, discriminando una serie de obstáculos que disminuyen la puntuación si no se esquivan correctamente. En particular, los resultados arrojados en este estudio no solamente sugieren ventajas positivas en cuanto a prevención del menoscabo cognitivo para esta fracción poblacional, sino que a nivel general también se puede observar beneficios en cuento a salud física.

Por último, las aplicaciones para dispositivos móviles no podían faltar en esta descripción. Así, se encontró tres artículos que buscan intervenir los diferentes estados posibles de las FE. (Ferguson et al., 2015; Frøisland et al., 2012; Kokubo et al., 2018) En este sentido, Kokubo et al. (2018) diseñaron una prueba para dispositivos Android basándose en las pruebas de creación de senderos avanzada, la prueba de Stroop y la prueba de Stroop inversa, todas estas desarrolladas para evaluar el funcionamiento y desempeño de las FE. Esta prueba se llama User

eXperience-Trail Making Test (UX-TMT) y para probar su eficacia, se realizó un estudio con personas en tres tipos de condición cognitiva distinta, las primeras eran personas diagnosticadas con deterioro cognitivo leve, las segundas con enfermedad de Parkinson y las últimas personas sanas. El ensayo se efectuó en Japón, por lo tanto, los caracteres propios de la cultura se adaptaron a la prueba. Se evaluaron constructos cognitivos como la memoria verbal o la inhibición y en síntesis se destacó su efectividad para diferenciar entre las personas con deterioro cognitivo leve o demencia y aquellas personas que no presentaban alguna afectación cognitiva.

### **Descripción población objeto de estudio**

Los resultados obtenidos en esta revisión nos permiten visualizar las características de la población que se tomó en los diferentes estudios como sujetos de interés. En este sentido, se organizó dicha información poblacional en la siguiente tabla:

**Tabla 1.**

#### *Grupos poblacionales*

Categoría	N° estudios	%
Niñez	1	7%
Adolescencia	1	7%
Adolescencia y Juventud	1	7%
Adolescencia - Juventud - Adulthood	1	7%
Juventud	1	7%
Juventud y Adulthood	1	7%
Adulthood	2	13%
Adulthood y Vejez	3	20%
Vejez	2	13%
Sin edad determinada	2	13%
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>

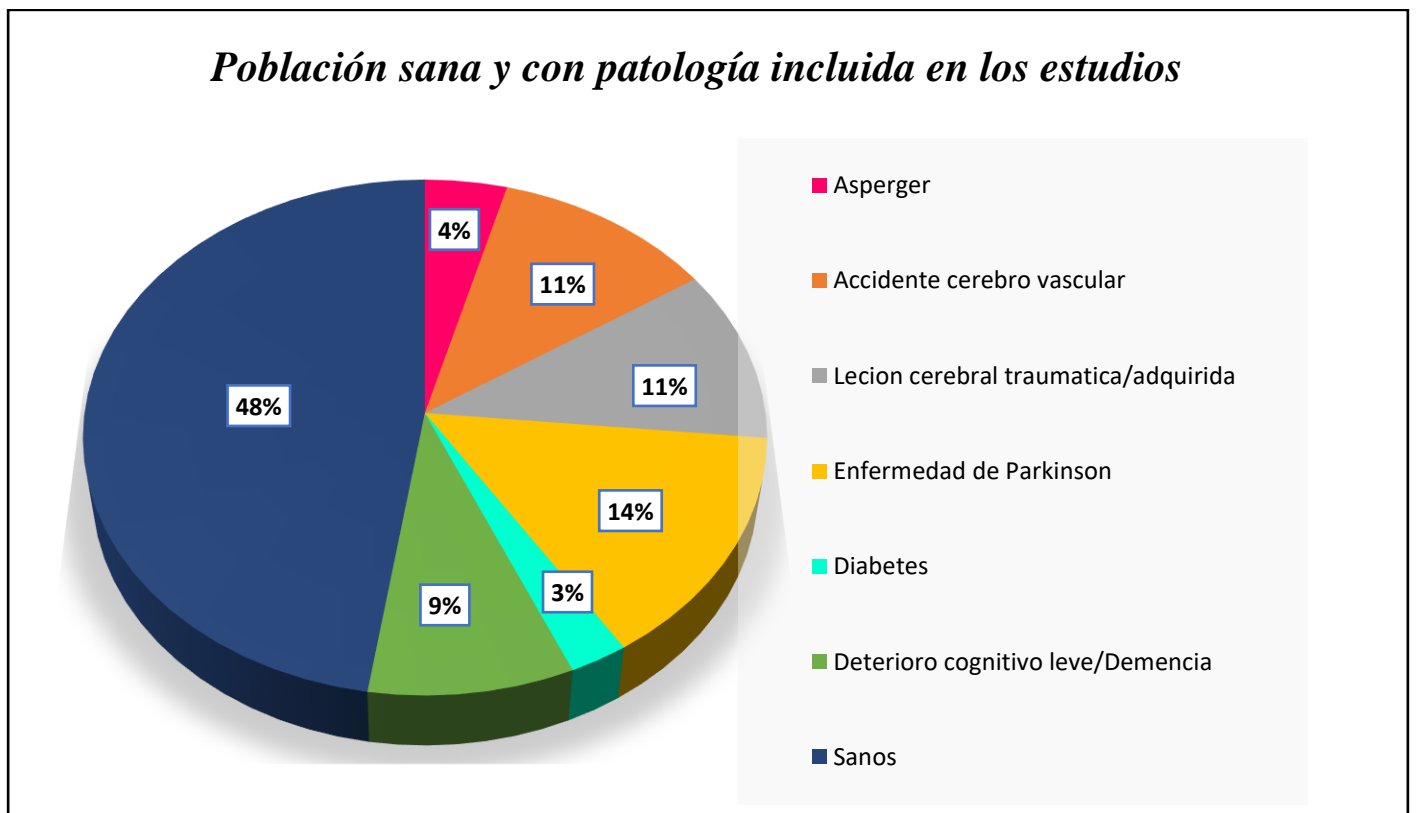


La tabla 1 nos permite observar que hay gran interés por la investigación en todas las etapas del desarrollo humano, sin embargo, la población de los 40 años en adelante, etapas que se encuentran en el curso de la adultez y la vejez, son la prioridad en la investigación. Esta particularidad se puede manifestar por la naturaleza y las características cognitivas inherentes a este grupo poblacional después de determinada edad (Burdea et al., 2015; Gamito et al., 2017; Pompeu et al., 2012).

Al revisar los estudios, resulta relevante enfatizar que las observaciones además de emplear población sin ninguna afección, también incluyen población con patologías que afectan el funcionamiento cognitivo. La figura 4 resume los datos encontrados.

**Figura 4.**

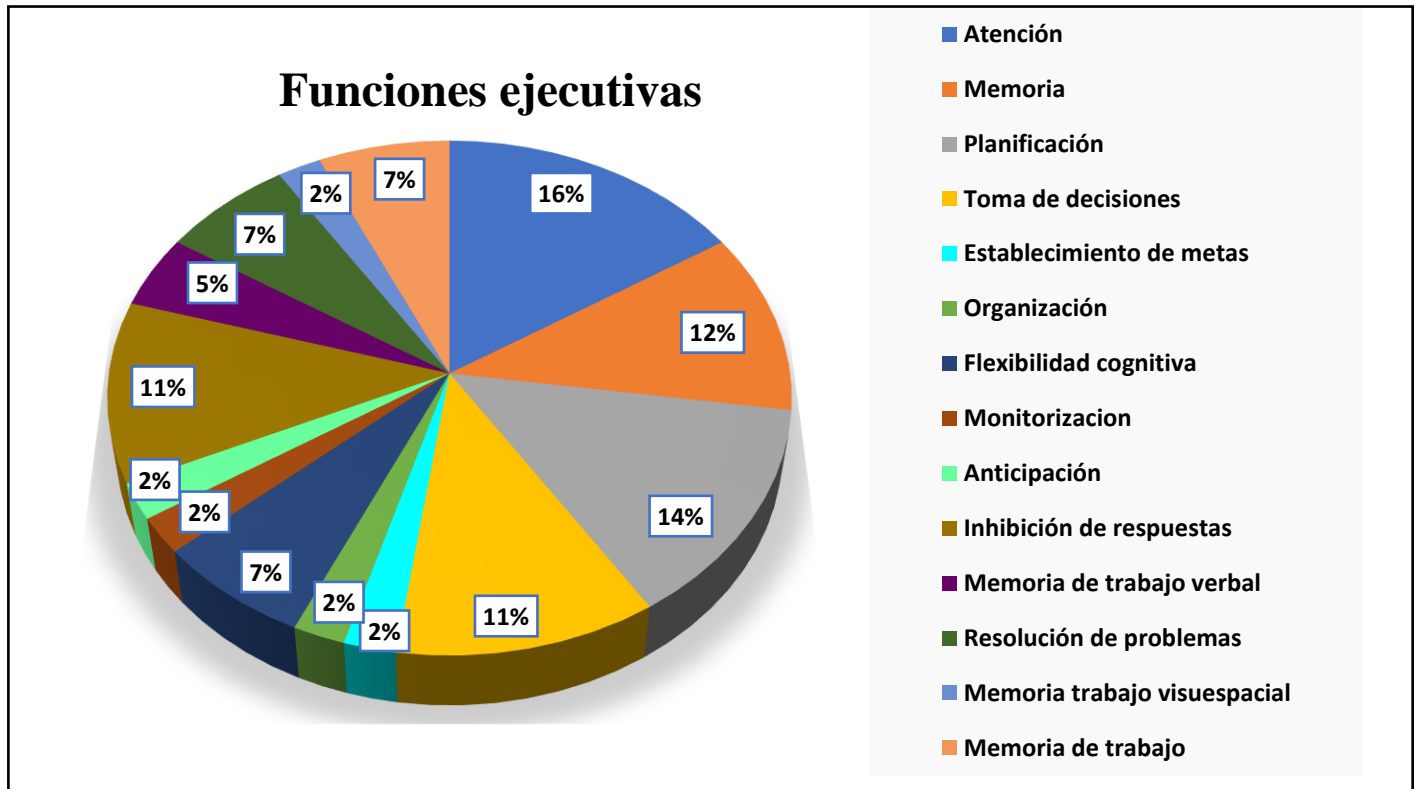
*Población sana y con patología incluida en los estudios*



En la figura 4 se identifican los estudios que van dirigidos a la población sana con una tendencia a la prevención. (Del-Moral Pérez & Guzmán-Duque, 2014; Huang, 2020; Jovanovski et al., 2012). Por otro lado, la población con algún tipo de patología manifiesta los siguientes datos: Parkinson (Cipresso et al., 2014; Pompeu et al., 2012) con un 14% ubicándose como la patología de mayor interés, seguido del accidente cerebrovascular (Burdea et al., 2015; Cardoso et al., 2006; Faria et al., 2016; Gamito et al., 2017) y las lesiones cerebrales traumáticas o adquiridas (Man et al., 2013; Ferguson et al., 2015), luego se encuentra el deterioro cognitivo leve/demencia (Burdea et al., 2015; Kokubo et al., 2018) con un 9% y por ultimo el síndrome de Asperger (Lorenzo et al., 2013) y la diabetes (Frøisland et al., 2012) con un 4% y 3% respectivamente.

### **Funciones Ejecutivas abordadas en la intervención con herramientas tecnológicas**

También se manifiesta dentro de los datos observados una extensa lista de componentes que integran el funcionamiento ejecutivo, la figura 5 integra todas estas y presenta en porcentaje el interés de por intervenir.

**Figura 5.***Funciones ejecutivas abordadas*

En esta segunda figura, convergen los procesos cognitivos de complejo rendimiento evaluados por los diferentes artículos. Se distingue un dominante interés por la pesquisa de habilidades como la atención, la planificación, la memoria y la toma de decisiones (Cipresso et al., 2014; Faria et al., 2016; Lorenzo et al., 2013; Perdomo et al., 2020) y en menor medida aspectos como la memoria de trabajo visoespacial, la anticipación o la monitorización (Kokubo et al., 2018; Vieira et al., 2018).

Además, se identifica que no existe una homogeneidad para la clasificación de las FE, cada estudio hace uso de una clasificación propia de estas, por lo tanto, se genera una extensa

lista de componentes de las FE. En este sentido, es importante resaltar como algunos de los estudios consultados incluyen la memoria y la atención como FE.

### **Discusión**

En relación con el primer objetivo planteado en este proyecto; establecer las características de las herramientas tecnológicas para la intervención de las funciones ejecutivas desde el año 2010 a 2020, se encuentra como herramientas la realidad virtual, los videojuegos y las aplicaciones para dispositivos móviles y sus particularidades son que todas incluyen un procesador, una memoria de almacenamiento, un monitor o pantalla y periféricos asociados a los diferentes tipos de herramienta tecnológica.

Por otro lado, la teoría de Ortiz et al, (2018), Identifica tres modalidades referentes en la ejecución de los programas de realidad virtual (no inmersiva, semi-inmersiva e inmersiva), sin embargo, dentro de la búsqueda realizada no se obtuvo algún estudio que manifestara las condiciones propias de este tipo de realidad virtual. Por tanto, no se obtienen datos para esta metodología de gran interés para la actividad neuropsicológica, lo que impide realizar algún tipo de análisis u observar su estado al momento de hacer esta revisión.

Las herramientas tecnológicas en esta revisión han tenido muy buenos resultados como dispositivos de apoyo en la intervención o prevención del deterioro cognitivo. Sus beneficios se muestran en aspectos como la asequibilidad, el bajo costo, su dinamismo y sobre todo su capacidad de atracción y aceptación (Soto-Pérez et al, 2010).

Con respecto a los principales grupos poblacionales en los que se están utilizando las herramientas tecnológicas para la intervención de las funciones ejecutivas se encontró que la investigación en este importante campo aborda todas las etapas del desarrollo humano, se hacen

comparaciones entre los diferentes estadios del desarrollo, pero existe una mayor prevalencia por la investigación en las etapas de la adultez y la vejez esto resulta de gran interés teniendo en cuenta que patologías como la enfermedad cerebrovascular tienen importantes repercusiones en estos dos grupos etarios (Reino et al., 2018).

También es importante identificar como los programas de intervención se encuentran orientados a estimular las FE en población sana (Ortiz et al, 2018). Adicionalmente, se hace énfasis en abordar la población con algún tipo de patología. Así, la misión es abordar este tipo de afecciones para garantizar una mejor calidad de vida de los individuos afectados. Esto sugiere que los esfuerzos están siendo focalizados en enfrentar y mitigar los efectos la enfermedad de Parkinson (Cipresso et al., 2014; Pompeu et al., 2012) al igual que las lesiones cerebrales traumáticas/adquiridas (Man et al., 2013; Ferguson et al., 2015) o el accidente cerebrovascular (Burdea et al., 2015; Cardoso et al., 2006; Faria et al., 2016; Gamito et al., 2017).

Por último, el tercer objetivo: identificar cuáles son las funciones ejecutivas más abordadas en la intervención con herramientas tecnológicas, se identifica una extensa lista de FE, esto sugiere una gran complejidad en la definición de las mismas, este fenómeno obedece a las diferentes clasificaciones que los autores toman como punto de referencia. De igual forma se resalta la inclusión de la memoria y la atención por diferentes autores como componente de las FE (Burdea et al., 2015; Cardoso et al., 2006; Faria et al., 2016; Gamito et al., 2017).

## **Conclusiones**

Con base en el análisis anteriormente expuesto, fue posible vislumbrar una serie de conclusiones que serán expuestas a continuación.

En primer lugar, las tecnologías que en principio fueron objeto exclusivo de entretenimiento, han tomado un espacio relevante como dispositivos auxiliares en la intervención cognitiva. Sin embargo, el óptimo rendimiento de estos dispositivos en espacios propiamente neurorrehabilitativos aún se encuentra en mora de ser identificado. A pesar de la anterior condición, los beneficios inherentes a estos elementos resultan ser prometedores para una población que mantiene la esperanza en nuevas propuestas interventivas que permitan opciones mucho más integrales y efectivas.

En segundo lugar, se concluye que hay una población objeto de estudio muy bien identificada para la cual se vuelca la mayoría de estudios, a saber, las personas en condiciones cognitivas óptimas y aquellas con una prevalencia de enfermedades como el accidente cerebrovascular, las lesiones cerebrales traumáticas y la enfermedad de Parkinson pertenecientes a la etapa de la adultez y la vejez. Cabe la posibilidad de inferir que la tendencia investigativa se enfoca en los avances de tipo preventivo o terapéutico de condiciones cognitivas altamente restrictivas.

En tercer lugar, se deduce que las FE preferentes como objeto de examen son la atención, la memoria, la planificación y la toma de decisiones. Estos constructos, se encuentran íntimamente correlacionados con las fallas o pérdidas progresivas de la enfermedad de Parkinson, el accidente cerebrovascular y las lesiones cerebrales traumáticas. Estos datos, sugieren una correlación positiva que permite un abordaje cada vez más centrado en los efectos

negativos de estas patologías y en la generación de programas pertinentes y enfocados en la mejora de estas habilidades tan necesarias en la ejecución de las actividades de la vida diaria.

Se ultima haciendo un balance positivo de las nuevas tendencias en intervención de las FE, resaltando aspectos como accesibilidad, bajo costo y altos beneficios para toda la población en general.

### **Sugerencias**

Se sugiere, realizar trabajos investigativos en los que se incorpore intervenciones de realidad virtual semi-inmersivas, y con un acervo de artículos mucho más robusta que permita análisis más estables y confiables. De igual forma, se recomienda que los análisis o las revisiones tengan como condición una sectorización definida, es decir que los mismos se hagan por regiones determinadas con el fin de comparar el avance y los puntos de vista de las diferentes áreas poblacionales de todo el mundo en cuestiones puramente interventivas en las áreas de la neuropsicología.

## Referencias

- Agencia Nacional de Seguridad Vial (2019) *Fallecidos y lesionados. Serie Nacional agosto 2018-2019*.
- Agudelo, N., Dansilio, S., y Beisso, A. (2016). Diferentes tareas de solución de problemas y funciones ejecutivas en niños de 7 a 12 años. *Revista neuropsicologica latinoamericana* 8(2) 35-42 <https://www.redalyc.org/pdf/4395/439546900004.pdf>
- Alto, M., Lopez-Garcia, J., y Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de psicología* 29(3) 1038-1059 <http://dx.doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>
- Arango, J., Premuda, P., y Marquine, M. (2006). Rehabilitación cognitiva en personas con traumatismo craneoencefálico. En J. Arango. *Rehabilitación neuropsicológica*. (117-143) El manual moderno.
- Ardila, A. y Rosselli, M. (2007). Neuropsicología clínica. El manual moderno.
- Ballesteros, S. (2014). La atención selectiva modula el procesamiento de la información y la memoria implícita. *Acción psicológica*, 11(1) 7-20 [http://scielo.isciii.es/pdf/acp/v11n1/02\\_original2.pdf](http://scielo.isciii.es/pdf/acp/v11n1/02_original2.pdf)
- Botella, C., Quero, S., Serrano, B., Baños, R. (2009). Avances en los tratamientos psicológicos: la utilización de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. *Anuario de Psicología* 40(2) 155-170 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=97017660002>
- Burdea, G., Polistico, K., Krishnamoorthy, A., House, G., Rethage, D., Hundal, J., Damiani, F., & Pollack, S. (2015). Feasibility study of the BrightBrainer™ integrative cognitive rehabilitation system for elderly with dementia. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 10(5), 421–432. <https://doi.org/10.3109/17483107.2014.900575>
- Calderon-Chagulá, J., Montilla-García, M., Gómez, M., Ospina- Viña, J., Triana-Martínez, J., y Vargas-Martínez, L. (2019). Rehabilitación neuropsicológica en daño cerebral: uso de



- herramientas tradicionales y realidad virtual. *Revista Mexicana de Neurociencia* 20(1) 29-35 DOI: 10.24875/RMN.M19000019
- Calderón-Delgado, L. y Barrera-Valencia, M. (2014) Avances y Retos de la Neuropsicología. *CES Psicología*, 7 (1), 2-4.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2011-30802014000100001&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-30802014000100001&lng=en&tlng=es)
- Canet-Juric, L., Introzzi, I., Andrés, M. y Stelzer, F. (2016). La contribución de las funciones ejecutivas a la autorregulación. *Cuadernos de neuropsicología* 10(2) 106-128 DOI: 10.7714/CNPS/10.2.206
- Cano, R. (2018). *Nuevas tecnologías en neurorrehabilitación aplicaciones diagnósticas y terapéuticas*. Panamericana.
- Cardoso, L. S., Da Costa, R. M. E. M., Piovesana, A., Costa, M., Penna, L., Crispin, A. C., Carvalho, J., Ferreira, H., Lopes, M. L., Brandão, G., & Mouta, R. (2006). Using virtual environments for stroke rehabilitation. *Fifth International Workshop on Virtual Rehabilitation, IWVR 2006*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/iwvr.2006.1707517>
- Castillo de Rubén, A. (2002). Rehabilitación neuropsicológica en el siglo XXI. *Rev Mex Neuroci*, 3(4), 223-229. <http://previous.revmexneurociencia.com/wp-content/uploads/2014/07/Nm0024-061.pdf>
- Cipresso, P., Albani, G., Serino, S., Pedrolí, E., Pallavicini, F., Mauro, A., & Riva, G. (2014). Virtual multiple errands test (VMET): A virtual reality-based tool to detect early executive functions deficit in parkinson's disease. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 8(DEC), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2014.00405>
- De La Torre-Salazar, D., Galvis, A., Lopera-Murcia, A., y Montoya-Arenas, D. (2017). Función ejecutiva y entrenamiento computarizado en niños de 7 a 12 años con discapacidad intelectual. *Rev. Chil. Neuropsicol* 12(2) 14-19  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179354005002>

- De Noreña, D., Sánchez-Cubillo, I., García-Molina, A., Tirapu-Ustárrroz, J., Bombín-González, I. y Ríos-Lago, M. (2010) Efectividad de la rehabilitación neuropsicológica en el daño cerebral adquirido (II): funciones ejecutivas, modificación de conducta y psicoterapia, y uso de nuevas tecnologías. *Rev Neurol* 51(12) 733-44 DOI: <https://doi.org/10.33588/rn.5112.2009653>
- Del-Moral Pérez, M.-E., & Guzmán-Duque, A.-P. (2014). CityVille: collaborative game play, communication and skill development in social networks. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 3(1), 11–19. <https://doi.org/10.7821/naer.3.1.11-19>
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annu. Rev. Psychol.* 64(1) 135-168 <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Díaz, E., y Sosa, A.(2010). Intervención cognitiva en pacientes con deterioro cognitivo ligero y demencia leve. *Medeisan* 14(6), 838-849, <http://scielo.sld.cu/pdf/san/v14n6/san15610.pdf>
- Drake, M. (2006). Rehabilitación neuropsicológica en la enfermedad de Alzheimer. En J. Arango. *Rehabilitación neuropsicológica*. (99-116). El manual moderno.
- Dulzaides, M., Molina, A. (2004). Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso. *Acimed*, 12(2), 1-5 [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1024-94352004000200011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352004000200011)
- Echavarría, L. (2017). Modelos explicativos de las funciones ejecutivas. *Revista de investigación en psicología* 20(1) 237-247 <https://doi.org/10.15381/rinvp.v20i1.13534>
- Echeverría, B. y Martínez, P. (2018). Revolución 4.0, competencias, educación y orientación. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 12(2), 4-34. doi: <http://dx.doi.org/10.19083/ridu.2018.831>
- Enseñat, A., y Picó, N. (2011). Evaluación y rehabilitación neuropsicológica infantil. En O. Bruna, T. Roig, M. Puyuelo, C. Junque, y A. Ruano. *Rehabilitación neuropsicológica intervención y práctica clínica*. GEA Consultoría editorial, S.L.

- Etchepareborda, F. y Mulas, F. (2004). Flexibilidad cognitiva, síntoma adicional del trastorno por déficit de atención con hiperactividad. ¿elemento predictor terapéutico? *Revista de Neurología* 38(1) 97-102 DOI: <https://doi.org/10.33588/rn.38S1.2004041>
- Faria, A. L., Andrade, A., Soares, L., & I Badia, S. B. (2016). Benefits of virtual reality based cognitive rehabilitation through simulated activities of daily living: a randomized controlled trial with stroke patients. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 13(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12984-016-0204-z>
- Ferguson, S., Friedland, D., & Woodberry, E. (2015). Smartphone technology: Gentle reminders of everyday tasks for those with prospective memory difficulties post-brain injury. *Brain Injury*, 29(5), 583–591. <https://doi.org/10.3109/02699052.2014.1002109>
- Fernández-González, S., Paúl, N., Maestú, F. (2003). El papel de la Neuropsicología en la formación del psicólogo. *EduPsykhé*, 2(1), 67-80. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1075767>
- Flores-Barríos, A., Nakakawa-Bernal, A. y de la Serna-Tuya, A. (2018). Revisión teórica del proceso de atención sostenida en la infancia y adolescencia. *Rev. Chil. Neuropsicol* 13(1) 33-41 DOI: 10.5839/rcnp.2018.13.01.07
- Flores-Mendoza, C. y Colom, R. (2000). Memoria de trabajo, retraso mental y dificultades de aprendizaje. *Rev. Estudios de psicología, PUC-Campinas* 17(3) 67-89 <https://www.scielo.br/pdf/estpsi/v17n3/06.pdf>
- Fonseca-Aguilar, P., Olabarrieta-Landa, L., Rivera, D., Aguayo, A., Ortiz, X., Rabago, B., Agudelo, Y., Álvarez, E., Arango-Lasprilla, J. (2015). Situación actual de la práctica profesional de la Neuropsicología en Mexico. *Psicología desde el Caribe*, 32(3), 343-364 <http://www.scielo.org.co/pdf/psdc/v32n3/v32n3a02.pdf>
- Frøisland, D. H., Årsand, E., & Skårderud, F. (2012). Improving diabetes care for young people with type 1 diabetes through visual learning on mobile phones: Mixed-methods study. *Journal of Medical Internet Research*, 14(4), 1–13. <https://doi.org/10.2196/jmir.2155>

- Galarsi, M., Medina, A., y Zanin, L. (2011). Comportamiento, historia y evolución. *Fundamentos en Humanidades* 2(24) 89-102 <http://fundamentos.unsl.edu.ar/pdf/articulo-24-89.pdf>
- Galeano, L.M. (2009). La neuropsicología en Colombia. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 9(2), 47-52. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3988085.pdf>
- Gallegos, L. (2018). *Aplicaciones móviles y su influencia en la flexibilidad cognitiva* [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato] <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/29039>
- Gamito, P., Oliveira, J., Coelho, C., Morais, D., Lopes, P., Pacheco, J., Brito, R., Soares, F., Santos, N., & Barata, A. F. (2017). Cognitive training on stroke patients via virtual reality-based serious games. *Disability and Rehabilitation*, 39(4), 385–388. <https://doi.org/10.3109/09638288.2014.934925>
- García-Molina, A., Tirapu-Ustárrroz, J., Luna-Lario, P., Ibáñez, J., Duque, P. (2010). ¿Son lo mismo inteligencia y funciones ejecutivas? *Rev Neurol* 50(12), 738-46. <https://www.psyciencia.com/wp-content/uploads/2013/10/Inteligencia-y-junciones-ejecutivas.pdf>
- Gómez-Luna, E., Fernando-Navas, D., Aponte-Mayor, G., y Betancourt-Buitrago, L. (2014). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. *Dyna* 81(184) 158-163 <https://www.redalyc.org/pdf/496/49630405022.pdf>
- Guerrero, S. (2015). Los videojuegos como herramienta de intervención neuropsicológica en el envejecimiento. *Ciencia y futuro* 5(4) 157-175 [http://200.14.55.89/index.php/revista\\_estudiantil/article/view/1205](http://200.14.55.89/index.php/revista_estudiantil/article/view/1205)
- Guevara, R. (2016). El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos? *Folios* (44) 165-179 <http://www.scielo.org.co/pdf/folios/n44/n44a11.pdf>

- Gutiérrez, J. A. y Febles, A. (2019). Hacia la medicina del 2030. *UCE Ciencia. Revista de postgrado*, 7(1), 1-9, <http://uceciencia.edu.do/index.php/OJS/article/view/150>
- Gutiérrez, M., Valdés, B., Cordido, F., Anguita, G., Vallejo, P., y Molina, P. (2020). Enfermedad neurodegenerativa: demencia frontotemporal. *Sanid. Mil.* 76(1) 39-40 doi: 10.4321/S1887-85712020000100008
- Hernández, A. (2012). Procesos psicológicos básicos. Eduardo Durán Valdivieso.
- Hernández, R. (2019). Traumatismos craneoencefálicos. *Pediatr integral XXIII* (1), 6 – 14. [https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2019/xxiii01/01/n1-006-014\\_RamonHdez.pdf](https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2019/xxiii01/01/n1-006-014_RamonHdez.pdf)
- Huang, K. T. (2020). Exergaming Executive Functions: An Immersive Virtual Reality-Based Cognitive Training for Adults Aged 50 and Older. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 23(3), 143–149. <https://doi.org/10.1089/cyber.2019.0269>
- Introzzi, I., Canet-Juric, L., Montes, S., López, S. y Mascarello, G. (2015). Procesos inhibitorios y flexibilidad cognitiva: evidencia a favor de la Teoría de la Inercia Atencional. *Int. j. psychol.res* 8(2) 60-70 <http://www.scielo.org.co/pdf/ijpr/v8n2/v8n2a06.pdf>
- Jovanovski, D., Zakzanis, K., Campbell, Z., Erb, S., & Nussbaum, D. (2012). Development of a novel, ecologically oriented virtual reality measure of executive function: The multitasking in the city test. *Applied Neuropsychology*, 19(3), 171–182. <https://doi.org/10.1080/09084282.2011.643955>
- Kokubo, N., Yokoi, Y., Saitoh, Y., Murata, M., Maruo, K., Takebayashi, Y., Shinmei, I., Yoshimoto, S., & Horikoshi, M. (2018). A new device-aided cognitive function test, User eXperience-Trail Making Test (UX-TMT), sensitively detects neuropsychological performance in patients with dementia and Parkinson’s disease. *BMC Psychiatry*, 18(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12888-018-1795-7>
- Lezak, M. (1982). The problema of assessing executive functions. *International Journal of Psychology* (17) 281-197 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1080/00207598208247445>

- Lopera, F. (2008). Funciones ejecutivas: aspectos clínicos. *Revista neuropsicológica, neuropsiquiatría y neurociencias* 8(1) 59-76  
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3987492.pdf>
- López, M. (2011) Memoria de trabajo y aprendizaje: aportes de la neuropsicología. *Cuad. Neuropsicol* 5(1) 25-47 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=439642487003>
- Lorenzo, G., Pomares, J., & Lledó, A. (2013). Inclusion of immersive virtual learning environments and visual control systems to support the learning of students with Asperger syndrome. *Computers and Education*, 62, 88–101.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.028>
- Lotito, F. (2015). Test psicológicos y entrevistas: usos y aplicaciones claves en el proceso de selección e integración de personas a las empresas. *R.A.N* 1(2), 79-90.  
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5803803.pdf>
- Man, D. W. K., Poon, W. S., & Lam, C. (2013). The effectiveness of artificial intelligent 3-D virtual reality vocational problem-solving training in enhancing employment opportunities for people with traumatic brain injury. *Brain Injury*, 27(9), 1016–1025.  
<https://doi.org/10.3109/02699052.2013.794969>
- Manes, F., y Torralba, T. (2005). Funciones ejecutivas y trastornos del lóbulo frontal. *Revista de Psicología UCA* 1(2) 30-52 <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/6236>
- Mateer, C. A. (2006). Introducción a la rehabilitación Neuropsicológica. En: Arango-Lasprilla JC (Ed.). *Rehabilitación Neuropsicológica*, México DF: Manual Moderno. p. 1–14
- Mujica, A. M. (2011). El llamado síndrome del lóbulo frontal, actualmente llamado síndrome disejecutivo. *Alcmeon, Revista Argentina de Clínica Neuropsiquiátrica*, 17 (1) 42-47.  
[https://www.alcmeon.com.ar/17/03\\_frontal\\_mujica.pdf](https://www.alcmeon.com.ar/17/03_frontal_mujica.pdf)
- Ortiz, R., Bermejo, A., y Cano, R. (2018). Realidad virtual y videojuegos. En R. Cano *Nuevas tecnologías en neurorrehabilitación aplicaciones diagnósticas y terapéuticas*. (91-107). Panamericana

- Perdomo, B., Rodríguez, T., Fonseca, M., Urquiza, I., Martínez, I., Bilaboy, B. (2020). Caracterización de pacientes con enfermedad cerebrovascular isquémica y deterioro cognitivo. *Cienfuegos 2018. Medisur 18(3)*, 333-344, <http://scielo.sld.cu/pdf/ms/v18n3/1727-897X-ms-18-03-333.pdf>
- Pérez, C. y Vásquez, C. (2012). Contribución de la neuropsicología al diagnóstico de enfermedades neuropsiquiátricas. *Rev. Med. Clin. Condes, 23(5)*, 530-541. [https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(12\)70347-4](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(12)70347-4)
- Pompeu, J. E., Mendes, F. A. dos S., Silva, K. G. da, Lobo, A. M., Oliveira, T. de P., Zomignani, A. P., & Piemonte, M. E. P. (2012). Effect of Nintendo Wii™Based motor and cognitive training on activities of daily living in patients with Parkinson's disease: A randomised clinical trial. *Physiotherapy (United Kingdom), 98(3)*, 196–204. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2012.06.004>
- Ponsford, J., Sloan., W., Snow., P. (1995). *Traumatic brain injury: Rehabilitation for everyday adaptive living*. Hove, England: Erlbaum.
- Ramos-Galarza, C. y Pérez-Salas, C. (2017). Control inhibitorio y monitorización en población infantil con TDAH. *Avances en Psicología Latinoamericana, 35(1)*, 117-130. doi: <http://dx.doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/apl/a.4195>
- Rebollo, M. y Montiel, S. (2006). Atención y funciones ejecutivas. *Rev Neurol 42(2)* 53-57 <https://www.mdp.edu.ar/psicologia/psico/sec-academica/asignaturas/aprendizaje/Atencion%20y%20fe.pdf>
- Reino, B., Pacheco, F., Pucha, S., Ordóñez, S., Enríquez, G., Piedra, V., Parra, D., Palacio, M. (2018). Factores asociados a enfermedad cerebrovascular en pacientes que acuden al Hospital de Especialidades Dr. Abel Gilbert Pontón, Guayaquil. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica 37(3)*, 270-277, <https://www.redalyc.org/jatsRepo/559/55963208015/55963208015.pdf>

- Ríos-Romenets, S., Castaño-Monsalve, B. y Bernabeu-Guitart, M. (2007). Farmacoterapia De las secuelas cognitivas secundarias a traumatismo craneoencefálico. *Revista de neurología* 45(9) 563-570. <https://www.neurologia.com/articulo/2007279>
- Romero, M., Benavides, A., Fernández, M., y Pichardo, M. (2017). Intervención en funciones ejecutivas en educación infantil. *International Journal of Developmental and Educational Psychology* 3(1) 253-261 <https://www.redalyc.org/pdf/3498/349853365026.pdf>
- Rossell, M. Jurado, M.B. y Matute, E. (2008). Las funciones ejecutivas a través de la vida. *Revista neuropsicología, neuropsiquiatría y neurociencias*, 8(1), 23-46. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3987451.pdf>
- Sánchez-Carpintero, R., y Narbona, J. “El sistema ejecutivo y las lesiones frontales en el niño” *Revista de Neurología*, 39(2) 188-91 DOI: <https://doi.org/10.33588/rn.3902.2004251>
- Sohlberg, M. M. y Mateer, C. A. (2001). *Cognitive rehabilitation. An integrative neuropsychological approach*. New York: The Guilford Press.
- Soto-Pérez, F., Franco, M., y Jiménez, F. (2010). TECNOLOGÍAS Y NEUROPSICOLOGÍA: Hacia una Ciber – Neuropsicología. *Cuad. Neuropsicol* 4(2),112-130 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4396/439642486003>
- Tejeiro, R., Pelegrina, R., y Gómez, J. (2009). Efectos psicosociales de los videojuegos. *Comunicación* 7(1) 235-250 <https://idus.us.es/handle/11441/58204>
- Tirapu, A., García, M., Luna, P., Roig, T. y Pelegrin, C. (2008). Modelos de funciones y control ejecutivo(I). *Rev Neurol* 46(11) 684-692 DOI: 10.33588/rn.4611.2008119
- Tirapu, J. (2009). Estimulación y rehabilitación de las funciones ejecutivas. En E. Muñoz (1.) *Estimulación cognitiva y rehabilitación neuropsicologica* (233-279). UOC.
- Tirapu, J. (2011). Neuropsicología - Neurociencia y las Ciencias “PSI”. *Cuad. Neuropsicol* 5(1),11-24. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4396/439642487002>



- Tirapu, J., García-Molina, A., Ríos, M., y Pelegrin, C. (2011). Funciones ejecutivas. En O. Bruna, T. Roig, M. Puyuelo, C. Junque y A. Ruano. *Rehabilitación neuropsicologica intervención y práctica clínica*. GEA Consultoría editorial, S.L.
- Vayas, R. y Carrera, L. (2012). Disfunción ejecutiva. Síntomas y relevancia de su detección desde atención primaria. *Rev Clin Med Fam* 5(3), 191-197  
<http://scielo.isciii.es/pdf/albacete/v5n3/especial.pdf>
- Vieira, Á., Melo, C., Machado, J., & Gabriel, J. (2018). Virtual reality exercise on a home-based phase III cardiac rehabilitation program, effect on executive function, quality of life and depression, anxiety and stress: a randomized controlled trial. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 13(2), 112–123. <https://doi.org/10.1080/17483107.2017.1297858>

Anexo

Nº	Apellido	Título	País	Año	Población	Problemática (diagnóstico)	Técnica o tecnología	Funciones ejecutivas abordadas	Principales conclusiones
1	Faria, A.L., Andrade, A. Soares, I., Duda, S.B	Benefits of virtual reality based cognitive rehabilitation through simulated activities of daily living: a randomized controlled trial with stroke	Portugal	2016	18 pacientes ambulatorios y hospitalizados, sin negligencia hemisférica, capacidad para estar sentado, habilidad para leer y escribir y motivación para participar en el estudio divididos en dos grupos, uno experimental y uno de control.	Accidente cerebrovascular	intervención cognitiva basada en realidad virtual, simulación de una ciudad: Reh @ City	memoria, atención	Los resultados de este estudio longitudinal de un mes han revelado que la rehabilitación cognitiva a través de un sistema de RV ecológicamente válido puede tener un impacto mayor que los enfoques convencionales. Reh @ City mostró un impacto funcional similar al de los métodos convencionales y mejores mejoras en el funcionamiento cognitivo general. Nuestros resultados contribuyen con nueva evidencia y proporcionan una mayor comprensión sobre el impacto del uso de simulaciones de AVD en la rehabilitación de los déficits cognitivos.
2	Burda, G. Pollock, K. Reismanowicz, A. House, G. Rathage, D. Hoidal, J. Damiani, F. Pollock, S.	Feasibility study of the BrightBrain™ integrative cognitive rehabilitation system for elderly with dementia	USA	2014	El grupo de participantes estaba compuesto por tres mujeres y siete hombres de entre 55 y 73 años	Demencia o accidente cerebrovascular	sistema BrightBrain	concentración, memoria, toma de decisiones y resolución de problemas	Según el conocimiento de los autores, este es el primer estudio de entrenamiento cognitivo binomial integrativo de pacientes con demencia que interactúan con simulaciones de realidad virtual. Los participantes fueron institucionalizados en un SNF, por lo que tenían un funcionamiento más bajo. No obstante, mejoraron en aspectos del funcionamiento ejecutivo con mejoras adicionales (pero estadísticamente no significativas) en la depresión, la velocidad de procesamiento y la atención auditiva, luego de 8 semanas de entrenamiento.
3	Man, D.W.K. Poon, W.S. Lam, C.	The effectiveness of artificial intelligent 3-D virtual reality vocational problems-solving training in enhancing employment opportunities for people with traumatic brain injury	Hong Kong	2012	40 participantes, de entre 18 a 45 años	Problemas de memoria prospectiva de leve a moderada después de una lesión cerebral adquirida	programa de formación basado en la realidad virtual de inteligencia artificial (AVTS)		
4	Cardoso, L.S. Da Costa, R.M.E.M. Figueiras, A. Costa, M. Pons, L. Crispin, A.C. Carvalho, J. Ferreira, H. Lopes, M.L. Brandão, G. Moura, R.	Using virtual environments for stroke rehabilitation		2006		lesión del hemisferio cerebral izquierdo	realidad virtual	planificación, cálculos, memoria a corto plazo y atención	Observamos que el nivel de satisfacción del paciente se correlaciona inicialmente negativamente con la dificultad experimental en la realización de la tarea, es decir, a mayor dificultad, menor satisfacción. A medida que se familiarizan con la tarea y el entorno, disminuyó la percepción del nivel de dificultad y aumentó el nivel de satisfacción, así como el número de pacientes que terminaron las tareas. Utilizando datos clínicos, pudimos observar que los sujetos con mayor nivel de dificultad eran aquellos con mayores déficits cognitivos. En cuanto a la realización de la tarea, verificamos que se relacionó con deterioro de la memoria corta y funciones ejecutivas. También pudimos observar un aumento en el número de sujetos que completaron la tarea, en todos los niveles.
5	Diana Jovanovski, Konstantin Zakharov, Zachariah Campbell, Suzanne Erb, and David Nussbaum	Development of a Novel, Ecologically Valid Virtual Reality Measure of Executive Function: The Multitasking in the City Test	Canada	2012	Treinta estudiantes de pregrado (21 mujeres, 9 hombres; M edad = DE = 19.4 ± 1.54 años)	Sanos	Prueba de multitarea en la ciudad (MCT)	planificación y la multitarea	En suma, el propósito de la prueba de realidad virtual era evaluar la ejecución de funciones que deben ser integradas a lo largo de un objetivo deliberado comportamiento en cada día de la vida vía activación en una novela VR prueba de planificación, multitarea capacidad (MCT) medida desarrollado con ecología validez en mente. La actual estudio caracterizado normal activación en la MCT y su relación (o falta del mismo) con el rendimiento cognitivo pruebas incluyó otros operativos funciones medidas. La preliminar evidencia sugiere que la MCT puede proveer un ecológicamente válido método de objetivamente evaluando la integración de componente ejecutivo funciones dentro significativo comportamiento y representa a salda de tradicional pruebas que tender a enfocarse simplemente en la "edificios bloques" de ejecutivo función.
6	Ágata Vieira, Cristina Melo, Jorge Machado & Joaquim Gabriel	virtual reality exercise on a home-based shoe lift cardiac rehabilitation program, effect on executive function, quality of life and depression, anxiety and stress: a randomized controlled trial	Portugal	2017		Enfermedad de las arterias coronarias	Kinect	atención, programación y planificación, inhibición	En esta muestra, compuesta por sujetos con enfermedad coronaria, el programa de ejercicio específico prescrito, realizado durante un período de seis meses en un contexto domiciliario, en la fase III de RC, resultó en mejoras en la función ejecutiva, específicamente en la atención selectiva y Capacidad de resolución de problemas del grupo asignado al formato de realidad virtual en comparación con el CG y el formato convencional. Por ello, considerando los beneficios comprobados, al abordar la RC, especialmente cuando comprende el ejercicio de uso de realidad virtual con el Kinect, creemos que se debe tomar en consideración la valoración de la función ejecutiva, siendo la realidad virtual una herramienta a explorar en una RC. contexto. Este estudio también revela la importancia de explorar y llevar a cabo la fase III de RC.
7	Pietro Cipresso, Giovanni Alhuti, Silvia Serino, Elisa Pedrini, Federica Pulvirenti, Alessandro Murolo and Giuseppe Riva	Virtual multiple errands test (VMET): a virtual reality-based tool to detect early executive functions deficit in Parkinson's disease	Italia	2014	45 participantes entre hombres y mujeres	Enfermedad de Parkinson	The virtual multiple errands test (VMET)	funciones ejecutivas globales	
8	Lorenzo, G. Pumaré, J. Lledó, A.	Inclusion of immersive virtual learning environments and visual control systems to support the learning of students with Asperger syndrome	España	2013	La muestra incluye un primer grupo de 10 alumnos de primaria de centros públicos de la ciudad de Alicante (España) y un segundo grupo de 10 alumnos de secundaria de Alicante, entre 8 y 11 años, mientras que la edad del segundo grupo, estudiantes de secundaria, osciló entre 12 y 15 años	Síndrome de Asperger.	sistema inmersivo de realidad virtual (VR)	planificación, toma de decisiones, búsqueda organizada, control de respuestas inapropiadas y flexibilidad de pensamiento, capacidad de planificar, controlar las respuestas y de cumplir con las normas (cómo empezar, qué hacer, cómo hacerlo y pasos a seguir).	Los estudiantes con síndrome de Asperger, a través de estrategias visuales como el IVE, y mediante una planificación altamente estructurada y repetitiva tareas de apoyo, puede mejorar la adquisición de funciones ejecutivas y habilidades sociales. Tanto los estudiantes de primaria como de secundaria presentaron dificultades significativas al inicio de la implementación de los protocolos (IVE) y (RV) (desconocimiento de los pasos necesarios para llevar a cabo estas tareas). Varias dificultades han sido detectadas a lo largo del proceso de trabajo dentro del IVE y al final de la investigación, la mayoría de los estudiantes realizaron las tareas con resultados aceptables, incluso en el bloque de habilidades sociales donde se encontraron las mayores dificultades. Esto sucedió especialmente cuando las tareas se realizaron en un entorno menos estructurado como el patio de recreo.
9	Kokubo, N. Yakui, Y. Saitoh, Y. Murata, M. Maruo, K. Takahashi, Y. Shimizu, I. Yoshimoto, S. Horikoshi, M.	A new device-aided cognitive function test, User Experience Trial Making Test (UX-TMT), sensitivity directly neuropsychological performance in patients with dementia and Parkinson's disease	Japón	2018	84 personas entre los 27 y 86 años de edad, divididos en tres grupos: controles sanos, personas con enfermedad de Parkinson y personas con deterioro cognitivo leve y demencia.	Detección de deterioro cognitivo en adultos japoneses	aplicación móvil "prueba de creación de senderos Experiencia del usuario (UX-TMT).	memoria de trabajo visoespacial, atención sostenida, cambio de set, memoria verbal.	El UX-TMT tenía una alta viabilidad, sensibilidad y especificidad para discriminar entre las personas con DCL y demencia de los controles, lo que sugiere una validez de constructo adecuada. Se identificó una puntuación de corte óptima de 21 por ser útil en entornos clínicos. Las puntuaciones de UX-TMT se correlacionaron significativamente con las del MMSE-1, lo que demuestra su validez concurrente. El UX-TMT tuvo valores de alfa de Cronbach moderados, lo que indica una buena consistencia interna. El UX-TMT ahora solo está disponible en japonés, pero puede ser útil como detección masiva y para monitorear la progresión de la enfermedad de los trastornos demenciales.
10	Frithson, D.H., Assad, F., Skjoldstad, F.	Improving diabetes care for young people with type 1 diabetes through visual learning on mobile phones: Mixed methods study	Noruega	2012	Reclutamos una muestra de conveniencia de adolescentes de entre 13 y 19 años	Diabetes tipo 1	aplicaciones para teléfonos móviles	atención selectiva, la toma de decisiones, la respuesta voluntaria, la inhibición y la memoria de trabajo	La integración de los pilares del tratamiento de la diabetes en un diario basado en imágenes permitió a los jóvenes comprender mejor su tratamiento para la diabetes. Además, es más una herramienta educativa que una herramienta de comunicación. Pensamos que el efecto informado del diario basado en imágenes se debe en parte a la multidimensionalidad de la corteza visual del cerebro. Los miembros de los equipos de atención de la diabetes deben tener en cuenta que el cerebro de los niños y adolescentes es inmaduro, un trabajo en progreso. Es probable que los jóvenes sean menos capaces de lo que pensamos de convertir diferentes hechos teóricos relacionados con la diabetes en conocimientos aplicados en su vida diaria.
11	Scott Ferguson, Daniel Friedland, & Emma Woodberry	Smartphone technology: Gentle reminders of everyday tasks for those with prospective memory difficulties post-brain injury		2015		Problemas de memoria prospectiva de leve a moderada después de una lesión cerebral adquirida	teléfono inteligente		Los resultados de esta investigación sugieren que la introducción de avisos recordatorios basados en teléfonos inteligentes puede generar ganancias positivas en la capacidad de completar tareas prospectivas y completadas puntualmente. Además, la introducción de los recordatorios de teléfonos inteligentes aumenta el uso del teléfono como una ayuda compensatoria para las posibles tareas de memoria diarias. Este cambio de comportamiento también se mantiene tras un seguimiento de 3 meses. El uso prolongado del sistema de teléfonos inteligentes parece aumentar la confianza para hacer frente a posibles tareas de memoria. Los informes cualitativos de los participantes y sus cuidadores sugieren que la ganancia de confianza se perciben dentro de 1 mes de uso. El análisis temático también indicó que el sistema de teléfonos inteligentes redujo la dependencia de los participantes de los cuidadores y fomentó una gestión más independiente de las actividades diarias. Esto, a su vez, tuvo un impacto positivo en el estado de ánimo de los participantes, ya que los individuos informaron que se sentían menos ansiosos y estresados por las funciones de la memoria y más felices en sí mismos.
12	Pompeo, J.E. Email Author, Mendes, F.A.D.S., Silva, K.G.D., Lobo, A.M., Oliveira, T.D.P., Zoumatti, A.P., Piemonti, M.E.P.	Effect of Nintendo Wii™Based motor and cognitive training on activities of daily living in patients with Parkinson's disease: A randomised clinical trial	Brasil	2012	Los participantes elegibles eran pacientes con un diagnóstico de enfermedad de Parkinson idiopática tratados con levodopa o sus sinérgicos; edad de 60 a 85 años; Hoehn & Yahr etapas; buena agudeza visual y auditiva; 5 a 18 años de educación; y ninguna otra enfermedad neurológica o ortopédica, demencia o depresión. Los participantes no tenían experiencia previa en el uso de Wii Fit y no habían asistido a ningún otro programa de rehabilitación. Cada participante dio su consentimiento antes de que comenzara la intervención.	Enfermedad de Parkinson	Nintendo Wii Fit™	planificación	Los dos grupos fueron evaluados antes y después del entrenamiento, y 60 días después del final del entrenamiento (seguimiento). Las evaluaciones se realizaron al mismo tiempo, en las mismas condiciones, por el mismo examinador ciego. El resultado primario fue el desempeño independiente de las actividades de la vida diaria, evaluado por la Sección II de la Escala Unificada de Calificación de la Enfermedad de Parkinson (UPDRS-II) que incluye funciones como caminar, bajar, vestimenta, cambio de posición en la cama e incidencia de caídas. La UPDRS ha sido considerada por la Movement Disorders Society como la evaluación estándar de oro para los pacientes con enfermedad de Parkinson, y es el instrumento más utilizado para sus ensayos clínicos
13	Maria-Esther Del-Moral, J., Alba-Patricia Guzmán-Duque	CityVille: juego colaborativo, comunicación y desarrollo de habilidades en redes sociales	Colombia	2014	105 jugadores: 62.9% hombres y 37.1% mujeres, edades: el 44.8% tiene entre 36-45 años; un 20.0%, entre 46-55; otro 22.0% lo representan quienes tienen entre 18-25 y un 7.6%, entre 26-35. Solo hay un 3.8% de mujeres de 55 años y un 1.0% de menores de 18 años	Sanos	se creó la comunidad FanCityVille en Facebook.	toma de decisiones, resolución de problemas memoria.	Los juegos On line aprovechan la conectividad que las redes sociales ofrecen a los usuarios para promover su interacción, presentando al juego como un recurso no solo para el entretenimiento, sino como vehículo para favorecer la comunicación e interacción entre jugadores. Simultáneamente, este formato de entrenamiento colaborativo contribuye a la adquisición y desarrollo de habilidades diversas. CityVille es una plataforma lúdica que fomenta la comunicación entre jugadores, alentando su interacción a partir del juego en red, donde es clave la planificación y la aplicación de estrategias eficaces para avanzar y alcanzar mayores logros y cuotas de poder expandiendo sus ciudades. Las motivaciones de los usuarios para jugar en CityVille están asociadas a que los resulta divertidos, se sienten felices, satisfechos y realizados jugando. Se perciben en la investigación los justos por la sensación que tiene los ofrecer para divertirse, obtener energía para seguir jugando y conectar con otros jugadores, tener algo propio aunque sea virtual, aprender o compartir nuevas estrategias (66.6%) y conocer gente nueva.
14	Kuo-Ting Huang, PhD	Exergaming Executive Functions: An Immersive Virtual Reality-Based Cognitive Training for Adults Aged 50 and Older	Indiana	2020	Un total de 37 participantes (edad media = 61.93, desviación estándar = 8.21; mujer = 24).		exergame (Fun Fit Jr)	control inhibitorio, cambio de tarea, flexibilidad, memoria de trabajo	A medida que las tecnologías virtuales inmersivas se vuelven más populares y asequibles, las personas que desean mejorar el deterioro cognitivo o evitar los déficits cognitivos pueden beneficiarse del uso de exergaming en VE. Este estudio muestra las posibilidades de aplicar las tecnologías de realidad virtual inmersiva a exergaming, lo que amplifica las ventajas de los exergames, que tienen los beneficios de la actividad física y el atractivo de los videojuegos. En general, la investigación actual también demuestra los beneficios cognitivos del ejercicio de realidad virtual inmersiva para personas de 50 años o más.
15	Pedro Gamito, Jorg Oliveira, Carla Coelho, Diogo Moraes, Paulo Lopes, José Pacheco, Rodrigo Brito, Fabio Soares, Nuno Santos & Ana Filipa Buzata	Cognitive training on stroke patients via virtual reality-based serious games	Portugal	2015	La muestra final de 20 pacientes con ictus con una edad media de 55 años	ictus	Serious Games (entorno de realidad virtual)	memoria de trabajo y atención	