
ACTIVIDAD FÍSICA CON VIDEOJUEGOS SERIOS PARA ADULTOS MAYORES

Physical Activity for Older Adults with Serious Video Games



Duque-Fernández, Leonor Mariana; Cornejo, Raymundo; Ornelas-Contreras, Martha; Benavides-Pando, Elia Verónica; Ordoñez-Medina, Oscar Eduardo

Leonor Mariana Duque-Fernández

p325460@uach.mx

Universidad Autónoma de Chihuahua, México

Raymundo Cornejo

rcornejo@uach.mx

Universidad Autónoma de Chihuahua, México

Martha Ornelas-Contreras

mornelas@uach.mx

Universidad Autónoma de Chihuahua, México

Elia Verónica Benavides-Pando

ebenavides@uach.mx

Universidad Autónoma de Chihuahua, México

Oscar Eduardo Ordoñez-Medina

a310898@uach.mx

Universidad Autónoma de Chihuahua, México

Revista Caribeña de Investigación Educativa

Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña, República Dominicana

ISSN: 2636-2139

ISSN-e: 2636-2147

Periodicidad: Semestral

vol. 6, núm. 1, 2022

recie@isfodosu.edu.do

Recepción: 13 Agosto 2020

Aprobación: 18 Abril 2021

URL: <http://portal.america.org/ameli/jatsRepo/530/5302833008/index.html>

DOI: <https://doi.org/10.32541/recie.2022.v6i1.pp104-119>

Resumen: En el contexto de la animación digital y los juegos se encuentran los videojuegos serios para el ejercicio, los cuales pretenden estimular la movilidad del cuerpo entero mediante el uso de ambientes virtuales interactivos con experiencias inmersivas que simulan sensaciones de presencia. Los videojuegos serios se convierten en el enfoque tecnológico de la actividad física que responde a necesidades evidenciadas en los usuarios al momento de hacer ejercicio. Esta investigación tiene como objetivo analizar por medio de una revisión sistemática de 54 artículos sobre actividad física a través de videojuegos serios en adultos mayores. La búsqueda de investigaciones se llevó a cabo a través de las bases de datos de Scopus, Scientific Electronic Library Online y el motor de búsqueda Google Académico. Entre los principales hallazgos se destaca la importancia de la actividad física a través de los videojuegos serios en los adultos mayores porque es una de las principales estrategias de mantenimiento de la capacidad funcional, la capacidad física, los aspectos biopsicosociales, la promoción de la salud y la prevención de la enfermedad.

Palabras clave: adulto mayor, exergames, actividad física, videojuegos serios, video-games.

Abstract: In the context of digital animation and games are the serious video games for exercising, which aim to stimulate the mobility of the whole body through the use of interactive environments with immersive experiences that simulate sensations of presence. Serious video games become the technological approach to physical activity that meets the needs of users when exercising. This research aims to analyze through a systematic review of 54 articles on physical activity through serious video games in the elderly people. The search for research was carried out through Scopus, Scientific Electronic Library Online and the Google Scholar search engine. Among the main findings, the importance of physical activity through serious video games in elderly stands out because it is one of the main strategies for maintaining functional capacity, physical capacity, biopsychosocial aspects, health promotion and disease prevention.

Keywords: exergames, physical activity, serious video games, videogames.

1. INTRODUCCIÓN

Vivimos en una sociedad claramente condicionada por el alcance de las nuevas tecnologías. Así mismo, el significativo aumento del número de adultos mayores constituye otra característica que la determina. Esta situación plantea la necesidad de propuestas que promuevan la calidad de vida y el bienestar en la tercera edad. Para ello se ha realizado una revisión bibliográfica considerando el ámbito de la actividad física, el cual se concreta como una de las bazas más importantes a tratar para lograr el objetivo, y el papel que pueden jugar las nuevas tecnologías, concretamente los “videojuegos serios”.

Resulta fundamental la concreción de programas e iniciativas que permitan el cuidado y mejora de la calidad de vida de los adultos mayores. La práctica de actividad física es considerada una de las mejores herramientas para mejorar la salud y prevenir numerosas enfermedades de distinta índole, sin embargo, muchos adultos mayores siguen estilos de vida notoriamente sedentarios, debido en múltiples casos a prejuicios preconcebidos sobre la realización de actividad física (Brox et al., 2011; Forrellat-Barrios et al., 2012). Y es que, según la tendencia del uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) van en un aumento constante, aunado a las innovaciones tecnológicas y los servicios de comunicación e internet que ofrecen los medios, convirtiéndolas en una poderosa herramienta que facilita la información, comunicación y fortalece el desarrollo de habilidades y nuevas formas de construcción del conocimiento (Sevilla et al., 2015).

Otro medio de apoyo es la creación de un software interactivo basado en gestos y detección de patrones enfocados en el apoyo a pacientes con diferentes patologías a través de dinámicas con videojuegos de ejercicio y análisis de los movimientos de los pacientes. Cabe mencionar que uno de los principales motivos por los cuales el sensor Kinect está considerado como una herramienta de apoyo a la rehabilitación es el bajo costo, comparado con otros sistemas de captura de movimiento. La portabilidad y comodidad de uso, los datos de captura pueden ser procesados de manera remota por el especialista para generar un diagnóstico sin necesidad de un desplazamiento físico del paciente a un centro especializado (Muñoz et al., 2013).

La posibilidad de realizar registros de datos en tiempo real de los pacientes convierte al sensor Kinect en una potente herramienta para el análisis biomecánico de las articulaciones. Con el envejecimiento se inicia un deterioro osteomuscular inminente o bien ocurren lesiones o daños en el aparato locomotor que provocan alteraciones en los patrones de movimiento humano, lo cual trae problemas asociados a la autonomía, el control para desplazarse o hacer fuerza y realizar movimientos; la única manera de aminorar dicho deterioro es la actividad física (López- González et al., 2016).

Ceballos (2012) manifiesta que la reactivación física se lleva a cabo para mejorar la salud y la calidad de vida de las personas adultas mayores, y aporta beneficios a nivel físico, psíquico y socio-afectivo, con lo que conserva la fuerza, los arcos de movimiento y la condición cardiopulmonar. El diseño y desarrollo de un modelo virtual, utilizando las nuevas tecnologías enfocado en el apoyo de rehabilitación de enfermedades osteomusculares permitirá la observación de la movilidad del adulto mayor y ofrecerá retroalimentación acerca del cumplimiento de ejercicios de bajo impacto que son de suma importancia y de bastante utilidad; así mismo, será una fuente alternativa de atención a esta población (López-González et al., 2016).

El uso y aplicación del modelo virtual para la rehabilitación de extremidades superiores en adultos mayores ayudará en la actividad física ya que permite medir los ángulos de movilidad articular con respecto al ángulo óptimo, los datos generados son muchos más valiosos y al mismo tiempo fáciles de visualizar porque el paciente solo necesitará colocarse frente al sensor. Además de poder analizar a pacientes con padecimientos traumatológicos, es posible emplear este sistema en pacientes con deterioro articular y otras patologías degenerativas osteomusculares (Velarde et al., 2015).

Dentro del contexto de los videojuegos serios, existe un tipo específico que busca fomentar la actividad física mediante diferentes roles de juego, los *exergames*, que estimulan la movilidad del cuerpo entero mediante el uso de ambientes interactivos con experiencias de inmersión que simulan diferentes sensaciones

de presencia. Múltiples estudios con personas mayores, que han profundizado en aspectos de uso y experiencia de usuario propuestos por exergames en diferentes deportes, han arrojado resultados positivos en la combinación de los elementos del ejercicio físico con el entretenimiento, en el que los adultos mayores en general tienden a mejorar diferentes actitudes de comportamiento, se mantienen activos físicamente y con percepción positiva y graciosa hacia los juegos (Muñoz et al., 2013).

Un problema común en la implementación de sistemas de captura de movimiento es su elevado costo y la complejidad de su montaje. A pesar de la existencia de múltiples sensores de movimiento de bajo costo creados por las industrias de los videojuegos para mejorar las experiencias con sus consolas, cuando son utilizados en el contexto de la rehabilitación física suelen tener inconvenientes en la captura objetiva de datos de movimiento (posiciones, velocidades, aceleraciones, ángulos) a través de herramientas computacionales. Es por esto que muchos de los estudios que se plantean con el uso de exergames para la rehabilitación suelen arrojar resultados muy subjetivos y anecdóticos, lo que limita los alcances de las investigaciones (Kato, 2012). De los sensores más renombrados en el campo de los exergames está el sensor Kinect, el cual permite una perfecta integración a través de un ordenador; las características de seguimiento y asignación automática de puntos de interacción a los usuarios han convertido a este sensor en una potente herramienta para el análisis objetivo del movimiento (Chang et al., 2012).

Existen también trabajos que apuntan a mediciones de balance y equilibrio de los usuarios, mientras que otros realizan una extraordinaria combinación entre videojuegos entretenidos y captura objetiva de datos para generar un diagnóstico más asertivo (Kayama et al., 2014).

Los principales motivos por los cuales estos sensores son considerados una herramienta exitosa para la rehabilitación son los siguientes. El bajo costo del sensor comparado con el sistema de captura de movimiento más económico del mercado. La portabilidad y comodidad de uso: los datos de captura pueden ser procesados de manera remota por el especialista para generar un diagnóstico sin necesidad de un desplazamiento físico del paciente a un centro especializado, y usando el sensor no son necesarias condiciones específicas de iluminación. La perfecta integración con herramientas de animación y videojuegos permite generar actividades interactivas usando ambientes virtuales. La posibilidad de realizar registros de datos en tiempo real de los pacientes convierte al sensor en una potente herramienta para el análisis biomecánico de las articulaciones (Kramer et al., 2012).

Plataformas como IGEN de la Universidad de Milano, VirtualRehab de la empresa VirtualWare y SeeMe son claros ejemplos de sistemas robustos para el manejo de terapias de rehabilitación a través de este tipo de sensores. Además, se realiza una combinación de datos de MoCap con datos provenientes de una interfaz cerebro computador, lo que añade más marcadores biológicos al estudio con videojuegos para la salud. En un centro de rehabilitación física, el uso de videojuegos para la salud es una metodología complementaria a los procesos de rehabilitación convencionales, y añade aspectos de motivación, entretenimiento y distracción del dolor en pacientes con múltiples patologías (Muñoz et al., 2013).

Los videojuegos basados en Kinect tienen un potencial significativo para crear un ajuste de ejercicio agradable mientras recopila datos cuantitativos relacionados con la postura correcta o posturas incorrectas de los usuarios. Este sensor permite al usuario interactuar con el juego por medio de movimientos físicos y este método natural de interacción humano-computadora permite el desarrollo de formas especializadas de aplicaciones de cuidado de ancianos (Saenz-de-Urturi & Garcia-Zapirain, 2016).

2. MÉTODO

El presente trabajo es una revisión sistemática, debido a que no se aplicarán técnicas de análisis estadístico para integrar y sistematizar los efectos de los resultados reportados en las investigaciones seleccionadas. A continuación, se describen cada una de las etapas planteadas según esta metodología y en la Figura 1 se representa el proceso utilizado en la selección de los artículos de la revisión.

Identificación

Consistió en la búsqueda de estudios con evidencia científica acerca de los instrumentos más utilizados para analizar la relación entre la actividad física y los videojuegos en los adultos mayores. Se redujo el periodo desde el año 2010 hasta septiembre de 2019. Se emplearon los buscadores científicos de Scopus y SciELO, y se consultó el motor de búsqueda Google Académico, estableciendo como objetivos de búsqueda los descriptores en lengua inglesa y española. Se utilizaron las siguientes palabras clave: *videogames*, *physical activity*, *elderly*, *exergames*, *videojuegos serios*, *actividad física*, *adulto mayor*. Se combinaron las palabras clave conjugando el operador booleano AND. Se completó la revisión de información utilizando las referencias bibliográficas encontradas en las búsquedas previas. En total fueron identificados 2,526 trabajos en las bases de datos seleccionadas.

Selección

Se establecieron los siguientes criterios de inclusión: estudios que describieran la utilización de videojuegos serios y su relación con la actividad física en los adultos mayores, programas de actividad física, además de evidenciar el control de signos vitales durante la ejecución del juego. Estos artículos se revisaron y se evaluaron de forma exclusiva. La información obtenida en cada uno de los estudios estaba dividida en tres tópicos principales:

Datos generales del artículo: Base de datos a la cual pertenece, título, autores, revista, año de publicación, país del estudio y palabras clave.

Población de referencia: Rangos de edad, método de selección de la muestra, tamaño de la muestra, tipo de estudio y criterios de inclusión.

Variables e instrumentos utilizados: “actividad física”, “videojuegos serios”, adulto mayor, exergames.

Extracción y análisis de la información

Luego de la identificación de los artículos, eliminación de duplicados y acceso completo a los documentos, esta etapa consistió en la revisión de los trabajos. Tres revisores realizaron el proceso de lectura de los artículos para su selección, primero hicieron en conjunto una primera lectura de títulos y resúmenes para confirmar la congruencia de los descriptores; en este proceso fueron eliminados 578 trabajos. Después, de forma individual, los revisores realizaron la lectura completa de los trabajos restantes considerando los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos.

En los casos en los que no existía claridad en la inclusión de algún trabajo, se solicitó la valoración del cuarto revisor para comparar resultados y llegar a un acuerdo para el reporte final. La calidad metodológica de los artículos seleccionados se realizó de la siguiente manera: para los estudios cuantitativos y cualitativos se analizaron la coherencia presente entre el objetivo del estudio, el método empleado y el análisis de los resultados realizado.

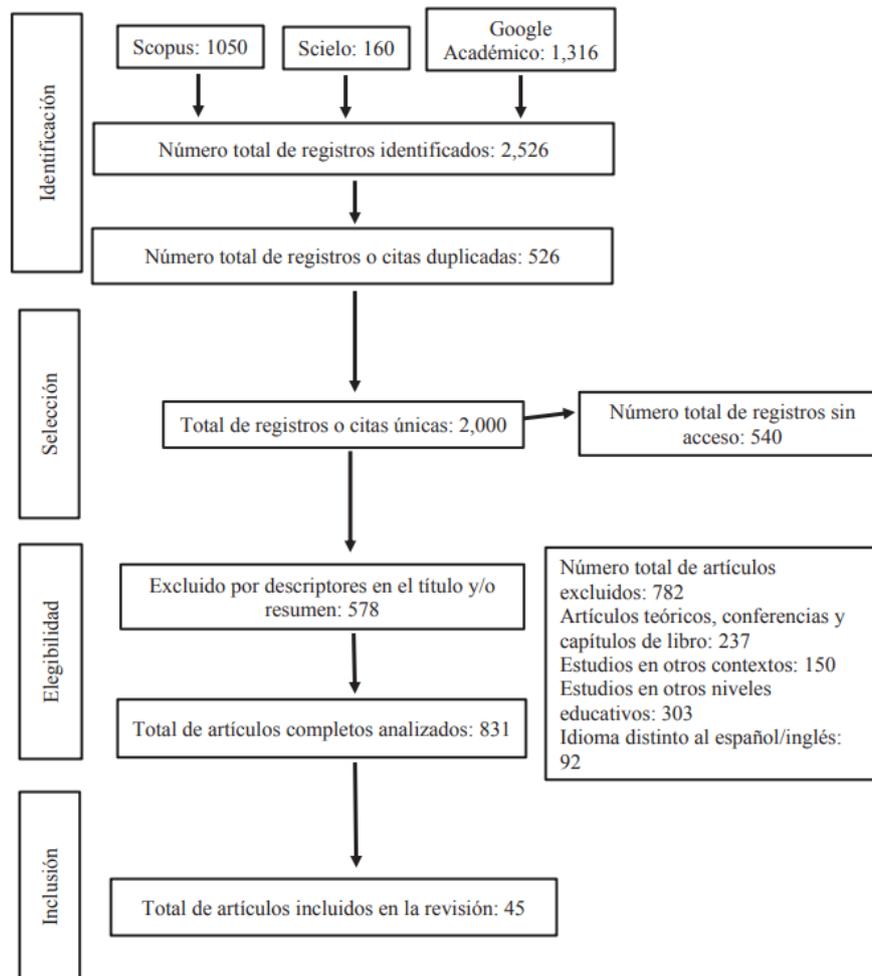


FIGURA 1
Fases de la revisión sistemática
Nota: elaboración propia.

3. RESULTADOS

Después del cribado de la información, solo los artículos que cumplieran con estos criterios fueron incluidos en la revisión: un total de 45 artículos útiles revisados sobre la temática abordada que fueron clasificados y organizados en gráficos —para un mejor entendimiento de la búsqueda— en los que se incluyó la información más relevante: año de publicación, diseño metodológico, muestra, instrumentos y conclusiones.

Con respecto al año de publicación, hubo cierta inestabilidad a lo largo del tiempo; la Figura 2 muestra la distribución anual de los artículos seleccionados. Los años 2011, 2012 y 2013 se destacaron por tener el mayor número de publicaciones. Los años 2007, 2010, 2017, 2018 y 2019 fueron los que tuvieron el menor número de artículos.



FIGURA 2
Año de publicación de los artículos seleccionados

Con respecto a la metodología utilizada en los 45 estudios, se identificó que los artículos son producto de una investigación teórica, cuantitativa y cualitativa, como lo representa la Figura 3.



FIGURA 3
Tipo de estudio

En relación con la muestra, un 39% no especifica ni menciona la población participante, en 17 estudios los adultos mayores fueron la población analizada (31%), así mismo, participaron niños (4%), adolescentes +16 años (4%), personas mayores de 18 años (16%), estudiantes (4%), y adultos sedentarios (2%), como se observa en la Figura 4.

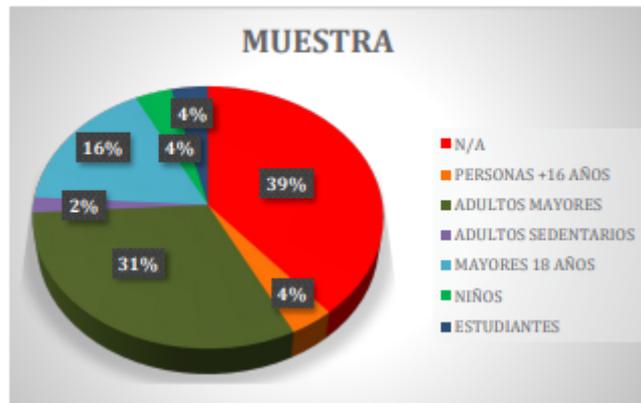


FIGURA 4
Muestra del estudio

En la Figura 5 se observan las herramientas y/o recursos usados en la población de muestra, y se destaca el uso de la consola Wii en 16 estudios, los test en 10 y el N/A con 9 estudios. Los menos utilizados fueron las pruebas de autonomía funcional y muestra de sangre venosa con 2 estudios cada uno.



FIGURA 5
Tipo de instrumentos utilizados

Los juegos virtuales muestran una efectividad en la promoción de la actividad física y la salud, así como el uso de los exergames enfocados en otros aspectos (11 estudios). Igualmente, se observa que en un caso no hubo ningún aporte significativo en la experiencia de los participantes.



FIGURA 6
Conclusiones

4. VIDEOJUEGOS SERIOS (VJS)

Dentro del contexto de la animación digital y los juegos serios se encuentran los videojuegos para el ejercicio, los cuales pretenden estimular la movilidad del cuerpo entero mediante el uso de ambientes interactivos con experiencias inmersivas que simulan sensaciones de presencia. Los VJS se convierten en el enfoque tecnológico de la actividad física que responde a necesidades evidenciadas en los usuarios al momento de hacer ejercicio, estimulando la actividad física a través del juego y la competencia. Los VJS son capaces de generar ambientes de motivación en centros de actividad física, y brindan alternativas tecnológicas que pueden llegar a solucionar problemas de deserción o desmotivación de los usuarios en estos lugares (Muñoz et al., 2013).

Es evidente que el sector de población perteneciente a los adultos mayores puede valerse de la gran expansión tecnológica de la sociedad actual. Esta premisa es investigada en varios estudios (Brox et al., 2011; Muñoz-Cardona et al., 2013), los cuales destacan el interés existente en los adultos mayores por los videojuegos que promueven el ejercicio físico y el bienestar. De este modo, y a pesar de su desconocimiento de las nuevas tecnologías, con la ayuda de supervisores expertos pueden utilizar estos dispositivos como recurso para la mejora de su condición física, salud mental y bienestar general.

Por este motivo, resulta de gran interés plantear la utilización de videojuegos serios para el desarrollo de tal fin: mejorar la calidad de vida relacionada con la salud, la capacidad funcional y la capacidad física de los adultos mayores. En relación con este tipo de tecnología, trabajos como los de Alonso y Yuste (2014) demuestran que hasta hace poco esta tecnología se relacionaba con estereotipos asociados al sedentarismo y la inactividad social, sin embargo, estudios posteriores han demostrado que si se respetan unos hábitos de juego, es decir, el tiempo dedicado, el entorno en el que se juega o el uso que se le da, puede resultar una actividad no solo satisfactoria y segura, sino motivante (Brox et al., 2011; Muñoz et al., 2013; Sebastián & Martínez, 2013).

Existe una necesidad de innovar en las prácticas del ejercicio tradicional debido a que son muchas las personas que consideran que realizar actividad física a través del ejercicio es aburrido y monótono. Los VJS a menudo utilizan tecnologías que rastrean el movimiento del cuerpo y brindan, con un alto nivel de jugabilidad, un enfoque para realizar actividad física y así ayudar a las personas a ser más activas y mejorar su calidad de vida. Los VJS se convierten en el enfoque tecnológico de la actividad física que responde a necesidades evidenciadas en los usuarios al momento de hacer ejercicio, estimulando la actividad física a través del juego y la competencia (Caparosa et al., 2011).

Para cubrir estas necesidades de actividad física en general, la industria de los videojuegos ha logrado entender el concepto de interacción natural y ha desarrollado nuevos periféricos y consolas que utilizan

tecnologías emergentes, con lo que mejoran la experiencia de juego de sus plataformas y permiten la inclusión de padres y abuelos de un núcleo familiar en un rol de participación activo dentro del ambiente de estos (D'Aquaro et al., 2011).

Muñoz et al. (2013) referenciando a Saffer (2009), quien indica que la supresión de los periféricos como el teclado y el mouse en las diferentes plataformas de control han permitido la constante hibridación de los dispositivos de interacción por gestos. Mientras el uso y la interpretación de los gestos permiten una gran aplicabilidad en diferentes escenarios, tecnologías emergentes usadas por consolas como PlayStation Move de Sony, Xbox Kinect de Microsoft y Wii de Nintendo ofrecen entrada de datos mediante gestos sin contacto con superficies.

El constante uso de los sistemas interactivos puede hacer más agradable y motivante una terapia, un proceso de rehabilitación o el ejercicio físico en general. En adultos mayores, analizando uso y experiencia de usuario propuestos por videojuegos con diferentes sistemas, se han observado resultados positivos en terapias al combinar elementos de ejercicio físico con entretenimiento, y esta población tiende a mejorar diferentes actitudes de comportamiento, manteniéndose activa físicamente y con percepción positiva y graciosa hacia los videojuegos (Taylor et al., 2011).

Actualmente, pocos estudios se han enfocado en ofrecer VJS destinados a la población de adultos mayores en general, es decir, que puedan ser jugados por personas con diferentes capacidades físicas sin provocarles algún riesgo de salud. En uno de ellos se desarrolló un videojuego serio que personaliza las actividades a realizar por el AM durante el desarrollo de este. Esta personalización se basó en una medición inicial de los rangos de movilidad articular del jugador, sin embargo, el videojuego serio no ofrece una adaptabilidad de intensidad física durante el juego. Establecer niveles de intensidad adecuados es importante, ya que la población de adultos mayores es heterogénea en cuanto a su estado físico, por lo que no es conveniente solicitar la misma cantidad de esfuerzo físico a cada jugador, dado que para unos significa realizar un esfuerzo ligero, pero para otros puede significar realizar un esfuerzo que comprometa su salud (Gerling et al., 2012).

Entre los primeros videojuegos serios enfocados a los AM se encuentra *Silver Balance*, que es un exergames orientado a adultos mayores frágiles para mejorar su equilibrio y balance (Gerling et al., 2010). Como resultado de este trabajo surgieron recomendaciones para el diseño de VJS enfocados en requisitos psicofisiológicos, a saber: las deficiencias cognitivas, la disminución de las habilidades motoras y la existencia de enfermedades crónicas que están presentes en esa población, sin embargo, el videojuego serio desarrollado está enfocado hacia un grupo en particular que son los adultos mayores frágiles, lo que limita la posibilidad de que otros adultos mayores con características físicas diferentes tengan un beneficio físico adecuado a sus capacidades.

Silver Promenade, desarrollado para adultos mayores frágiles, se diseñó con dos modos de interacción: individual y cooperativo. Los dispositivos utilizados fueron el control remoto del Wii y el Wii Balance Board. Se evaluó la usabilidad, el diseño de interfaz y la experiencia de juego, elementos que tienen papeles importantes en el éxito de los videojuegos serios. Entre los resultados reportados se encuentra que ofrecer videojuegos serios colaborativos motiva a los adultos mayores a participar en las sesiones con el videojuego; sin embargo, esto implica la necesidad de dar apoyo a las diferentes capacidades físicas entre los adultos mayores que participen colaborativamente en una sesión. En la parte de usabilidad, los adultos mayores comentaron que el uso de un dispositivo de control del juego (control remoto del Wii) es incómodo, ya que tenían miedo de quebrarlo (Gerling et al., 2011).

Velásquez et al. (2013) presentan la necesidad de la personalización de los VJS de acuerdo con las

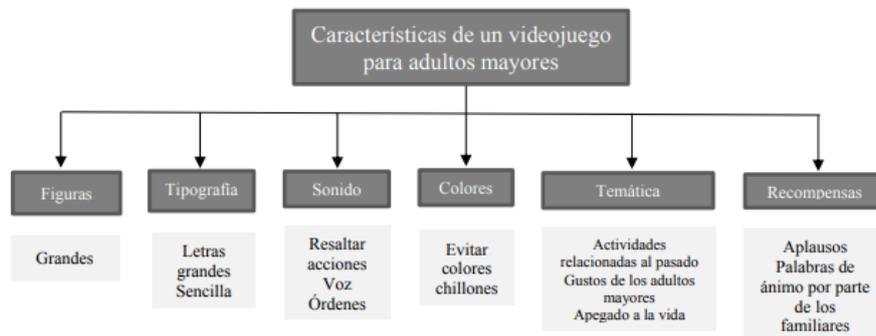


FIGURA 7
Características de videojuegos serios para adultos mayores

características y capacidades físicas de los adultos mayores, y proponen recomendaciones de diseño para su adaptabilidad. Se menciona la importancia de adaptar el videojuego serio a las condiciones físicas de los adultos, no solo para ofrecer un ejercicio adecuado, sino como una manera de atraerlo a participar en el videojuego, ya que, si el adulto mayor siente que el videojuego no es adecuado para él, entonces no lo jugará. Se resalta en este trabajo el uso de los videojuegos serios en grupo como una manera de atraer a los adultos mayores.

Existen diferentes características en el diseño de los videojuegos serios, y se toman de referencia las siguientes: según Huchim (2018), es necesario tener en consideración algunos aspectos visuales (Figura 7) tales como los siguientes: las figuras, que deben ser grandes; en el caso de utilizar letras, deben poseer una tipografía sencilla, fácil de leer y preferentemente de un tamaño considerablemente grande. En cuanto al uso de sonidos, deben ser utilizados únicamente para resaltar acciones en el juego, además de utilizar voz para dar instrucciones. Evitar usar colores extravagantes y chillones. El juego debe poseer una temática relacionada con el pasado del AM, tomando en cuenta sus gustos. Por último, el videojuego debe brindar al AM algún estímulo en forma de recompensa, pueden ser aplausos o palabras de ánimo.

Estudios similares como los de Bock et al. (2015) demostraron la eficacia de los videojuegos activos como ejercicio para incrementar el tiempo de actividad física de moderada a vigorosa y mejorar los índices de riesgo cardiovascular entre adultos, probando así que la participación regular puede ser una fuente adecuada de actividad física para adultos, en donde el objetivo principal fue el proporcionarles actividad física adecuada mientras se divierten sin provocarles problemas de salud, lo anterior a través del establecimiento adecuado de intensidades físicas de acuerdo con el estado físico.

De esta premisa surge el planteamiento de usar la tecnología que nos rodea, concretada en los videojuegos serios, proponiendo su implementación en programas de intervención que ayuden a nuestros adultos mayores a mejorar su condición físico-mental y, con ello, lograr estados de bienestar en edades avanzadas (Cabrera-Fernández et al., 2015).

TABLA 1
Guía de diseño de VJS para AM

Objetivos	Descripción
Crear exergames pensado en los impedimentos físicos y cognitivos de los adultos mayores.	Muchos de los adultos mayores no tienen la capacidad de mover parcial o completamente las extremidades del cuerpo, además de establecer estructuras de juego más simples por el deterioro cognitivo que presentan.
Proporcionar adaptabilidad para adultos mayores que no pueden mover alguna extremidad.	Se debe adaptar a las partes del cuerpo que el adulto mayor sí puede manipular.
Que los exergames provean de gestión de fatiga.	Evitar que los adultos mayores sean sometidos a esfuerzo excesivo que pueda provocar lesiones en el cuerpo.
Adaptabilidad en la dificultad del juego.	Las características entre adultos mayores son muy variadas, la única dificultad de un exergames sería desigual lo que puede provocar aburrimiento o frustración e incluso lesiones.
Proporcionar modelos de interacción naturales y que el exergames contenga instrucciones claras.	De tal manera que el adulto mayor las pueda recordar.
Apoyo por medio de tutoriales continuos.	Para que el adulto mayor sepa qué acciones debe realizar dentro del exergames se debe tener cuidado para que no se convierta en una carga cognitiva alta.
Rutinas de configuración simples.	Para que el adulto mayor pueda realizar acciones de manera independiente, como iniciar y cerrar el exergames.

5. ACTIVIDAD FÍSICA CON VIDEOJUEGOS SERIOS

En diferentes fuentes se destaca el gran avance que la tecnología ha experimentado en los últimos años de una manera abrumadora, Duque & Vásquez (2013) manifiestan que, gracias a este progreso, se han conseguido extraordinarios avances en el ámbito científico, pero lo más importante es que ha conseguido llegar hasta la gran mayoría de los hogares. El auge de las TIC surge como recurso a la necesidad metodológica de incorporar las nuevas tecnologías a diferentes áreas en las que se desenvuelve la población.

Autores como (Beltrán-Carrillo et al., 2011) confirman que en estos últimos años se ha dado un paso más en el ámbito de los videojuegos, dejando atrás la concepción del videojuego pasivo que daba lugar al sedentarismo, al dar lugar a la aparición de una nueva generación de videojuegos que implican actividad física y movimiento. Para ello se establece una relación entre el movimiento de los jugadores con la realidad virtual que aparece en la pantalla a través de distintos utensilios, y entre ellos se destacan los controladores con sensores ópticos, que permiten apuntar a objetos en la pantalla, y un acelerómetro, que se encarga de detectar los movimientos del jugador en tres dimensiones y trasladarlos del mismo modo a la pantalla.

Lee y Shin (2013) determinaron el impacto del sistema Xbox Kinect en el equilibrio en 13 adultos mayores. El grupo experimental entrenó usando Kinect tres días a la semana durante tres semanas, y el grupo de control continuó sus actividades normales. El grupo experimental mejoró su equilibrio, mientras que el grupo de control no. Los autores concluyeron que el uso de exergames podría representar una herramienta económica y factible para mejorar el equilibrio en adultos mayores y que el protocolo puede continuarse en casa.

Se realizó un estudio con 17 adultos mayores para determinar los efectos del uso de exergames en el cumplimiento de un programa de rehabilitación de caídas y determinar los efectos sobre el funcionamiento físico y el equilibrio. La muestra se dividió en un grupo de control (n = 9) y un grupo experimental (n = 8). Los resultados indicaron que los exergames fueron altamente aceptados y muestran un potencial para mejorar la movilidad (Uzor & Baillie, 2014).

Tras este breve acercamiento a los videojuegos serios, resulta relevante conocer las plataformas que han desarrollado su funcionamiento. Para ello, Chacón (2014) establece una relación de las distintas plataformas que hoy en día se encuentran en el mercado y que han apostado por este tipo de videojuegos como pioneros en la categoría “exergames”.

Entre las estrategias utilizadas para aumentar la actividad física están la combinación de videojuegos y ejercicio físico (García et al., 2011). En este caso, el uso del videojuego está dirigido directamente a aumentar la actividad física con el objetivo de mejorar la fuerza muscular, el equilibrio, la flexibilidad y la agilidad en los ejercicios para adultos mayores (De Rosario et al., 2013). También ha demostrado evidencia de mejorar los procesos cognitivos, como el razonamiento lógico, la función ejecutiva, la atención, la cognición espacial, la percepción y el equilibrio (Madrigal-Pana et al., 2018; Stanmore et al., 2017; Van Diest et al., 2013).

Bieryla (2016) realizó un estudio para determinar si un programa de realidad virtual (VRE) mejoraría el equilibrio, la marcha, la fuerza muscular y el riesgo de caída en AM con diabetes. Participaron 55 adultos mayores con diabetes mellitus tipo 2, que fueron asignados aleatoriamente a un grupo de control y un grupo experimental. El grupo de control recibió sesiones educativas sobre diabetes y el grupo experimental hizo el programa VRE que consiste en videojuegos, jugó en una consola PlayStation-2 durante 10 semanas, dos días a la semana, 50 minutos por día. Al final de la intervención, en el grupo experimental se observaron mejoras en el equilibrio, los tiempos para sentarse y pararse, la velocidad al caminar, la cadencia de marcha y una reducción del riesgo de caídas. Los autores concluyeron que los programas de VRE son factibles y efectivos para reducir el riesgo de caídas en adultos mayores con diabetes mellitus tipo 2.

TABLA 2
Plataformas desarrolladoras de videojuegos serios

<i>Nintendo Wii</i>	Videoconsola producida por Nintendo en 2006. Su característica más destacable es el “WiiMote”, un controlador inalámbrico que se usa como puntero hacia la pantalla y que además detecta los movimientos del jugador.
<i>PlayStation Move</i>	La marca Sony lo lanza al mercado en 2010. Utiliza un mando inalámbrico con sensor de movimiento y una cámara conocida como “PlayStation Eye” que se encarga de detectar la posición de dicho controlador.
<i>Kinect</i>	Controlador creado y desarrollado por Microsoft para la Xbox lanzada al mercado en 2010. Permite a los jugadores interactuar con la videoconsola sin necesidad de mandos o controladores, se maneja mediante una interfaz de reconocimiento de gestos y comandos de voz.

Brox et al. (2017) estudiaron la adherencia a los exergames en adultos mayores, y sus motivaciones para jugar. Un total de 7 adultos mayores de 80 años de edad promedio participó en el estudio durante 5 meses usando la plataforma Wii Sports y Wii Fit Plus. A los participantes no solo les gustó la tabla de equilibrio, también dijeron que mejoraba su equilibrio y que disfrutaron de la mesa juego de inclinación. El juego para correr también fue bien recibido; después de 5 meses de juego, cuatro participantes informaron que pudieron mejorar su resistencia. Las principales conclusiones fueron que el entusiasmo presentado al final de los 5 meses sugeriría que los AM continuarían haciendo ejercicio durante un período prolongado, debido a que este tipo de actividad provoca adherencia y motivación.

Para Bock et al. (2019), los AM que realizan actividad física regular tienen tasas más bajas de morbilidad y mortalidad que los que no la hacen. Los VJS orientados a la actividad física pueden ofrecer una alternativa

atractiva y sostenible o complementar a los modos tradicionales de ejercicio. Realizaron un estudio que comparó los VJS con modalidades de ejercicio estándar para mejorar la captación y el mantenimiento del ejercicio físico moderado a una actividad vigorosa e índices de riesgo para la salud.

Debido al envejecimiento de los órganos, los adultos mayores pueden tener una fuerza física limitada para participar en actividades al aire libre. Por lo tanto, las actividades en interiores ofrecen una alternativa para mantener la salud de esta población. Tras los avances tecnológicos, las personas pueden usar la realidad virtual para hacer ejercicio en el hogar y ya no están sujetos a las limitaciones del entorno exterior o las condiciones climáticas (Yeh et al., 2019).

Con estos estudios se determinan los efectos de los videojuegos serios y un programa general de actividad física, capacidad física, capacidad funcional, calidad de vida relacionada con la salud y riesgo de caída en adultos mayores. Se observan cambios significativos en el cuerpo después de un programa de actividad física en combinación con videojuegos serios. Estos hallazgos son congruentes con otras evidencias en adultos mayores que muestran que los programas de ejercicios combinados con los videojuegos serios mejoran la función física, incluida la flexibilidad (Gómez-Miranda et al., 2019).

6. DISCUSIÓN

La utilidad de los VJS desde su concepción es la de servir como herramienta para hacer ejercicio desde la comodidad del hogar; la comunidad académica se ha planteado diversos escenarios en los que la herramienta podría ser aprovechada. Con la implementación de esta tecnología no solo se mejora la salud, sino también se logra el mantenimiento físico de los adultos mayores, en pro de prolongar una existencia con calidad (Lieberman et al., 2011).

El uso de VJS ha demostrado incrementos en el consumo de oxígeno, gasto energético, frecuencia cardíaca y tasa de esfuerzo percibido; puede considerarse que estos incrementos superan el umbral de la AF moderada, lo cual deriva en beneficios importantes para la salud y en un impacto para contrarrestar el sedentarismo y sus enfermedades derivadas (Caparosa et al., 2011).

Lyons et al. (2011) encontraron que los exergames con grandes gastos de energía son percibidos a menudo como actividades menos agradables, un programa de intervención con alta intensidad de juego para los participantes obesos e inactivos no garantiza una alta asistencia y participación. Las personas encuentran novedoso y divertido trabajar con estos videojuegos, si se establece un exergames bien diseñado, generando un alto impacto en poblaciones como la tercera edad.

Estos videojuegos contienen sonidos y efectos visuales que mejoran notablemente la percepción de acompañamiento-personalización del ejercicio por parte del usuario: se torna más inmersiva cuando se utilizan comentarios alentadores y de corrección, música de fondo y rítmica en el transcurso de la rutina. En la parte gráfica, usar diseños de múltiples escenarios en los que el usuario realizará la actividad: un buen escenario mejora considerablemente el tiempo de uso y la frecuencia de uso con el exergames (Brox et al., 2011).

La ventaja de utilizar el sensor Kinect radica en su capacidad para procesar video en tiempo real y capturar movimientos propios de diferentes partes del cuerpo del usuario, y no solo el movimiento de los sensores en sus manos. Además, gracias a que la cámara de profundidad puede ser programada solo para seguir y reconocer personas en diferentes escenas, el sistema reacciona óptimamente ante los movimientos de los usuarios sin necesidad de establecer condiciones especiales de iluminación o de privacidad (Brox et al., 2015).

El uso de los VJS como herramienta para la actividad física forma parte de una tendencia mundial marcada por el uso de nuevas tecnologías en ambientes más diversos. Para una perspectiva de salud personalizada, los juegos prevén una fuente de información acerca del usuario, preferencias, habilidades, capacidades y estilo de juego. Los sensores tecnológicos como el Kinect permiten recoger datos relacionados con la cinemática de

cada jugador; estas medidas son utilizadas en los exergames como puntajes de juego, acciones por segundo, cantidad de repeticiones y tiempo empleado en cada actividad (O'Loughlin et al., 2012).

7. CONCLUSIONES

A partir de los resultados mostrados, de su análisis y discusión se pueden obtener las siguientes conclusiones sobre las investigaciones de actividad física para adultos mayores con videojuegos serios. 1) La mayoría de los estudios identificados tienen un diseño cuantitativo. 2) Las investigaciones se han enfocado en comprobar la relación entre la actividad física y los videojuegos serios que aportan beneficios a la salud del AM. 3) La actividad física en combinación con los VJS es una estrategia factible y efectiva para fortalecer los miembros superiores e inferiores del cuerpo, la flexibilidad, el equilibrio y la agilidad en AM. 4) La inserción de nuevas tecnologías en ambientes realistas en los que se realiza la actividad física permite, además, dinamizar la relación entre el ejercicio y los resultados. 5) La mayoría de las investigaciones identificadas fueron en España, México, Estados Unidos, Colombia y Reino Unido. El uso de la tecnología en videojuegos serios es una herramienta atractiva y efectiva para promover la salud y evitar el deterioro físico en adultos mayores.

8. AGRADECIMIENTOS Y RECONOCIMIENTOS

Uno de los autores, Leonor Mariana Duque Fernández, se encuentra becado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) de México por parte del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) reconocido a la Facultad de Ciencias de la Cultura Física perteneciente a la Universidad Autónoma de Chihuahua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, L., & Yuste, R. (2014). Teorías de la educación de adultos que subyacen en el uso de videojuegos. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 15(4), 160-183. <https://doi.org/10.14201/eks.12350>
- Beltrán-Carrillo, V., Valencia-Peris, A., & Molina-Alventosa, J. (2011). Los videojuegos activos y la salud de los jóvenes: revisión de la investigación. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 10(41), 203-219. <https://r.issu.edu.do/l?l=11786XGG>
- Bieryla, K. (2016). Xbox Kinect training to improve clinical measures of balance in older adults: a pilot study. *Aging Clinical and Experimental Research*, 28(3), 451-457. <https://doi.org/doi.org/10.1007/s40520-015-0452-y>
- Bock, S., Dunsiger, J., Ciccolo, E., Serber, W., Wu, P., Tilkemeier, P., Walaska, K., & Marcus, B. (2019). Exercise videogames, physical activity, and health: wii heart fitness: a randomized clinical trial. *American Journal of Preventive Medicine*, 56(4), 501-511. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2018.11.026>
- Bock, B., Thind, H., Dunsiger, S., Serber, E., Ciccolo, J., Cobb, V., Palmer, K., Abernathy, S., & Marcus, B. (2015). Exercise videogames for physical activity and fitness: Design and rationale of the Wii Heart Fitness trial. *Contemporary Clinical Trials*, 42, 204- 212. <https://doi.org/10.1016/j.cct.2015.04.007>
- Brox, E., Evertsen, G., Åsheim-Olsen, H., Hors-Fraile, S., & Browne, J. (2015). Experience with a 3D Kinect Exergames for Elderly. *Conference: International Conference on Health Informatics*. <https://doi.org/10.5220/0005165602310238>
- Brox, E., Fernandez, L., & Evertsen, J. (2011). Exergames for elderly: Social exergames to persuade seniors to increase physical activity. *5th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth) and Workshop*. <https://doi.org/10.4108/icst.pervasivehealth.2011.246049>

- Brox, E., Konstantinidis, S., & Evertsen, G. (2017). User-Centered Design of Serious Games for Older Adults Following 3 Years of Experience With Exergames for Seniors: A Study Design. *JMIR Serious Games*, 5(1), 1-14. <https://doi.org/10.2196/games.6254>
- Caparosa, S., Nichols, J., Marshall, S., Cipriani, D., Kingsbury, T., Lorenz, K., Robusto, K., & Nicaise, V. (2011). Exergaming: not just for kids anymore! *American Council on Exercise*, 1-5. <https://r.issu.edu.do/l.php?l=22TWW>
- Cabrera-Fernández, A., Chacón-Cuberos, R., & Castro-Sánchez, M. (2015). La alternativa de los EXERGAMES en la mejora de la calidad de vida de la tercera edad. *Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 4(3), 34-44. <https://doi.org/10.24310/riccafd.2015.v4i3.6154>
- Ceballos, O. (2012). *Actividad física en el adulto mayor*. Manual Moderno.
- Chacón, R. (2014). *Los "Exergames" como posibilidad emergente y alternativa, en el ámbito de la actividad física y la salud*. [Tesis de pregrado, Universidad de Granada]. <http://hdl.handle.net/10481/36175>
- Chang, C., Lange, B., Zhang, M., Koenig, S., Requejo, P., Somboon, N., Sawchuk, A., & Rizzo, A. (2012). Towards Pervasive Physical Rehabilitation Using Microsoft Kinect. *6th International Conference: Pervasive Health*. <https://doi.org/10.4108/icst.pervasivehealth.2012.248714>
- D'Aquaro, N., Maggiorini, D., Mancuso, G., & Ripamonti, L. (2011). Videogames and Elders: A New Path in LCT?. *International Conference on Digital Human Modeling. ICDHM 2011*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-21799-9_28
- De Rosario, H., Ávila, C., Fos, F., Medina, E., Castellano, W., Bollaín, C., Poveda, R., & Morales, I. (2013). Mejorar el equilibrio con videojuegos. *Revista de Biomecánica*, 59, 31-34. <http://hdl.handle.net/10251/38684>
- Duque, E., & Vásquez, A. (2013). NUI para la educación. Eliminando la discriminación tecnológica en la búsqueda de la inclusión digital. Centro de Investigaciones, Corporación Universitaria Americana. <http://hdl.handle.net/20.500.12579/3780>
- Forrelat-Barrios, M., Hernández-Hernández, A., Guerrero-Molina, Y., Domínguez-López, Y., Naranjo-Cobas, A., & Hernández-Ramírez, P. (2012). Importancia de los ejercicios físicos para lograr una ancianidad saludable. *Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia*, 28(1), 1-7. <http://r.issu.edu.do/l.php?l=22TWW>
- García, J., Felix, K., & Lawrence, E. (2011). *Serious Games to Improve the Physical Health of the Elderly: A Categorization Scheme*. IARIA.
- Gerling, K., Libvingston, I., Nacke, L., & Mandryk, R. (2012). Full-Body Motion-Based Game Interaction for Older Adults. *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1873-1882. <https://doi.org/10.1145/2207676.2208324>
- Gerling, K., Schild, J., & Masuch, M. (2010). Exergames design for elderly users: the case study of Silver Balance. *Conference: Proceedings of the 7th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology, ACE 2010*. <https://doi.org/10.1145/1971630.1971650>
- Gerling, K., Shulte, F., & Masuch, M. (2011). Designing and evaluating digital games for frail elderly persons. *Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology, ACE 2011*, 62, 1-8. <https://doi.org/10.1145/2071423.2071501>
- Gómez-Miranda, L., Santiago-López, N., Chacón-Araya, Y., Moncada-Jiménez, J., & Ortiz-Ortiz, M. (2019). Effect of Exergames on Physical Function, Cognitive Capacity, Depressive State and Fall-Risk in Mexican Older Adults: A pilot study. *Journal of Physical Education and Sport – JPES*, 19(3), 833-340. <https://doi.org/10.7752/jpes.2019.s3120>
- Huchim, J. (2018). *Desarrollo de un videojuego serio para incentivar la memoria episódica y semántica de adultos mayores con demencia*. [Tesis de maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California - CICESE]. <https://r.issu.edu.do/l?l=11787H8C>
- Kayama, H., Nishiguchi, S., Yamada, M., Aoyama, T., Okamoto, K., & Kuroda, T. (2014). Effect of a Kinect-based exercise game on improving executive cognitive performance in community dwelling elderly. *Journal of Medical Internet Researc*, 16(2). <https://doi.org/10.2196/jmir.3108>

- Kato, P. (2012). Evaluating efficacy and validating health games. *Games for Health Journal*, 1(1), 74-76. <https://doi.org/10.1089/g4h.2012.1017>
- Kramer, J., Burrus, N., Echtler, F., Herrera, D., & Parker, M. (2012). *Hacking the Kinect*. Apress.
- Lee, S., & Shin, S. (2013). Effectiveness of Virtual Reality Using Video Gaming Technology in Elderly Adults with Diabetes Mellitus. *Diabetes Technology & Therapeutics*, 15(6), 489-496. <https://doi.org/10.1089/dia.2013.0050>
- Lieberman, D., Chair, B., Medina, E., Franklin, B., McHugh, B., & Vafiadis, D. (2011). The Power of Play: Innovations in Getting Active Summit 2011. *Circulation*, 123(21), 2507-2516. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e318219661d>
- López-González, E., Alejo-Eleuterio, R., Antonio-Velásquez, J., & Ambriz-Polo, J. (2016). Estudio de movimiento para la rehabilitación de enfermedades óseomusculares en adultos mayores con modelo virtual. *Revista de Tecnología e Innovación*, 3(8), 7-15. <http://r.issu.edu.do/l.php?l=22TWW>
- Lyons, E., Tate, D., Ward, D., Bowling, M., Ribisl, K., & Kalyararaman, S. (2011). Energy Expenditure and Enjoyment during Video Game Play: Differences by Game Type. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(10), 1987-1993. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318216ebf3>
- Madrigal-Pana, J., Gómez-Figueroa, J., & Moncada-Jiménez, J. (2018). *Adult Perception Toward Videogames and Physical Activity Using Pokémon Go*. *Games for Health Journal*, 8(3), 227-235. <https://doi.org/10.1089/g4h.2018.0100>
- Muñoz-Cardona, J., Henao-Gallo, O., & López-Herrera, J. (2013). Sistema de Rehabilitación basado en el Uso de Análisis Biomecánico y Videojuegos mediante el Sensor Kinect. *Tecno Lógicas, Edición Especial*, 43-54. <https://doi.org/10.22430/22565337.386>
- Muñoz, J., Henao, O., & Lopez, J. (2013). BCI Games With Motion Capture and its Possibilities in Rehabilitation. *Fifth International Brain-Computer Interface Meeting San Jose*. <https://doi.org/10.1109/GHTC.2014.6970312>
- Muñoz, J., Villada, J., & Giraldo, J. (2013). Exergames: una herramienta tecnológica para la actividad física. *Revista Médica de Risaralda*, 19(2), 126-130. <https://doi.org/10.22517/25395203.8527>
- O'Loughlin, E., Dugas, E., Sabiston, K., & O'Loughlin, J. (2012). Prevalence and Correlates of Exergaming in Youth. *Pediatrics*, 130(5), 806-814. <https://doi.org/10.1542/peds.2012-0391>
- Saenz-de-Urturi, Z., & Garcia-Zapirain, B. (2016). Kinect-Based Virtual Game for the Elderly that Detects Incorrect Body Postures in Real Time. *Sensors (Basel)*, 16(5), 704-718. <https://doi.org/10.3390/s16050704>
- Sebastián, A., & Martínez, G. (2013). La influencia de las nuevas tecnologías: Videojuegos, redes, sociales e internet, en los consumidores seniors en España. *I Congreso Internacional de Comunicación y Sociedad Digital*. <http://r.issu.edu.do/l.php?l=22TWW>
- Sevilla, M., Salgado, M., & Osuna, N. (2015). Repercusión en el desempeño escolar de los adolescentes con el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 2, 1-19. <https://r.issu.edu.do/l?l=11825FAl>
- Stanmore, E., Stubbs, B., Vancampfort, D., DeBruin, E., & Firth, J. (2017). The effect of active video games on cognitive functioning in clinical and non-clinical populations: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Neuroscience and Biobehavioral Review*, 78, 34-43. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.04.011>
- Taylor, M., McCormick, D., Shawis, T., Impson, R., & Griffin, M. (2011). Activity-promoting gaming systems in exercise and rehabilitation. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 48(10), 1171- 1186. <https://doi.org/10.1682/JRRD.2010.09.0171>
- Uzor, S., & Baillie, L. (2014). Investigating the Long- Term Use of Exergames in the Home with Elderly Fallers. *CHI '14 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2813- 2822. <https://doi.org/10.1145/2556288.2557160>
- Van Diest, M., Lamoth, C., Stegenga, J., & Verkerke, G. (2013). Exergaming for balance training of elderly: State of the art and future developments. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 10(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-10-101>

- Velarde, M., Perugachi, E., Romero, D., Sappa, A., & Vintimilla, B. (2015). Análisis del movimiento de las extremidades superiores aplicado a la rehabilitación física de una persona usando técnicas de visión artificial. *Revista Tecnológica ESPOLE*, 28(1), 1-7. <http://r.issu.edu.do/l.php?l=22TWW>
- Yeh, T., Pai, F., & Jeng, M. (2019). The Factors Affecting Older Adults' Intention toward Ongoing Participation in Virtual Reality Leisure Activities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(3), 333-345. <https://doi.org/10.3390/ijerph16030333>