

# UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



## FACULTAD DE PSICOLOGÍA



### Trabajo Fin de Grado en Psicología Convocatoria Junio 2020

**IMPACTO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA EN EL CEREBRO Y  
LOS PROCESOS PSICOLÓGICOS: UNA PROPUESTA DE  
INTERVENCIÓN EN PERSONAS CON DETERIORO  
COGNITIVO LEVE Y DEMENCIA DE ALZHEIMER**

**IMPACT OF PHYSICAL ACTIVITY ON THE BRAIN AND  
PSYCHOLOGICAL PROCESSES: A PROPOSAL FOR  
INTERVENTION IN PEOPLE WITH MILD COGNITIVE  
IMPAIRMENT AND ALZHEIMER'S DEMENTIA**

Autor: Juan Manuel Segura Montávez

Tutora: María Inmaculada Cubero Talavera

**Resumen:** Compuesto de dos partes complementarias, este trabajo traza una línea desde lo general a lo particular. En su primera mitad, con carácter de revisión narrativa, comenzará ahondando en el concepto de salud integral, sus principios fundamentales y mecanismos y, en especial, en los efectos beneficiosos de la actividad física sobre el trinomio cuerpo-cerebro-procesos psicológicos. Desde este enfoque, se hará un recorrido por algunos de los últimos estudios en el campo de la actividad física como generador de cambios a nivel neuroanatómico, hormonal y psicológico a través de todo tipo de población, y de cómo incluso éste ha conseguido adaptarse a su tiempo a través del llamado Exergaming. Hacia el final de la primera mitad se hará hincapié a través de diversos estudios, en la aplicación de la actividad física como tratamiento a la hora de paliar los síntomas del deterioro cognitivo en adultos mayores, que desemboca en demencias, destacando entre ellas la demencia de Alzheimer.

Así comienza la segunda parte, consistente en una propuesta de intervención que toma salida con una profundización narrativa del reto al que se enfrenta con la demencia de Alzheimer y, siempre poniendo en valor a la actividad física como principal freno de ésta, también contextualizada en el más actual marco histórico de la COVID-19. Sobre el último tramo de la segunda parte, se desglosarán los objetivos que se quieren lograr a través de la intervención con el exergame Wii-Fit Plus y el dispositivo Balance Board; además de la metodología utilizada en ésta propuesta dirigida a una población de adultos mayores con deterioro cognitivo leve y demencia tipo Alzheimer en estadio leve.

**Abstract:** Composed of two complementary parts, this work draws a line from the general to the particular. In its first half, as a narrative review, it will begin by delving into the concept of integral health, its fundamental principles and mechanisms and, especially, the beneficial effects of physical activity on the body-brain-psychological processes trinomial. From this approach, a tour of some of the latest physical activity studies will be made, as a generator of changes at the neuroanatomic, hormonal and psychological levels across all types of population, and how even this has managed to adapt to its time through the so-called Exergaming. Towards the end of the first half, through various studies, emphasis will be placed on the application of physical activity as a treatment to alleviate the symptoms of cognitive decline in older adults, which leads to dementias, highlighting Alzheimer's dementia.

This is how the second part begins, consisting of an intervention proposal that begins with a narrative deepening of the challenge faced with Alzheimer's dementia and, always highlighting physical activity as its main brake, also contextualized in the most current historical framework of COVID-19. On the last section of the second part, the objectives to be achieved through the intervention with the Wii-Fit Plus exergame and the Balance Board device will be described; in addition to the methodology used in this proposal aimed at a population of older adults with mild cognitive impairment and mild-stage Alzheimer's dementia.

## ÍNDICE

<b>Resumen .....</b>	<b>2</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>2</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>2. REVISIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>11</b>
<b>4. OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
<b>5. METODOLOGÍA .....</b>	<b>15</b>
<b>5.1. Diseño de la Intervención y Participantes .....</b>	<b>15</b>
<b>5.2. Instrumentos de Medida cognitiva, social, física y afectiva .....</b>	<b>16</b>
<b>6. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>19</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>21</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día se podría definir el concepto de salud como según la OMS puso en nuestra mano tras consensuarlo internacionalmente en 1946 “La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades” (OMS, 1948), pero la realidad es que la sociedad se encuentra en la segunda década del siglo XXI y que es el momento de visitar el término de salud e incluso ir un paso más allá, poner sobre la mesa la idea de Salud Integral.

En este punto se debería proceder a diseminar, ¿qué es la salud integral?. Se dice que la salud integral es el estado de bienestar pleno en el que los elementos corporales, biológicos, afectivos, psíquicos, espirituales y sociales, se encuentran balanceados en perfecta armonía. Lo cierto es que la idea de equilibrio inunda todos y cada uno de los cimientos sobre los que se asienta la Salud Integral, aunque tampoco es una idea nueva, ya que al remontarse al siglo I, el poeta latino Décimo Julio Juvenal imprimió en la historia la famosa frase “Ánima sana in corpore sano”, que en el presente vendría a decir a algo así como “La mente sana genera un cuerpo sano” (Pascual-Leone et al., 2019) (y viceversa, sería posible añadir), y cuyo eco aún resuena con fuerza en la actualidad.

Como ha sido comentado anteriormente, al hablar de este concepto, se hablaría del balance entre las partes y el todo, en el que los elementos se podrían presentar en un breve esquema como: el cuerpo, el cerebro y la mente. Sólo con estos tres elementos se puede dar en la diana para conseguir una Salud Integral, pero si se debe comenzar por alguno de ellos, este tiene que ser sin duda el cerebro. Es el cerebro quien lleva la batuta y marca el tempo de todo este gran sistema, por lo tanto la salud del resto de componentes pasa por mantener la salud del cerebro. En un breve ejemplo ilustrativo para subrayar el cuidado de este entramado de salud tan íntimamente relacionado, fácilmente se pueden relacionar pensamientos que induzcan a las personas a niveles lo suficientemente altos de estrés o ansiedad con diversos problemas físicos (las más leves como pueden ser reacciones dérmicas o mayor vulnerabilidad vírica, y las más graves como problemas coronarios, vasculares o incluso la muerte súbita) o diferentes formas de déficits cognitivos (como reducciones en las capacidades atencionales y de memoria) (Cubero Talavera, 2020).

Al hablar del cerebro se estaría hablando ni más ni menos que del fruto de miles de años de evolución y cambios que han llevado a este preciado órgano a convertirse en la cúspide de la capacidad tan genuinamente única de adaptación frente al entorno (tanto físico como social)

en la especie humana, gracias a dos cualidades de éste tales como la Plasticidad Sináptica y los Mecanismos Epigenéticos (Pascual-Leone et al., 2019). En efecto, al hablar de plasticidad sináptica en el cerebro no sería más que una referencia a la propiedad de modificabilidad del cerebro, por la cual es posible llegar a ser los arquitectos del mismo a través del enriquecimiento que sustenta el entorno. Por ejemplo, es conocido que existe un gen llamado Apolipoproteína E4 (APOE4) cuyo papel es fundamentalmente ser la mayor causa de riesgo genético de desarrollar una demencia tipo Alzheimer, pues según algunos estudios de actividad física y pacientes con este gen, estos dos factores podrían ser inversamente proporcionales, es decir, a mayor actividad física realizada, menor sería la influencia del “susodicho” gen en el riesgo de padecer posteriormente Alzheimer (Brini et al., 2017). Pero, ¿exactamente qué se quiere decir con esto? básicamente, que la opción de la reversibilidad en lo que a ciertas cuestiones de la salud se refiere está ahí, pero es necesario saber cómo desarrollarla mediante la puesta en práctica de los principios que ayudan a alcanzar la Salutogénesis (Rodríguez et al., 2016).

Como se ha señalado, el entorno tiene la capacidad de enriquecer al ser humano y favorecer los dos principales procesos de Plasticidad Sináptica, conocidos como sinaptogénesis y neurogénesis (creación de nuevas conexiones neuronales y nacimiento de nuevas neuronas, respectivamente) (Fortuño-Godes, J. 2017), además de actuar sobre los genes que posee éste de forma que pueda sacarles el mejor rendimiento y finalmente, el mayor beneficio para la salud del cerebro. Sin embargo, para conseguir estos objetivos y alcanzar una óptima salud cerebral se deben seguir 8 sencillos puntos que se desarrollarán a continuación: 1) Evitar ante todo el estrés; 2) Practicar actividad física o disfrutar de un deporte con el que se disfrute; 3) Mantener una alimentación equilibrada, ¡el trinomio cuerpo, cerebro y mente también necesitan combustible para funcionar, al igual que una máquina!; 4) A la par que el cuerpo, es necesario entrenar la mente; 5) Escuchar música, aprender a tocar un instrumento, bailar...; 6) Entrenar la actitud frente a la vida, una combinación de optimismo realista y resiliencia puede ser crucial; 7) Descansar e intentar tener un sueño de calidad; 8) Cultivar las relaciones con los demás (Pascual-Leone et al., 2019).

## 2. REVISIÓN

Esta revisión busca la finalidad de centrarse en el segundo punto, el beneficioso efecto de la actividad física sobre el cerebro y consecuentemente, sobre las funciones cognitivas. La actividad física se define como aquel movimiento corporal que resulta en un gasto energético superior al que se tendría en estado de reposo. La actividad física es objeto de recomendación por parte de los organismos de salud (Haskell et al., 2007), y no es para menos, dado sus ganancias. En una serie de estudios con adultos mayores físicamente activos frente a homólogos sedentarios, se demostró que estos primeros obtenían mejores resultados en pruebas de memoria, razonamiento, tiempo de reacción, atención (Clarkson-Smith y Hartley, 1989), inteligencia fluida (Powell y Pohndorf, 1971), inhibición de respuesta, planificación, atención selectiva, tareas visuoespaciales y en resumen, tareas íntimamente relacionadas con la función ejecutiva (Colcombe y Kramer, 2003) y la cognición global (Law et al., 2014; Marshall et al., 2011).

Pero, para obtener estos resultados, ¿qué clase de cambios se dan a nivel neuroanatómico, es decir, qué cambia en el cerebro?. Al parecer algunas de las áreas que más se ven afectadas a causa de la edad o de diversos deterioros cognitivos (entre los que destaca por su prevalencia la demencia tipo Alzheimer) son el hipocampo (Erickson et al., 2011), las áreas parahipocampales (Cui et al., 2018), el área prefrontal (Voss et al., 2011), el neocórtex (Hedman et al., 2012), regiones cerebelosas (Thomas et al., 2012), la precuña, el giro cingulado anterior (Austin et al., 2011; Binnewijzend et al., 2013; van Osch y M., 2011), la sustancia blanca (Colcombe et al., 2004) y la sustancia gris (Varma y Watts, 2017). El mecanismo es el siguiente, parece ser que la actividad física contribuye al aumento de unas hormonas llamadas factores de crecimiento, tales como el BDNF (Brini et al., 2017), el VEGF, el IGF-1 (Cui et al., 2018) y el FCN (Insua, M. F., 2003), que actúan, entre otras cosas, como los impulsores del crecimiento nervioso, o en otras palabras, de los anteriormente citados, procesos de sinaptogénesis y neurogénesis. Éstas, gracias a su acción, repercuten en un aumento del volumen sanguíneo y de la circulación sanguínea a nivel cerebral y corporal, y finalmente en un aumento (en el caso de las personas con una edad avanzada o con demencia) o una estabilización del deterioro de las áreas cerebrales mencionadas (Smith et al., 2010). Además, se ha observado que gracias a este mecanismo, mayores niveles de actividad física se relacionan con una disminución de los niveles de algunos biomarcadores de inflamación, relacionados estrechamente con el desarrollo de

deterioros cardiovasculares y estos a su vez con el desarrollo de distintos tipos de demencia (Tyndall et al., 2018). En adición, son múltiples los estudios con adultos mayores que relacionan la actividad física aeróbica con la disminución de la conducción cerebrovascular, la disminución de la presión arterial (Tyndall et al., 2018), el equilibrio de los procesos oxidativos y la ralentización del proceso de hiperfosforilación de las proteínas tau y las placas amiloides (Fredericksen et al., 2018). Al hablar de procesos vasculares podría parecer una ligera desviación del verdadero tema principal, pero no es así, de hecho la relación es más estrecha de lo que se ve a simple vista, ya que si bien la actividad física mantiene a al cerebro en forma y mejor preparado ante su deterioro, (obviando la predisposición genética a padecer una demencia) los siguientes candidatos como factores de riesgo es la lista serían un nivel educativo bajo, tener obesidad, sufrir depresión, padecer hipertensión, tener diabetes, ser fumador, la soledad social y para cerrar, llevar un estilo de vida sedentario (Frith y Loprinzi, 2018). De esta forma se cierra el círculo que, como se ha señalado, se trata de un efecto dominó en el que la actividad física puede “salvar” la caída de la siguiente pieza.

Tras todo esto, no es de extrañar que la gran mayoría de literatura existente sobre el tema se haya enfocado en el estudio de la actividad física como un potente tratamiento frente a los síntomas del deterioro cognitivo y finalmente, de la demencia (Curlick y Shors, 2013). Y no es para menos, si se traza una línea desde los estudios en animales hasta los llevados a cabo con personas propiamente diagnosticadas con cualquier tipo de demencia, se puede llegar a observar una clara evidencia de ganancias generales tras la realización de actividad física (Voss et al., 2011). Así por ejemplo, comenzando por los estudios en animales en los que se demostró que tras una intervención con ejercicio aeróbico aumentaron los niveles de factores neurotróficos en sus hipotálamos (Veronese et al., 2018). Destacados en este campo son los estudios de Sampedro-Piquero y Begega con ratones en ambientes enriquecidos y ejercicio prolongado, los cuales mostraban una mayor protección frente a los estragos del declive cognitivo con signos de una mejora significativa en su plasticidad neural, así como severas reducciones de la proteína beta amiloide en el córtex prefrontal, lo que repercutió positivamente en sus procesos de aprendizaje y memoria (Sampedro-Piquero y Begega., 2013). Similares resultados se encontraron en un metaanálisis, en ratones transgénicos con demencia tipo Alzheimer, cuyos niveles de proteína beta amiloide también se vieron reducidos en el córtex frontal y el hipocampo en una intervención con actividad física (Cui et al., 2018). La investigación en animales es útil ya que sirve de indicador preliminar del tipo de impacto que ejerce la actividad física en el cerebro humano y permite abrir la vía para

futuras investigaciones que ahonden en matices como en qué áreas prevalece y cómo afecta esto a los procesos cognitivos (Sampedro-Piquero y Begega., 2013). No obstante, esto no quiere decir que las evidencias de resultados en humanos sea escasa, todo lo contrario, en un metaanálisis realizado por Voss et al. se llegó a la conclusión de que la actividad física aeróbica tiene un papel absolutamente indiscutible en la protección de la salud cognitiva en adultos mayores, como factor de prevención de cualquier tipo de demencia, mejorando la conectividad de la Red Predeterminada, lo que generaría a su vez una mejora de la conectividad de la Red de Control Ejecutivo y aumentaría su actuación en tareas de memoria verbal. También en este metaanálisis se encontró que en intervenciones de actividad física de resistencia los participantes redujeron sus niveles de homocisteína (una sustancia que en exceso está relacionada con lesiones en la sustancia blanca y la demencia tipo Alzheimer), además de la atención selectiva y la resolución de conflictos con mayor velocidad. En otro metaanálisis de Frith centrado en estudios con pacientes una profunda historia familiar de Alzheimer, se podría encontrar que la actividad física produce, como se ha mencionado con anterioridad, cambios a positivos a nivel cerebral, tales como angiogénesis, (o dicho de otra forma, el nacimiento de nuevos vasos sanguíneos) aparte de otras ganancias que podrían revertir el componente genético de esta demencia (Voss et al., 2011). Resultados parecidos se hallan en el metaanálisis de Minn et al. de pacientes con deterioro cognitivo leve, en el que se muestra que niveles más intensos de actividad física reflejan mejores resultados cognitivos, ejecutivos, atencionales, de memoria y menores comportamientos alterados asociados al deterioro neuropsicológico. En la revisión de Veronese et al., se señala que la actividad física sería capaz de influir gratamente sobre los síntomas depresivos, las perturbaciones del sueño REM que sufren los pacientes con DA, sugiriendo que este tipo de intervenciones mejoraría la calidad total de horas de sueño, vinculando de forma directamente proporcional la duración de las intervenciones de tipo aeróbico con el grado de calidad. En los resultados de una intervención con actividad física realizada por Fleiner et al., se vieron reducciones considerables en los síntomas comportamentales y los comportamientos de lenguaje agitado tras la intervención. En la amplísima y detallada revisión de Tyndall et al., en la que indaga en la reciente explicación de que el beneficio de la actividad física en los procesos cognitivos de los pacientes de Alzheimer, se encontraría precisamente en los cambios a nivel cerebrovascular y, tras intervenciones de esta índole aumentaría la capacidad aeróbica máxima (VO<sub>2</sub>max) de los pacientes y, los niveles de marcadores proinflamatorios vinculados a enfermedades cardiovasculares, como el IL-6, el TNF $\alpha$ , el CRP y determinados factores de

coagulación sanguínea disminuirían. Por otra parte, la actividad física regular también ayudaría a relajar tensiones mientras altera constructivamente la percepción propia de fatiga y vigor, sumergiendo al paciente en un estado de bienestar (Veronese et al., 2018). Esto conjuga con la cada vez mayor cantidad de datos que dicen que la actividad física aeróbica también sería un tratamiento efectivo para diversos desórdenes de ansiedad como por ejemplo el trastorno de pánico (Abd El-Kader y Al-Jiffri, 2016).

Aquí es inevitable detenerse en algunas consideraciones, como son los problemas de equilibrio y marcha que comúnmente surgen junto al envejecimiento (Paillard et al., 2015), pero que en personas con DA son aún más conflictivos, ya que al parecer más del 60% de personas con DA sufren caídas cada año, un ratio muy por encima de aquellos que no tienen ninguna demencia (Rodríguez Fernández, 2019), esto además supone una de las principales causas de mortalidad, morbilidad y un mayor tanto por ciento de institucionalización (Hausdorff et al., 2001). ¿Sería posible que la actividad física también interviniese haciendo ganar equilibrio a las personas que la practican?, pues se podría decir que sí; según un novedoso metaanálisis centrarse en intervenciones en las que interviniesen ejercicios de fuerza y equilibrio sería indispensable para mejorar la estabilidad y la consistencia de la marcha andada en estos pacientes (Burton et al., 2015).

Es aquí donde se pone sobre la mesa la idea de que una intervención que combine ejercicios de diferentes modalidades (aeróbicos, de resistencia, anaeróbicos, de equilibrio y de flexibilidad) reflejaría mejores resultados que los que se centrasen en una sola modalidad (Guitar et al., 2018). Tal y como se evidencia en un estudio de Paillard et al., los ejercicios multimodales han demostrado severas ganancias a nivel de funcionamiento postural y motor. En este campo, el de la actividad física multimodal que no implique grandes riesgos es donde se han hecho valiosos avances gracias a la incursión de las nuevas tecnologías o Tics (Gschwind et al., 2015). Dispositivos que anteriormente se consideraban destinados al ocio pero que poseen unas mecánicas capaces de captar con bastante fiabilidad los movimientos del cuerpo humano, como la consola de sobremesa Wii (Nitz et al., 2010) o el sistema Kinect (Tobes Pérez y Fernández Pérez, 2017), y que igualmente poseen diversos complementos capaces de enriquecer la experiencia, como el uso de los controladores tipo Nunchuk (que transmiten el movimiento de las extremidades superiores) o el dispositivo Wii Balance Board (encargado de percibir los cambios de peso de apoyo del cuerpo), actualmente se utilizan en intervenciones (Fisiolution Las Tablas Madrid, 2011) bajo una nueva denominación, la llamada “Exergaming” o videojuegos con los que practicar ejercicio además de sacar

provecho de todas las características de un videojuego, como el entretenimiento interactivo y la ventaja de poder disfrutar de una amplia gama de retos de actividad física multimodal muy diferentes (Bamparopoulos et al., 2016) que han demostrado mayores ganancias en esta población en actividades de fuerza o equilibrio, incluso por encima de los métodos tradicionales (Karssemeijer et al., 2019). Tres de las virtudes más destacables de los exergames son: 1. La facilidad de poder realizarlos desde casa, que les da “plus” de accesibilidad, y lo que supone un paso adelante frente a las reticencias comunes de la población mayor para realizar actividades que supongan un esfuerzo físico (Franco et al., 2015). 2. La presencia de un feedback en tiempo real a través de un asistente virtual que ayuda a que la motivación no decaiga, mejorando la adherencia al programa, y que proviene al participante de instrucciones claras. 3. La alternativa económica a largo plazo que suponen frente a los planes de ejercicios tradicionales (Padala et al., 2012). En un metaanálisis realizado por Cui et al., se llegó a la conclusión de que la característica de realidad virtual que poseen los exergames hace a su vez de estimulante cognitivo (por ej: Un juego en el que se tienen que realizar ejercicios de brazos para escalar una montaña y en la pantalla se reflejaría el progreso del avatar del jugador en una montaña virtual y los puntos que tiene que alcanzar para seguir subiendo) y tras las intervenciones se reflejan al igual que en la actividad física por métodos tradicionales, ganancias en la función ejecutiva, la condición física y la velocidad de procesamiento.

### **3. JUSTIFICACIÓN**

Para hacerse una idea de la magnitud de la incidencia de la demencia tipo Alzheimer se debe hacer una retrospectiva basada en cifras. La demencia tipo Alzheimer (DA) es la demencia más común a nivel mundial, se calcula que supone entre un 50-70% del cómputo global (Picado Valverde y Pérez de Unzueta López de Echezarreta, 2018), de hecho si al remontarse al número de afectados que calculó en 2013 la Organización Internacional de la Enfermedad de Alzheimer, ésta cantidad se situaría en alrededor de 44,4 millones de afectados, que se duplicarían y hasta triplicarían exponencialmente a una cifra de 135, 5 personas para el año 2050 (Villegas, 2014), lo que supone ni más ni menos que un nuevo caso por cada tres segundos (Alzheimer's Disease International, 2018). Los datos no son mucho más alentadores en España, ya que actualmente más de 988.000 personas la padecen

(un 2,08% de la población) y concretamente en Andalucía, según un informe realizado por la Junta de Andalucía se situaría en más del 70% de las demencias reportadas en toda la comunidad. Además se considera que el predominio de la DA se situaría en un 2% en personas de 62-65 años y un 22% en los comprendidos entre los 85 y los 89 años, aunque los primeros síntomas de deterioro comiencen a manifestarse aproximadamente una década antes de su detección (Junta de Andalucía, 2017).

Tras esta pequeña introducción para “para ponerse en situación”, se procederá a explicar más en profundidad en qué consiste la DA. Este problema consiste en una pérdida gradual de funciones cognitivas y motoras entre las que destacan la atención, las memorias a corto y a largo plazo, la coordinación de movimientos y la planificación de actividades, lo que se traduce en una disminución sucesiva de las habilidades que les hacen desenvolverse en su vida cotidiana (Varma y Watts, 2017), un impacto en el ambiente de su núcleo familiar y social, un aumento en el grado de dependencia que necesitan, así como un alto coste económico tanto para su entorno en particular, como para las instituciones y el Estado en general, debido a los abusivos costes de los tratamientos, lo que en resumen se podría sintetizar en un descenso considerable de la calidad de vida (Arias Iniesta, 2018).

Por ende, esto deriva por un lado en su estrecha relación con síntomas neuropsiquiátricos de estrés, ansiedad, agresividad, desinhibición y agitación derivados de disfunciones del comportamiento (Dauwan et al., 2019), Parkinson (DHHS, 2008), problemas de sueño procedentes de alteraciones en los ritmos circadianos (Tyndall et al., 2018) o principalmente, apatía y depresión (afectando al 50% de los pacientes) (Steffens et al., 2000; Butters et al., 2008) . Y, por otro lado, también se manifiestan diversos síntomas musculoesqueléticos, como dificultades al andar, disfunciones motoras, fatiga, caídas relacionadas con problemas de equilibrio (lo que supone una de las mayores causas de institucionalización y mortalidad ya no sólo en personas con DA, si no en personas de la tercera edad en general) (Padala et al., 2017).

Por lo tanto, al considerar los datos demográficos de España, situándose a la cabeza de los países con mayor tasa de envejecimiento global (CSIC, 2019) , la importancia de un tratamiento es materia urgente, y es aquí cuando entra en escena la actividad física (AF). Actualmente, los tratamientos basados en la AF están ganando peso gracias a la cantidad de resultados positivos que se reportan en diversos estudios, que los postulan como buenos candidatos a complementar a los tratamientos farmacológicos, como un claro elemento neuroprotector, capaz de incentivar los procesos de ansiogénesis, sinaptogénesis,

neurogénesis, síntesis de neurotransmisores, flujo sanguíneo cerebral (Hoffman et al., 2016), y con un “extra” de que son fáciles de realizar y no suponen un elevado coste económico (Sperling, Aisen, Beckett et al., 2011). Además, la AF sería el protagonista perfecto para dos términos acuñados en este siglo como son el Envejecimiento Activo (OMS, 2002), descrito este como “el proceso de optimización de las oportunidades de salud, participación y seguridad en orden a mejorar la calidad de vida de las personas que envejecen” y del revolucionario concepto contemporáneo de la “gerontolescencia”, o el comienzo de una nueva etapa vital en plenitud de facultades más allá de los 65 años (International Longevity Centre Brazil, 2017).

En tiempos convulsos como los que la sociedad se encuentra atravesando, no es descabellado pronosticar que la peculiaridad de las circunstancias presentes actuarán como condicionantes para la transformación de los hábitos de la población de forma semipermanente o por lo menos con la vista puesta a un corto-medio plazo (Fernández, 2020). Las características especiales de las medidas para combatir la actual pandemia, tales como el confinamiento, marcarán a diversos niveles, y la población mayor no es una excepción en detrimento de su posición como la población más vulnerable (Barreiro García & Rodríguez Laso, 2020). En un estudio publicado recientemente en el marco del Covid-19 actual por Borges y Barbosa (2020) se llegó a la conclusión de que los exergames eran una alternativa más que aceptable en algunos casos a la actividad física convencional, demostrando su eficacia reduciendo los niveles de ansiedad provocados por las medidas de aislamiento y manteniendo el tono físico. Por lo tanto esta particularidad se presenta como un escenario único “para coger el guante” y explorar más a fondo todos los beneficios que es capaz de ofrecer una alternativa a la actividad física al aire libre, con ganancias probadas como puede ser el Exergaming (Xu et al., 2016).

#### 4. OBJETIVOS

El principal objetivo del programa de intervención es observar cambios favorables en el desarrollo de las capacidades físicas, cognitivas y el estado de salud de los pacientes diagnosticados con deterioro cognitivo leve (DCL) (Petersen, 2016), y demencia tipo Alzheimer en un estadio leve (Varma y Watts, 2017), a través del acercamiento al ejercicio, las nuevas tecnologías y la combinación de ambos con los videojuegos interactivos o “exergaming”, en una intervención de 150 minutos o más/ semana (OMS, 2010) durante 12 meses (Imayama et al., 2011) a una intensidad moderada-alta (Hoffman et al., 2016). Nuestro objetivo principal se dividirá en una amplia serie de seis subobjetivos, que en conjunto buscan la meta final de la mejora del bienestar global tanto de los participantes como de su entorno, y que se podrían clasificar en torno a los niveles cognitivo, afectivo, social y físico:

<b>SUBOBJETIVOS</b>
1. Mejorar la autonomía y forma física de los usuarios de ambos grupos, señalando mejoras en las actividades de la vida cotidiana y dotándolos de mayor independencia.
2. Mejorar las cualidades cognitivas más afectadas, como las memorias a largo y corto plazo, la orientación espacio temporal, coordinación motora, planificación, atención, concentración, lenguaje y cognición global.
3. Mejorar las capacidades motoras y musculoesqueléticas, mejorando la habilidad del equilibrio y prevenir el riesgo de caída.
4. Mejorar la calidad de vida de los participantes así como de sus cuidadores.
5. Fomentar la actividad física en personas no activas y motivar a las activas a seguir superándose, con un método seguro, asequible, al alcance de la mano y desde casa, en una población que necesita dejar el sedentarismo atrás.
6. Mejorar la calidad de sueño de los participantes.

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1. Diseño de la intervención y participantes

La intervención en cuestión se llevará a cabo en un período de 24 semanas, con 150 minutos o más de actividad por semana en sesiones de 30 minutos mínimo por día, se realizará en casa supervisada por un cuidador y se dividirá a los grupos en dos: el grupo experimental se compondrá de participantes con deterioro cognitivo leve y en estadio leve de demencia tipo Alzheimer que llevarán a cabo bajo un programa de ejercicios aeróbicos, de equilibrio y posturales, de resistencia, anaeróbicos, flexibilidad basados en los principios del Yoga y los llamados “Ejercicios Plus”, que involucran modalidades más complejas y grupos multimusculares, bajo una intensidad moderada-alta, mediante el exergame Wii-Fit Plus y el dispositivo Balance Board (Guías Nintendo, 2008), cuyos efectos serán comparados frente al grupo control, que llevará a cabo una rutina aeróbica de 12 semanas en la que saldrá a andar y 12 semanas de descanso (se les prometerá realizar el programa de ejercicios con Wii-Fit Plus al acabar la intervención para mejorar la adherencia) (Padala et al., 2017). Al finalizar cada sesión incluiremos una charla de reposo entre los participantes y sus cuidadores en las que se rememorarán los ejercicios que se han llevado a cabo durante la intervención a modo de estimulación y de paso hará a su vez como complemento de enfriamiento post-sesión a la etapa de calma que ya de por sí posee Wii-Fit Plus (Real Pérez et al., 2017).

La muestra se compondrá de 60 personas adultas con diagnósticos de Deterioro cognitivo leve (un período sintomático de transición entre el envejecimiento natural y un severo riesgo de desarrollar demencia) o Alzheimer leve, que se dividirán en dos grupos de 30 personas (a poder ser tantos varones como mujeres en ambos grupos), y que como condición tengan un cuidador a su cargo y hayan padecido alguna caída o tengan miedo a caerse. Por lo tanto los criterios de inclusión serán los siguientes: 1) Que hablen español; 2) Una puntuación entre 0,5 y 1 (de muy leve a leve) en la Escala Clínica de Demencia de Hughes (CDR); 3) Que tuviesen un mínimo de edad de 60 años; 4) Que sean persona sedentarias según los datos que podemos recoger de su entorno, familiares o cuidadores; 5) Que sus pulsaciones no sobrepasen los 100 latidos por minuto; 6) Que posean suficientes facultades auditivas y visuales para seguir el programa; 7) Que en el caso de tener medicación, ésta haya sido estable durante al menos 30 días.

Los criterios de exclusión serán los siguientes: 1) Que no padezcan problemas de movilidad de ningún tipo ni necesiten asistencia para andar; 2) Que no tengan ningún

problema cardíaco ni médico que les contraindique realizar actividad física (enfermedades crónicas, infecciones víricas, infartos de miocardio, enfermedades coronarias, problemas de hipertensión, cáncer o que sea diabético dependiente con insulina); 3) Que no hayan abusado del alcohol o las drogas en los últimos dos años ; 4) Que no padezcan ningún desorden psiquiátrico; 5) Que padezca suficiente dolor físico que le impida realizar actividades físicas; 6) Que realicen actividad física intensa regularmente dos o más veces por semana.

Una vez se han superado estos puntos y se han obtenido los consentimientos de los cuidadores para participar en la investigación se procederá a la revisión de los historiales médicos de los participantes para certificar su nivel de diagnóstico con el CDR, si se encuentran entre 0,5 (Demencia cuestionable) a 1 (Demencia leve) (Bermejo Pareja et al., 2008), y cumplen los demás criterios se les incluirá en la investigación. Pero antes de comenzar se les realizarán diferentes mediciones con diversos instrumentos para establecer el nivel basal de los pacientes; estas medidas se les tomará al principio de la intervención, a los 3 meses y a los 6 meses.

## 5.2. Instrumentos de Medida cognitiva, social, física y afectiva

- **Visión inicial:** La evaluación dará comienzo con la aplicación del Cuestionario de Salud SF-36 adaptado por Alonso et al. (2005), este cuestionario ofrece una imagen general pero lo suficientemente completa del estado de salud general del sujeto en su grado de funcionamiento físico, social, emocional y psíquico. El POMS o Profile of Mood States adaptado por Andrade et al. (2002), es un cuestionario conformado por 65 preguntas que se clasificarían en 7 grandes grupos (Tensión, Depresión, Cólera, Vigor, Fatiga, Confusión y Amistad) generalmente utilizado en el ámbito deportivo para hacer realizar evaluaciones del estado de ánimo.
- **Funciones cognitivas más afectadas:** La prueba Trail Making Test (TMT) o Test del Trazo adaptado por Fernández et al. (2002), es una batería dividida en dos partes (A y B), encargada de valorar las funciones de atención, flexibilidad mental y velocidad psicomotora, y en la que en nuestro caso utilizaremos la parte B. El Test de Colores y Palabras (STROOP) es una prueba que permite detectar el nivel de control inhibitorio que experimenta el sujeto a través de una sencilla prueba de disonancia (Golden, 2001). El Test COWA o Test de fluencia verbal es una prueba

con diferentes estratos de dificultad creciente que se encargan de evaluar la maestría verbal, además de otras funciones como la valoración del proceso de búsqueda de nuevas palabras (Buriel et al., 2004). La Batería Ejecutiva (BE25) conformada por 25 ítems especializados en detectar déficits ejecutivos en pacientes con demencia (Serrani, 2013). Se les evaluará su grado de deterioro mediante la Escala Clínica de Demencia (CDR), que se divide en los apartados de Memoria, Orientación, Juicio, Socialización, Pasatiempos en casa y Cuidado Personal (Custodio et al., 2017), así como la escala Mini Mental State Examination (MMSE) traducido al español, con una escala de puntuaciones de 0 a 30 puntos, capaz de detectar déficits en los ámbitos ejecutivos de orientación espacio temporal, percepción, memoria, concentración, pensamiento matemático, lenguaje, percepción viso espacial y seguimiento de órdenes (Lobo, 1999); y también mediante el ADAS test (Escala de Evaluación de la Enfermedad de Alzheimer) para cuantificar el estado cognitivo en referencia al Alzheimer mediante un total de 21 ítems que evalúan tanto funciones cognitivas como el estado de ánimo y múltiples actos comportamentales característicos del cuadro clínico (Pascual et al., 1997).

- **Desempeño físico:** Para realizar una evaluación de la capacidad de movilidad de los pacientes, se les administrará la Escala de Equilibrio de Berg (BBS), con un margen de puntuación de 0 a 56, se orienta a valorar el rendimiento en tareas de equilibrio autonómico para personas mayores (Berg et al., 1992).
- **Grado de autosuficiencia:** Se medirá la confianza de los participantes al realizar actividades de la vida diaria con la Falls Efficacy Scale (FES-I) traducida al español por Araya et al. (2017), organizada en una escala de 10 a 100, donde las puntuaciones menores reflejan mayor confianza al llevar a cabo las actividades de la vida cotidiana. Para evaluar el grado de calidad de vida e independencia en las tareas periódicas en los participantes se les administrará en primer lugar la escala Quality of Life (QOL-AD), que consta de 13 ítems que informan desde la autopercepción de valores como el estado físico, el estado de humor, sus relaciones sociales, la autosatisfacción al realizar actividades, su estado económico y demás cuestiones referentes a su situación personal (Gómez et al., 2012); seguido de este se les evaluará mediante el Índice de Katz de independencia en las actividades de la vida diaria, que valora el grado de independencia para realizar actividades tan

cotidianas como cocinar, bañarse, comer, vestirse, andar o ir al servicio (Katz et al., 1970); y por último la Escala de Lawton y Brody para las actividades instrumentales de la vida diaria (AIVD) adaptado al español por Bilbao et al. (2012), que se encarga de medir la habilidad de los participantes para llevar a cabo actividades secuenciales tales como prepararse el almuerzo, llamar por teléfono, conducir, ir de compras o hacer la colada, bajo una escala del 0 al 23, donde 0 significa el máximo grado de independencia.

- **Bienestar del cuidador:** Igualmente evaluaremos a los cuidadores a través de la entrevista de sobrecarga del cuidador de Zarit o Zarit Burden Interview (ZBI) por ser una de las más utilizadas en el ámbito gerontológico (Bianchi et al., 2016). Esta escala se trata de una entrevista semiestructurada que recoge las preguntas más comunes sobre el ámbito laboral de los cuidadores de personas con demencia y evalúa la sensación subjetiva de agotamiento y desempeño llevado a cabo por estos en su trabajo (Regueiro Martínez et al., 2007).
- **Calidad del sueño:** Por último, tanto en cuidadores como en participantes se les evaluará su calidad del sueño a través del Índice de calidad de sueño de Pittsburgh (PSQI), compuesto por una serie de 19 ítems autoadministrados que informan de diferentes variables del sueño como la calidad, la latencia, la duración, la eficiencia y las alteraciones, si tienen que tomar medicación y la alteración diurna (Lomelí et al., 2008).

Tras la fase de aleatorización, sería conveniente que un asistente de la propia intervención visitará a los participantes del grupo experimental casa por casa para enseñarles a utilizar el dispositivo tanto a ellos como a su cuidador. Tras asegurarse de que las instrucciones están claras, el asistente llevará a cabo un seguimiento telefónico el primer día después de instalar el dispositivo, al final de la primera semana después de comenzar el programa y al final, cada dos semanas para cerciorarse de la ausencia de problemas, sucesos adversos e insuflar ánimo (Padala et al., 2017).

## 6. CONCLUSIÓN

Los principales objetivos que se han perseguido con este trabajo se podrían sintetizar en tres palabras: integrar, divulgar y adaptarse. Cuando se habla de integrar, es una clara referencia a la necesaria cooperación multidisciplinar entre profesionales de distintas ramas ya no sólo de la Psicología, sino incluso de la Medicina, la Enfermería o las Ciencias del Deporte, que persiguen una misma meta y han logrado entretejer una red de conocimientos cooperativos alrededor de la idea de la terapia a través de la actividad física y la ralentización del natural deterioro cognitivo. La apuesta es sencilla y los métodos actuales reportan una ganancia modesta ante la imposibilidad actual de cura, por lo tanto la actividad física se postularía como una alternativa capaz y asequible frente a los elevados costes que se invierten en este problema.

Es aquí también cuando a través de la divulgación se ha buscado destacar desde un punto de vista científico los mecanismos que subyacen a la efectividad de este tipo de terapias, y la implorante necesidad de una acotación metodológica que encuentre a través de la investigación (como se suele decir coloquialmente “más pronto que tarde”) la fórmula más homogénea para el tiempo, tipo de ejercicios e instrumentos, que reporten la mejor tasa de beneficio salutogénico frente a un problema de tanta magnitud, que no sólo afecta a quien lo padece, sino que pesa gravemente en su entorno, recalcando más si cabe aquí la, en ocasiones titánica, labor de las familias y los cuidadores; y que en el escenario de los últimos meses se habrá tornado en una mayoría de casos, en una implicación aún más exhaustiva si cabe. De esta forma hilvanando se alcanzaría el mensaje de adaptación anteriormente referido, ya que centrándonos en este punto en el componente de propuesta de intervención a través de los exergames que señala este trabajo, se recorrerían nuevos caminos dentro de la propia terapia con actividad física que han sido aún escasamente explorados pero que se muestran ambiciosos dados los precedentes. Además de convertir los propios salones en entornos seguros, con actividades adaptativas, más directivas y diversas al dirigirse a la población mayor, el propio carácter de amoldamiento implícito en las últimas tecnologías le da un carácter versátil a este tipo de intervenciones que ya no sólo tienen la vista puesta en el futuro sino que se han “colado” de lleno en el presente.

A modo de cierre, como se ha señalado en anteriores líneas, pese a que el grueso de investigación en este campo es amplio, los cabos sueltos en éste son todavía demasiado esenciales, debido a la falta de un consenso realmente compacto en cuanto a uniformidad

metódica se refiere, no se podría más que concluir que sin duda alguna éste se trata de un campo de estudio aún en sus primera etapa, con un vasto horizonte por delante y nuevos medios que le permitirán evolucionar. No obstante y pese a esto, bajo prometedores resultados continúan dibujándose aún los todavía desconocidos beneficios provenientes de la actividad física, lo que arroja un rayo de esperanza a los futuros investigadores que elijan éste camino como el suyo propio.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Abd El-Kader, S. M., Al-Jiffri, O. H. (2016). Aerobic exercise improves quality of life, psychological well-being and systemic inflammation in subjects with Alzheimer's disease. *Afri Health Sci*, 16(4), 1045-1055. <http://dx.doi.org/10.4314/ahs.v16i4.22>
2. Alzheimer's Disease International. (2018). Informe mundial sobre el Alzheimer 2018. La investigación de vanguardia sobre la enfermedad: Nuevas fronteras. Recuperado de <https://www.alz.co.uk/research/worldalzheimerrreport2018-spanish.pdf>
3. Andrade Fernández, E. M., Arce Fernández, C., y Seoane Pesqueira, G. (2002). Adaptación al español del cuestionario "Perfil de los Estados de Ánimo" en una muestra de deportistas. *Psicothema*, 14(4), 708-713. <http://www.psicothema.es/pdf/788.pdf>
4. Araya, A. X., Valenzuela, E., Padilla, O., Iriarte, E., y Caro, C. (2017). Preocupación a caer: validación de un instrumento de medición en personas mayores chilenas que viven en la comunidad. *Revista Española de Geriatría y Gerontología*, 52(4), 188-192. <http://doi.org/10.1016/j.regg.2016.12.003>
5. Arias Iniesta, J. (2018). *Frenando el Alzheimer con el ejercicio físico* (Trabajo de Fin de Grado). Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España.
6. Austin, B.P., Nair, V.A., Meier, T.B., Xu, G., Rowley, H.A., Carlsson, C.M., Johnson, S.C., Prabhakaran, V. (2011). Effects of hypoperfusion in Alzheimer's disease. *J. Alzheimers Dis.* 26(3), 123–133. <https://doi.org/10.3233/JAD-2011-0010>
7. Bamparopoulos, G., Konstantinidis, E., Bratsas, C., y Bamidis, P. D. (2016). Towards exergaming commons: composing the exergame ontology for publishing open game data. *Journal of Biomedical Semantics* 7, 4. <http://doi.org/10.1186/s13326-016-0046-4>
8. Barreiro García, P., & Rodríguez Laso, A. (2020). COVID-19 (coronavirus). Actualización de recomendaciones para las personas en mayor riesgo y sus familiares. Envejecimiento en red. <http://envejecimientoenred.es/covid-19-coronavirus-medidas-de-proteccion-para-personas-mas-vulnerables/>
9. Berg, K., Maki, B., Williams, J. L, Holliday, P., Wood-Dauphine, S. (1992) A comparison of clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch Phys Med Rehab*, 73, 1073-83.

- <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/5801/Anexo%204.%20ESCALA%20DE%20AUTONOMIA%20DE%20BERG.pdf?sequence=5>
10. Bermejo Pareja, F., Porta-Etessam, J., Díaz Guzmán, J., y Martínez-Martín, P. (2008). *Más de cien escalas en neurología* (pp. 160-162). Madrid, España: Ed. Aula Médica. [http://www.neuroloxia.com/wp-content/uploads/2009/06/escalas\\_en\\_neurologia\\_marzo.pdf](http://www.neuroloxia.com/wp-content/uploads/2009/06/escalas_en_neurologia_marzo.pdf)
  11. Bianchi, M., Décimo Flesch, L., da Costa Alves, E. V., Taveres Batistoni, S. S., Liberalesso Neri, A. (2016). Zarit Burden Interview Psychometric Indicators Applied in Older People Caregivers of Other Elderly. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*, 24, e2835. <http://dx.doi.org/10.1590/1518-8345.1379.2835>
  12. Bilbao, A., Vergara, I., Orive, M., Garcia-Gutierrez, S., Navarro, G., Quintana, J. M. (2012). Validation of the Spanish version of the Lawton IADL Scale for its application in elderly people. *Health Qual Life Outcomes*, 10, 130. <https://bi.cibersam.es/busqueda-de-instrumentos/ficha?Id=416>
  13. Binnewijzend, M.A., Kuijter, J.P., Benedictus, M.R., van der Flier, W.M., Wink, A.M., Wattjes, M.P., van Berckel, B.N., Scheltens, P., Barkhof, F. (2013). Cerebral blood flow measured with 3D pseudocontinuous arterial spin-labeling MR imaging in Alzheimer disease and mild cognitive impairment: a marker for disease severity. *Radiology* 267, 221–230. <https://doi.org/10.1148/radiol.12120928>
  14. Borges Viana, R., & Barbosa de Lira, C. A. (2020). Exergames as Coping Strategies for Anxiety Disorders During the COVID-19 Quarantine Period. *GAMES FOR HEALTH JOURNAL: Research, Development, and Clinical Applications* 9 (3). <http://doi.org/10.1089/g4h.2020.0060>
  15. Brini, S., Sohrabi, H.R., Peiffer, J. J., Karrasch, M., Hamalainen, H., Martins, R. N., y Fairchild, T. J. (2017) Physical Activity in Preventing Alzheimer’s Disease and Cognitive Decline: A Narrative Review. *Sports Med.* <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0787-y>
  16. Buriel, Y., Gramunt Fombuena, N., Böhm, P., Rodés, E., Peña-Casanova, J. Fluencia verbal. Estudio normativo piloto en una muestra española de adultos jóvenes (20 a 49 años). (2004). *Neurología*, 19(4),153-159. <https://bi.cibersam.es/busqueda-de-instrumentos/ficha?Id=191>

17. Burton, E., Cavalheri, V., Adams, R., Browne, C. O., Boverly-Spencer, P., Fenton, A. M., Campbell, B. W., Hill, K. D. (2015). Effectiveness of exercise programs to reduce falls in older people with dementia living in the community: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Interventions in Aging* 10, 421–434. <http://dx.doi.org/10.2147/CIA.S71691>
18. Butters, M. A., Young, J. B., Lopez, O., Aizenstein, H. J., Mulsant, B. H., Reynolds, C. F., DeKosky, S. T., y Becker, J. T. (2008). Pathways linking late life depression to persistent cognitive impairment and dementia. *Dialogues Clin. Neurosci.* 10(3), 345–357. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2872078/>
19. Clarkson-Smith, L., y Hartley, A.A. (1989). Relationships between physical exercise and cognitive abilities in older adults. *Psychology and Aging* 4(2), 183-189. <https://doi.org/10.1037//0882-7974.4.2.183>
20. Colcombe, S., y Kramer, A.F. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychological Science* 14(2), 125-130. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.t01-1-01430>
21. Colcombe, S.J., Kramer, A.F., Erickson, K. I., Scalf, P., McAuley, E., Cohen, N. J., Webb, A., Jerome, G.J., Marquez, D.X., y Elavsky, S. (2004). Cardiovascular Fitness, cortical plasticity, and aging. *Proc.Natl.Acad.Sci.U.S.A.* 101, 3316–3321. <https://doi.org/10.1073/pnas.0400266101>
22. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (2019). Un perfil de las personas mayores en España, 2019. Indicadores estadísticos básicos. Informes Envejecimiento (22). <https://digital.csic.es/bitstream/10261/180092/1/enred-indicadoresbasicos2019.pdf>
23. Cubero Talavera, M. I. (2020). Webinar: ¿Buscas salud integral?: Usa tu cerebro, con Inmaculada Cubero - recording 1. España. Recuperado de <https://us.bbcollab.com/recording/a2bfbe2b6c0d4b549ae9f78d564243ea>
24. Cui, M. Y., Lin, Y., Sheng, J. Y., Zhang, X., y Cui, R. J. (2018) Exercise Intervention Associated with Cognitive Improvement in Alzheimer’s Disease: Review Article. *Hindawi. Neural Plasticity (2018)* <https://doi.org/10.1155/2018/9234105>
25. Curlik, D. M., Shors, T. J. (2013). Training your brain: Do mental and physical (MAP) training enhance cognition through the process of neurogenesis in the hippocampus?. *Neuropharmacology* 64, 506-514. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropharm.2012.07.027>

26. Custodio, N., Becerra-Becerra, Y., Alva-Díaz, C., Montesinos, R., Lira, D., Herrera-Pérez, E., Cuenca-Alfaro, J., Valeriano-Lorenzo, E., Castro-Suárez, S. (2017). Validación y precisión de la escala de deterioro global (GDS) para establecer severidad de demencia en una población de Lima. *Rev CES Med*, 31(1), 14-26. <http://dx.doi.org/10.21615/cesmedicina.31.1.2>
27. Dauwan, M., Begemann, M. J. H., Slot, M. I. E., Lee, E. H. M., Scheltens, P., Sommer, I. E. C. (2019). Physical exercise improves quality of life, depressive symptoms, and cognition across chronic brain disorders: a transdiagnostic systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Neurology*. <https://doi.org/10.1007/s00415-019-09493-9>
28. DHHS. (2008). Guidelines Advisory Committee Report, 2008. Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report. Washington, DC: US Department of Health and Human Services. [https://health.gov/sites/default/files/2019-10/CommitteeReport\\_7.pdf](https://health.gov/sites/default/files/2019-10/CommitteeReport_7.pdf)
29. Erickson, K.I., Voss, M.W., Prakash, R.S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., Kim, J.S., Heo, S., Alves, H., White, S. M., Wojcicki, T. M., Mailey, E., Vieira, V. J., Martin, S. A., Pence, B. D., Woods, J. A., McAuley, E., Kramer, A. F. (2011) Exercise training increases size of hippocampus and improve memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108(7), 3017-3022. <https://doi.org/10.1073/pnas.1015950108>
30. Fernández, A. L., Marino, J. C., Alderete, A. M. (2002) Estandarización y validez conceptual del test del trazo en una muestra de adultos argentinos. *Revista de Neurología Argentina*, 27:83-8. <https://bi.cibersam.es/busqueda-de-instrumentos/ficha?Id=27>
31. Fernández, E. (2020). La pandemia de coronavirus podría durar 2 años y no estará controlada hasta que se hayan inmunizado dos tercios de la población mundial, según advierte un reciente estudio. Business Insider. <https://www.businessinsider.es/pandemia-coronavirus-podria-durar-2-anos-tardara-remitir-632639/>
32. [Fisiolution Las Tablas Madrid- Clínica de Fisioterapia y Podología]. (2011, Octubre 26). Wii fit (FISIOLUTION) Rehabilitacion de la propiocepción y equilibrio. Fisioterapia las tablas [Archivo de vídeo]. <https://www.youtube.com/watch?v=VCgHP1UoXYc>

33. Fleiner, T., Dauth, H., Gersie, M., Zijlstra, W., y Haussermann, P. (2017). Structured physical exercise improves neuropsychiatric symptoms in acute dementia care: a hospital-based RCT. *Alzheimer's Research & Therapy* 9, 68. <https://doi.org/10.1186/s13195-017-0289-z>
34. Franco, M. C., Tong, A., Howard, K., Sherrington, C., Ferreira, P. H., Pinto, R. Z., Ferreira, M. L. (2015). Older people's perspectives on participation in physical activity: a systematic review and thematic synthesis of qualitative literature. *Br J Sports Med* 49:1268–1276. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094015>
35. Frederiksen, K. S., Gjerum, L., Waldemar, G., y Hasselbalch, S. G. (2018). Effects of Physical Exercise on Alzheimer's Disease Biomarkers: A Systematic Review of Intervention Studies. *Journal of Alzheimer's Disease* 61, 359–372. <https://doi.org/10.3233/JAD-170567>
36. Frith, E., Loprinzi, P. D. (2018). Physical activity is associated with higher cognitive function among adults at risk for Alzheimer's disease. *Complementary Therapies in Medicine* 36, 46–49. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2017.11.014>
37. Fortuño-Godes, J. (2017). Relación entre ejercicio físico y procesos cognitivos en las personas mayores. *Ágora para la Educación Física y el Deporte* 19(1), 73-87. <https://doi.org/10.24197/aefd.1.2017.73-87>
38. Golden, C. J. (2001) Test de Colores y palabras Stroop. Manual. Madrid: TEA EDICIONES. <https://bi.cibersam.es/busqueda-de-instrumentos/ficha?Id=26>
39. Gómez-Gallego, M., Gómez-Amor, J., y Gómez-García, J. (2012). Validación de la versión española de la escala QoL-AD en pacientes con enfermedad de Alzheimer, cuidadores y profesionales sanitarios. *Neurología*, 27(1), 4-10. <http://doi.org/10.1016/j.nrl.2011.03.006>
40. Guías Nintendo. (2009). Guía, trucos y ayuda de Wii Fit Plus. [https://www.guiasnintendo.com/2a\\_WII/wii\\_fit\\_plus/wii\\_fit\\_plus\\_sp/welcome.html](https://www.guiasnintendo.com/2a_WII/wii_fit_plus/wii_fit_plus_sp/welcome.html)
41. Guitar, N. A., Connelly, D. M., Nagamatsu, L. S., Orange, J. B., Muir-Hunter, S. W. (2018). The effects of physical exercise on executive function in community-dwelling older adults living with Alzheimer's-type dementia: A systematic review. *Ageing Research Reviews*. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2018.07.009>
42. Gschwind, Y. J., Schoene, D., Lord, S. R., Ejupi, A., Valenzuela, T., Aal, K., Woodbury, A., y Delbaere, K. (2015). The effect of sensor-based exercise at

- home on functional performance associated with fall risk in older people – a comparison of two exergame interventions. *European Review of Aging and Physical Activity* 12, 11. <https://doi.org/10.1186/s11556-015-0156-5>
43. Haskell, W.L., Lee, I.-M., Pate, R.R., Powell, K.E., Blair, S.N., Franklin, B.A., Macera, C.A., Heath, G.W., Thompson, P.D., Bauman, A. (2007). Physical Activity And Public health: updated recommendation for adults from American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med.Sci.Sports Exerc.* 39, 1423–1434. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3180616b27>
44. Hausdorff, J. M., Rios, D. A., y Edelberg, H. K. (2001). Gait Variability and Fall Risk in Community-Living Older Adults: A 1-Year Prospective Study. *Arch Phys Med Rehabil*: 82. <http://doi.org/10.1053/apmr.2001.24893>
45. Hedman, A.M., Van Haren, N. E. M., Schnack, H. G., Kahn, R. S., y Hulshoff Pol, H.E. (2012) Human brain changes across the life span: A review of 56 longitudinal magnetic resonance imaging studies. *Hum Brain Mapp.* 33(8), 1987–2002. <https://doi.org/10.1002/hbm.21334>
46. Hoffmann, K., Sobol, N. A., Frederiksen, K. S., Beyer, N., Vogel, A., Vestergaard, K., Brændgaard, H., Gottrup, H., Lolk, A., Wermuth, L., Jacobsen, S., Laugesen, L. P., Gergelyffy, R. G., Høgh, P., Bjerregaard, E., Andersen, B. B., Siersma, V., Johannsen, P., Cotman, C. W., ... Hasselbalch, S. G. (2016). Moderate-to-High Intensity Physical Exercise in Patients with Alzheimer’s Disease: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Alzheimer’s Disease* 50, 443–453. <http://doi.org/10.3233/JAD-150817>
47. Imayama, I., Alfano, C. M., Cadmus Bertram, L. A., Wang, C., Xiao, L., Duggan, C., Campbell, K. L., Foster-Schubert, K. E., McTiernan, A. (2011). Effects of 12-month exercise on health-related quality of life: A randomized controlled trial. *Preventive Medicine* 52, 344–351. <http://doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.02.016>
48. Insua, M. F. (2003). Factores neurotróficos y ejercicio. *Revista Digital efdeportes.com* 64. <https://www.efdeportes.com/efd64/neurot.htm>
49. International Longevity Centre Brazil. (2017). Glossary of Active Being Terms. <http://ilcbrazil.org/key-facts/glossary-of-active-ageing-terms/>
50. Junta de Andalucía. (2017). Análisis de situación. Recuperado de [https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/salud\\_5af06534a9101\\_analisis-situacion.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/salud_5af06534a9101_analisis-situacion.pdf)

51. Karssemeijer, E. G. A., Bossers, W. J. R., Aaronson, J. A., Sanders, L. M. J., Kessels, R. P. C., Olde Rikkert, M. G. M. (2019). Exergaming as a Physical Exercise Strategy Reduces Frailty in People With Dementia: A Randomized Controlled Trial. *JAMDA*: 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2019.06.026>
52. Katz, S., Down, T. D., Cash, H. R., Grotz, R. C. Progress in the development of the index of ADL. *Gerontologist*, 10(1), 20-30. [https://doi.org/10.1093/geront/10.1\\_part\\_1.20](https://doi.org/10.1093/geront/10.1_part_1.20)
53. Law, L. F., Barnett, F., Yau, M. K., y Gray, M. A. (2014). Effects of combined cognitive and exercise interventions on cognition in older adults with and without cognitive impairment: A systematic review. *Ageing Res. Rev.* 15, 61-75. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2014.02.008>
54. Lobo, A., Saz, P., Marcos, G., Día, J. L., de la Cámara, C., Ventura, T, Morales Asín, F., Pascual, L. F., Montañés, J. A., Aznar, S. (1999). Revalidación y estandarización del cognition mini-exam (first Spanish version of the Mini-Mental Status Examination) en población geriátrica. *Med Clin*, 112(20), 767-74. <https://bi.cibersam.es/busqueda-de-instrumentos/ficha?Id=16>
55. Lomelí, H. A., Pérez-Olmos, I., Talero-Gutiérrez, C., Moreno, C. B., González-Reyes, R., Palacios, L., de la Peña, F., Muñoz-Delgado, J. (2008). Escalas y cuestionarios para evaluar el sueño: una revisión. *Actas Esp Psiquiatr*, 36(1), 50-59. <https://www.actaspsiquiatria.es/repositorio/9/49/ESP/9-49-ESP-50-59-279662.pdf>
56. Marshall, G. A., Rentz, D. M., Frey, M. T., Locascio, J. J., Johnson, K. A., y Sperling, R. A. (2011) Executive function and instrumental activities of daily living in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Alzheimer's Dement.* 7(3), 300–308. <http://doi.org/10.1016/j.jalz.2010.04.005>
57. Martín-Carrasco, M., Domínguez-Panchón, A. I., Muñoz-Hermoso, P., González-Fraile, E., y Ballesteros-Rodríguez, J. (2013). Instrumentos para medir la sobrecarga en el cuidador informal del paciente con demencia. *Rev Esp Geriatr Gerontol*, 48(6), 276–284. <http://dx.doi.org/10.1016/j.regg.2013.06.002>
58. Minn, Y., Choi, S. H., Suh, Y. J., Jeong, J. H., Kim, E., Kim, J. H., Park, K. W., Park, M. H., Youn, Y. C., Yoon, B., Choi, S., Oh, Y. K., y Yoon, S. J. (2018). Effect of Physical Activity on the Progression of Alzheimer's Disease: The Clinical Research Center for Dementia of South Korea Study. *Journal of Alzheimer's Disease*. <https://doi.org/10.3233/JAD-180333>

59. Martín-Carrasco, M., Domínguez-Panchón, A. I., Muñoz-Hermoso, P., González-Fraile, E., y Ballesteros-Rodríguez, J. (2013). Instrumentos para medir la sobrecarga en el cuidador informal del paciente con demencia. *Rev Esp Geriatr Gerontol*, 48(6), 276–284. <http://dx.doi.org/10.1016/j.regg.2013.06.002>
60. Nitz, J. C., Kuys, S., Isles, R., y Fu, S. (2010). Is the Wii Fit™ a new-generation tool for improving balance, health and well-being? A pilot study. *CLIMACTERIC*; 13: 487–491. <http://doi.org/10.3109/13697130903395193>
61. Organización Mundial de la Salud (Junio de 1948). *Informe resumido de acta y actas finales de la Conferencia Internacional de la Salud celebrada en Nueva York del 19 de Junio al 22 de Julio de 1948*. [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/85573/Official\\_record2\\_eng.pdf;jsessionid=24B44858DFDDC2D2E215657D9B9AB67A?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/85573/Official_record2_eng.pdf;jsessionid=24B44858DFDDC2D2E215657D9B9AB67A?sequence=1)
62. Organización Mundial de la Salud. (2002). Envejecimiento activo: un marco político. [https://ccp.ucr.ac.cr/bvp/pdf/vejez/oms\\_envejecimiento\\_activo.pdf](https://ccp.ucr.ac.cr/bvp/pdf/vejez/oms_envejecimiento_activo.pdf)
63. Organización Mundial de la Salud. (2010). Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud. Suiza. [https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet\\_recommendations/es/](https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/es/)
64. Padala, K. P., Padala, P. R., Malloy, T. R., Geske, J. A., Dubbert, P. M., Dennis, R. A., Garner, K. K., Bopp, M. M., Burke, W. J., y Sullivan, D. H. (2012). Wii-Fit for Improving Gait and Balance in an Assisted Living Facility: A Pilot Study. *Journal of Aging Research*. <http://doi.org/10.1155/2012/597573>
65. Padala, K. P., Padala, P. R., Lensing, S. Y., Dennis, R. A., Bopp, M. M., Roberson, P. K., y Sullivan, D. H. (2017). Home-Based Exercise Program Improves Balance and Fear of Falling in Community-Dwelling Older Adults with Mild Alzheimer’s Disease: A Pilot Study. *Journal of Alzheimer’s Disease* 59, 565–574. <http://doi.org/10.3233/JAD-170120>
66. Paillard, T., Rolland, Y., Barreto, P. (2015). Protective Effects of Physical Exercise in Alzheimer’s Disease and Parkinson’s Disease: A Narrative Review. *J Clin Neurol*; 11(3), 212-219. <http://dx.doi.org/10.3988/jcn.2015.11.3.212>
67. Pascual-Leone, A., Fernández Ibáñez, A., y Bartrés-Faz, D. (2019). *El cerebro que cura*. Barcelona: Editorial Plataforma.
68. Pascual, L. F., Saz, P., Larumbe, R., Martínez-Lage, P., Muruzábal, J., Morales, F., Lobo, A., Martínez-Lage, J. M., Sastre, M., y Hernández M. (1997). Estandarización

- de una población Española de la ADAS (Alzheimer's Disease Assessment Scale). *Neurología*, 12(6), 238-44. <https://bi.cibersam.es/busqueda-de-instrumentos/ficha?Id=72>
69. Powell, R. R., y Pohndorf, R. H. (1971). Comparison of adult exercisers and non exercisers on fluid intelligence and selected physiological variables. *Research Quarterly* 42 (1), 70-77. <https://doi.org/10.1080/10671188.1971.10615037>
70. Petersen, R. C. (2016). Mild Cognitive Impairment. *Continuum (Minneapolis)* 22(2), 404-418. <http://doi.org/10.1212/CON.0000000000000313>
71. Picado Valverde, E. M., Pérez de unzueta López de echezarreta, J. (2018). Estudio transversal de la calidad de vida según su actividad física en pacientes con alzheimer e inicio de la enfermedad. *TOG (A Coruña)* [Revista en Internet]; 15(28): 273-283. Disponible en <http://www.revistatog.com/num28/pdfs/original8.pdf>
72. Real Pérez, M., Robles Rodríguez, C., & Ponce González, J. G. (2017). Revisión narrativa y desarrollo de un programa de intervención para la disminución de los efectos del Alzheimer a través de la práctica del Surf en Personas Mayores. *Retos* 32, 106-110. <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/44021/33573>
73. Rodríguez Fernández, R. M. (2019). Caídas y enfermedad de Alzheimer. Know Alzheimer. Respuestas concretas a dudas reales. <https://knowalzheimer.com/caidas-y-enfermedad-de-alzheimer/>
74. Rodríguez, M., Couto, M. D., y Díaz, N. (2016). Modelo salutogénico: enfoque positivo de la salud. Una revisión de la literatura. *Acta Odontológica Venezolana* 53(3). <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2015/3/art-19/>
75. Sampedro-Piquero, P., y Begega, A. (2013). ¿Previene la actividad física y mental el deterioro cognitivo? Evidencia de la Investigación Animal. *Escritos de Psicología*, 6(3), pp.5-13. <https://doi.org/10.5231/psy.writ.2013.2607>
76. Serrani Azcurra, D. J. L. (2013). Traducción al español y validación de una batería ejecutiva (BE25) y su versión abreviada (ABE12) para la detección de disfunción ejecutiva en demencias. *Neurología*, 28(8), 457-476. <http://doi.org/10.1016/j.nrleng.2013.10.001>
77. Smith, P. J., Blumenthal, J. A., Hoffman, B. M., Cooper, H., Strauman, T. A., Welsh-Bohmer, K., Browndyke, J. N., y Sherwood, A. (2010). Aerobic Exercise and Neurocognitive Performance: A Meta-Analytic Review of Randomized Controlled

- Trials. *Psychosomatic Medicine* 72, 239–252.  
<https://doi.org/10.1097/PSY.0b013e3181d14633>
78. Sperling, R. A., Aisen, P. S., Beckett, L. A., Bennett, D. A., Craft, S., Fagan, A. M., Iwatsubo, T., Jack Jr, C. R., Kaye, J., Montine, T. J., Park, D. C., Reiman, E. M., Rowe, C. C., Siemers, E., Stern, Y., Yaffe, K., Carrillo, M. C., Thies, B., Morrison-Bogorad, M., ... Phelps, C. H. (2011). Toward Defining the Preclinical Stages of Alzheimer's Disease: Recommendations From the National Institute on Aging-Alzheimer's Association Workgroups on Diagnostic Guidelines for Alzheimer's Disease. *Alzheimers Dement* 7(3), 280-92. <http://doi.org/10.1016/j.jalz.2011.03.003>
79. Steffens, D. C., Byrum, C. E., McQuoid, D. R., Greenberg, D. L., Payne, M. E., Blitchington, T. F., MacFall, J. R., y Krishnan, K. R. (2000). Hippocampal Volume In Geriatric depression. *Biol. Psychiatry* 48, 301–309.  
[http://doi.org/10.1016/s0006-3223\(00\)00829-5](http://doi.org/10.1016/s0006-3223(00)00829-5)
80. Thomas, A. G., Dennis, A., Bandettini, P. A., y Johansen-Berg, H. (2012) The effects of aerobic activity on brain structure. *Frontiers in Psychology*. 3(96).  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00086>
81. Tobes Pérez, V., & Fernández Pérez, R. (2017). *Uso de Kinect para el entrenamiento de actividades físicas* (Trabajo de Fin de Grado). Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.  
<https://eprints.ucm.es/44670/1/Uso%20de%20Kinect%20para%20el%20entrenamiento%20de%20actividades%20f%C3%ADsicas.pdf>
82. Tyndall, A. V., Clark, C. M., Anderson, T. J., Hogan, D. B., Hill, M. D., Longman, R. S., y Poulin, M. J. (2018). Protective Effects of Exercise on Cognition and Brain Health in Older Adults. *Exercise and Sport Sciences Reviews*.  
<https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000161>
83. van Osch, J.P., M, Lu.H. (2011). Arterial spin labeling perfusion MRI in Alzheimer's disease. *Current Medical Imaging Rev.* 7, 62–72.  
<https://doi.org/10.2174/157340511794653423>
84. Varma, V. R., y Watts, A. (2017). Daily Physical Activity Patterns During the Early Stage of Alzheimer's Disease. *Journal of Alzheimer's Disease* 55, 659–667.  
<https://doi.org/10.3233/JAD-160582>

85. Veronese, N., Solmi, M., Basso, C., Smith, L., Soysal, P. (2018). Role of physical activity in ameliorating neuropsychiatric symptoms in Alzheimer disease: A narrative review. *Int J Geriatr Psychiatry*; 1–10. <https://doi.org/10.1002/gps.4962>
86. Vilagut, G., Ferrer, M., Rajmil, L., Rebollo, P., Permanyer-Miralda, G., Quintana, J. M., Santed, R., Valderas, J. M., Ribera, A., Domingo-Salvany, A., y Alonso, J. (2005). El Cuestionario de Salud SF-36 español: una década de experiencia y nuevos desarrollos. *Gaceta Sanitaria*, 19(2), 135-150. [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0213-91112005000200007&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112005000200007&lng=es&tlng=es).
87. Villegas, S. (2014). Enfermedad de Alzheimer: nuevas estrategias terapéuticas. *Med Clin (Barc)*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.medcli.2014.05.023>
88. Voss, M.W., Nagamatsu, L.S., Liu-Ambrose, T., y Kramer, A. F. (2011) Exercise, brain, and cognition across the life span. *J Appl Physiol* 111, 1505–1513. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00210.2011>
89. Xu, X., Li, J., Pham, T. P., Salmon, C. T., Theng, Y. (2016). Improving Psychosocial Well-Being of Older Adults Through Exergaming: The Moderation Effects of Intergenerational Communication and Age Cohorts. *Games Health J* 5(6), 389-397. <http://doi.org/10.1089/g4h.2016.0060>