

Trabajo fin de grado

Eficacia de los juegos serios desarrollados para los
pacientes: revisión de la literatura.



Autor del trabajo: Jose Marcos Gallego Tuñón
Directora académica: Leticia San Martín Rodríguez

Grado en enfermería
Curso académico 2016-2017
Convocatoria de defensa: junio 2016
Universidad Pública de Navarra

RESUMEN

Introducción: Las tecnologías de la información y la comunicación han descubierto a la sociedad actual un sinnúmero de posibilidades, entre las que se encuentran los juegos en versión digital o videojuegos. Aprovechando el concepto de juego, cuyo objetivo es la diversión, ha surgido una variante llamada “juegos serios”, que buscan que el usuario aprenda, se eduque o practique en diferentes áreas. Entre otras, el área de las Ciencias de la Salud integra desde hace años este tipo de juegos destinados a los estudiantes, a los profesionales y a los propios pacientes. El objetivo del estudio es conocer los diferentes juegos serios desarrollados para los pacientes en los últimos cuatro años (2013-2016), cuya eficacia haya sido evaluada. **Metodología:** Se ha realizado una revisión narrativa con metodología sistemática. Se han utilizado las bases de datos más relevantes en el campo de la salud como son: PUBMED, CINAHL, PSYCINFO e IEEE. Hemos usado distintos términos de búsqueda (juegos serios, pacientes y resultados) en combinación con operadores booleanos para obtener el mayor número de resultados posible. **Resultados:** Hemos obtenido 18 artículos, los cuales, presentaban juegos para la rehabilitación física, la rehabilitación cognitiva y educación para la salud de los pacientes. **Discusión:** Los juegos serios son una herramienta útil como apoyo a las terapias de tratamiento convencionales, proporcionando resultados satisfactorios en cuanto a la motivación y el compromiso por parte de los pacientes. Sin embargo, se necesita seguir investigando para obtener datos más concluyentes en cuanto al grado de efectividad de los mismos desde un punto de vista de resultados clínicos.

Palabras clave: Juegos serios/pacientes/resultados/Ciencias de la Salud/Enfermería.

ABSTRACT

Introduction: Information and communication technologies, including among them digital and video games, have revealed endless possibilities for society. Building on the concept of play, whose main objective is enjoyment, a new type of “serious game” has emerged. Serious games seek to educate or train the user in different areas so that they learn. Among other disciplines the Health Sciences for many years have incorporated these types of games in programs for students, professionals and patients. The aim of this study is to examine the different serious games developed for patients in the last four years (2013-2016), whose effectiveness has been appraised. **Methodology:** A systematic narrative review was conducted using the most relevant healthcare databases: PUBMED, CINAHL, PSYCINFO & IEEE. Different terms were used in the search (serious games, patients and results) in combination with Boolean operators in order to obtain the greatest number of results possible. **Results:** 18 articles were obtained, which included games for the physical rehabilitation, the cognitive rehabilitation and the health education of patients. **Discussion:** serious games are a useful tool as a support for conventional treatment therapies providing satisfactory results in terms of patient motivation and commitment. However, further investigation is required to gain more conclusive data on their level of effectiveness with regard to clinical outcomes.

Key words: Serious games/patients/outcomes/Health Sciences/Nursing.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo principal.....	3
2.2 Objetivos secundarios.....	3
3. METODOLOGÍA.....	4
3.1 Estrategia de búsqueda	4
3.2 Selección de los artículos.....	4
3.3 Extracción de datos y análisis	6
4. RESULTADOS.....	11
4.1 Juegos serios destinados a la rehabilitación física.....	11
4.1.1 Rehabilitación física en los pacientes con enfermedad de Parkinson.....	11
4.1.2 Rehabilitación física de pacientes que han sufrido un ictus.....	13
4.1.3 Rehabilitación física de niños con parálisis cerebral.....	18
4.1.4 Rehabilitación física de pacientes con esclerosis múltiple.	20
4.1.5 Rehabilitación física de ext. inf. en pacientes con inestabilidad de tobillos. .	20
4.2 Juegos serios destinados a la rehabilitación de las funciones cognitivas.....	23
4.2.1 Rehabilitación cognitiva de pacientes con bulimia nerviosa.....	23
4.2.2 Rehabilitación cognitiva de pacientes pediátricos con trastorno obs-comp.	24
4.2.3 Rehabilitación cognitiva en pacientes alcoholdependientes.	25
4.2.4 Rehabilitación cognitiva de pacientes con demencia.....	26
4.3 Juegos serios para la educación y entrenamiento en patologías crónicas.....	28
4.3.1 Educación de pacientes en el manejo de la hipertensión arterial.....	28
4.3.2 Educación de pacientes con asma.....	29
5. DISCUSIÓN	30
5.1 Eficacia de los juegos serios para la rehabilitación física.....	31
5.2 Eficacia de los juegos serios para la rehabilitación cognitiva.....	32
5.3 Eficacia de los juegos serios para la educación de la salud.....	33
5.4 Diseño de un juego serio para pacientes con hipercolesterolemia.....	34
6. CONCLUSIONES	36
7. AGRADECIMIENTOS	37
8. BIBLIOGRAFÍA	38
9. ANEXOS.....	43
Anexo I: Tabla de los ensayos clínicos en niños con parálisis cerebral.....	43

Anexo II: Tabla del estudio de cohorte realizado en niños con parálisis cerebral	44
Anexo III: Tabla del estudio de casos particulares en niños con parálisis cerebral.....	47
Anexo IV: Tabla de los juegos serios recogidos en la revisión sistemática de asma...	48
Anexo V: Tabla informativa de los resultados de la revisión sistemática del asma....	49

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Proceso de selección de los artículos.....	5
Ilustración 2: Ejemplos de videojuegos para entrenar el equilibrio	11
Ilustración 3: Kinect Adventures.	12
Ilustración 4: ArmaeBoom.....	14
Ilustración 5: Movimientos de la acción de beber un vaso de agua	15
Ilustración 6: Kinect Sports Paddle Panic Mini Game	15
Ilustración 7: Juego serio para la rehabilitación de ictus	16
Ilustración 8: Escenarios del juego de rehabilitación Prehab	17
Ilustración 9: Videouegos Kinect Xbox 360	19
Ilustración 10: Videojuegos Wii Fit Balance	21
Ilustración 11: GestureTek Health.....	22
Ilustración 12: Imágenes del videojuego Playmancer	24
Ilustración 13: Imágenes del videojuego Playmancer	25
Ilustración 14: Juegos serios para practicar la memoria visual.....	26
Ilustración 15: Sistemas de terapia de cognición integrada BrightBrainer	27
Ilustración 16: Supermercado y consulta de enfermería virtuales	21

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Términos utilizados en la búsqueda bibliográfica.....	4
Tabla 2: Proceso de selección de los artículos según base de datos.....	5
Tabla 3: Características principales de los artículos seleccionados.....	6
Tabla 4: Resumen de los artículos ordenados por autores y objetivos del juego.....	10

1.INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se han ido produciendo una serie de cambios políticos, económicos, sociales y culturales, a nivel mundial. Estos cambios tienen su origen en los años 60 cuando se empezaron a analizar aquellos acontecimientos que estaban sucediendo en la sociedad industrial, pasando a denominarse ésta “post-industrial”.

El cambio más significativo que se puede apreciar en la sociedad post-industrial, es el constante bombardeo de información incontrolada al que la sociedad ha sido sometida a través de los medios de comunicación, en todas sus modalidades: audiovisual, digital, etc...

Este conjunto de fenómenos ha dado lugar a la aparición del término “Sociedad del Conocimiento”. Según Castells (1996), en esta sociedad del conocimiento emergen dos grandes innovaciones tecnológicas: internet y la posibilidad de recodificar el ADN.

Dejando de lado la genética, internet ha revolucionado las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TICs). La trasmisión de la información a nivel mundial se ha incrementado considerablemente, con lo que se facilita el intercambio de conocimiento científico, mejorando la calidad de vida de la población. Las TICs están muy difundidas en el campo financiero y económico, sin embargo, éstas han suscitado un interés económico importante con lo que no todo el mundo, a nivel social, se puede beneficiar de ellas. En efecto, las clases pobres están en desventaja ya que su poder adquisitivo no les permite acceder a estas nuevas tecnologías creándose así otro nuevo concepto llamado “brecha digital” (Hutsumi, 2005).

Las TICs han descubierto a la sociedad actual un sinfín de posibilidades, entre las que se encuentran los juegos en versión digital o videojuegos.

El ser humano desde que nace, está en estrecho contacto con los juegos que sus mayores le ofrecen, con el objetivo de que se diviertan, aprendan, desarrollen su imaginación, y adquieran diferentes destrezas. En definitiva, los juegos ayudan al desarrollo integral de cada individuo.

En la sociedad digital en la que vivimos, los videojuegos han ocupado un espacio importante entre los jóvenes y no tan jóvenes. Los video juegos otorgan a los jugadores momentos de diversión, de aprender nuevas acciones y desenvolverse en ambientes virtuales, creando así una manera diferente de ocio y dispersión (Gros, 2000).

Numerosos estudios demuestran los beneficios que estos videojuegos les producen a los jugadores. Según Green y Bavelier (2006), los videojuegos les dotan de un mejor desarrollo de sus habilidades y destrezas, mejora de la agudeza visual, mayor reacción ante múltiples estímulos y mejor coordinación ojo-mano.

Aprovechando el concepto de juego, cuyo objetivo es la diversión, ha surgido una variante llamada “juegos serios” (“serious games” en inglés), con una finalidad diferente. La meta de los juegos serios no es el mero entretenimiento de los jugadores, sino que lo que buscan es que el usuario aprenda, se eduque o practique sobre diferentes disciplinas (Michael & Chen, 2006).

Esta modalidad de juego ya fue mencionada por Clark Abt en la década de los 60 donde simulaban situaciones de la I Guerra Mundial para practicar estrategias de guerra en los centros de formación militar (Marcano, 2008).

Hay tres grandes diferencias que podemos destacar de los juegos serios frente a los videojuegos comerciales. En primer lugar, estos juegos se destinan a la educación en diferentes áreas. En segundo lugar, están muy relacionados con la realidad que vive nuestra sociedad. Por último, los juegos serios usan la realidad virtual, lo que le permite al usuario desarrollarse en un ambiente seguro (Michael & Chen 2006).

Los juegos serios se están aplicando en áreas muy diferentes de nuestra sociedad facilitando así el desarrollo profesional de las mismas.

En el ámbito militar se han usado como simuladores para el montaje de armamento o para estudiar diferentes estrategias de guerra (Wayne, 2003). Por otro lado, a nivel empresarial se han utilizado para la publicidad de productos y servicios (Marcano, 2008).

En la educación, los juegos serios son grandes aliados tanto para que los alumnos aprendan, como para formar al profesorado sobre nuevas metodologías de estudio y otros aspectos de la enseñanza. La religión también ha echado mano de esta tecnología para predicar la palabra de Jesús (Michael & Chen, 2006). La disciplina del arte y del diseño utiliza los juegos serios para fomentar la creatividad o simular diferentes escenarios virtuales a modo de aprendizaje en diseño (Stock, 2006).

En las Ciencias de la Salud, los juegos serios los podemos clasificar en tres grandes grupos. Un primer grupo para los juegos serios destinados a los estudiantes, otro grupo para los profesionales y un último grupo para los juegos serios aplicados a los pacientes y sus familias.

Los juegos serios destinados a los estudiantes cobran mucha importancia, ya que por mediación de éstos, los estudiantes pueden descubrir la anatomía del cuerpo humano o formarse sobre diferentes técnicas quirúrgicas de innovación respectivamente (Marcano, 2008).

Por su parte, los juegos serios destinados a los profesionales predominan en diferentes disciplinas como la medicina o la enfermería y en diferentes especialidades sanitarias como la cirugía, la cardiología o la endocrinología. En cirugía, los juegos serios se pueden usar, por ejemplo, para formar al cirujano en la realización de una sustitución de prótesis total de rodilla (Park, Yoon, Kim, Lee, & Han, 2007). En cardiología existen simuladores sobre electrocardiografía donde el profesional puede coger más destreza en la correcta lectura de los electrocardiogramas (Richards, 2011). En el área concreta de enfermería, por ejemplo, los enfermeros son instruidos a través de juegos serios en el manejo del control del dolor en los pacientes (Richards, 2009).

Para concluir, los juegos serios destinados a los pacientes, en el área de dieta y diabetes por ejemplo, instruye a los pacientes diabéticos sobre cómo inyectarse la insulina y son educados para realizar una dieta y ejercicios saludables adecuados a su patología (Guillaume & Leray, 2015). Otro aspecto importante de aplicación de los juegos serios es el usado en pacientes para desarrollar la rehabilitación de alguna función física o psíquica que se ha deteriorado o aplicados a la recuperación de pacientes con dolor crónico (Marcano, 2008).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo principal:

Identificar y analizar los diferentes juegos serios desarrollados para los pacientes en los últimos cuatro años (2013-2016), cuya eficacia haya sido evaluada.

2.2 Objetivos secundarios:

- Describir las principales funcionalidades de los juegos serios identificados.
- Presentar una clasificación de los juegos serios utilizados por los pacientes en función de una serie de características comunes.
- Resumir la evidencia existente con respecto a los efectos de los juegos serios sobre los pacientes.
- Reflexionar sobre la creación de futuros juegos serios y proponer un juego serio dirigido al paciente.

3. METODOLOGÍA

Para dar respuesta a los objetivos del trabajo, hemos llevado a cabo una revisión bibliográfica narrativa con metodología sistemática sobre los juegos serios que hay disponibles para la rehabilitación, formación o entrenamiento de los pacientes en el campo de la Salud y cuya efectividad ha sido evaluada.

En este apartado, mostraremos la estrategia de búsqueda utilizada en la revisión. A continuación, explicaremos como hemos procedido a la selección de los artículos. Para concluir, mencionaremos la forma en la que hemos extraído los datos de los diferentes artículos y el análisis de los mismos.

3.1 Estrategia de búsqueda

Para realizar la búsqueda bibliográfica de los artículos, hemos consultado las bases de datos científicas más relevantes en el área de la salud y de la tecnología: PUBMED, CINAHL, PSYCINFO e IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).

Las palabras clave utilizadas en la búsqueda bibliográfica han sido: “juego serio”, “paciente” y “resultado” en sus términos en inglés: “games”, “patients” y “outcomes” en cualquier campo del artículo. Hemos truncado las palabras “serious gam*”, “patient*” y “outcome*” para ampliar la búsqueda y obtener todos los registros que contienen esa raíz. Para que los términos aparezcan juntos en el documento, hemos usado el operador booleano “AND”. La estrategia de búsqueda se ha adaptado a las diferentes bases de datos según las características particulares de cada una de ellas. La tabla nº 1 presenta de forma sintética la estrategia de búsqueda empleada.

Tabla 1. Términos utilizados en la búsqueda bibliográfica.

PALABRAS CLAVE
#1. SERIOUS GAM*
#2. PATIENT*
#3. OUTCOME*
#4. #1 AND 2# AND 3#

Con respecto a los límites, se han empleado dos: un límite idiomático y un límite temporal. Por un lado, la búsqueda se ha limitado a los idiomas inglés y español. Por otro lado, hemos seleccionado los artículos publicados entre los años 2013 y 2016. La limitación a estos años es debido a la revisión sistemática encontrada en nuestra búsqueda por los autores Gaudet y Geissbuhler (2012), sobre la existencia de los juegos serios en salud diseñados para pacientes realizado hasta el año 2012. Por este motivo, consideramos importante realizar nuestra búsqueda bibliográfica a partir del año 2013.

3.2 Selección de los artículos.

Tal y como se muestra en la ilustración 1, tras realizar la búsqueda en las cuatro bases de datos mencionadas, hemos encontrado un total de 121 artículos. Una vez eliminados los textos duplicados, nos hemos quedado con 105 artículos. Al realizar la lectura del título y el resumen, hemos sustraído, por un lado, 71 artículos que iban dirigidos a estudiantes de

Ciencias de la Salud o a profesionales de medicina y/o enfermería, quedando un total de 34 artículos. Por otro lado, 12 artículos que no evaluaban la eficacia del juego por lo que nos quedamos con 22 artículos. Por último, hemos excluido cuatro artículos que presentaban juegos que no estaban directamente relacionados con las nuevas tecnologías, concluyendo con un total de 18 artículos.

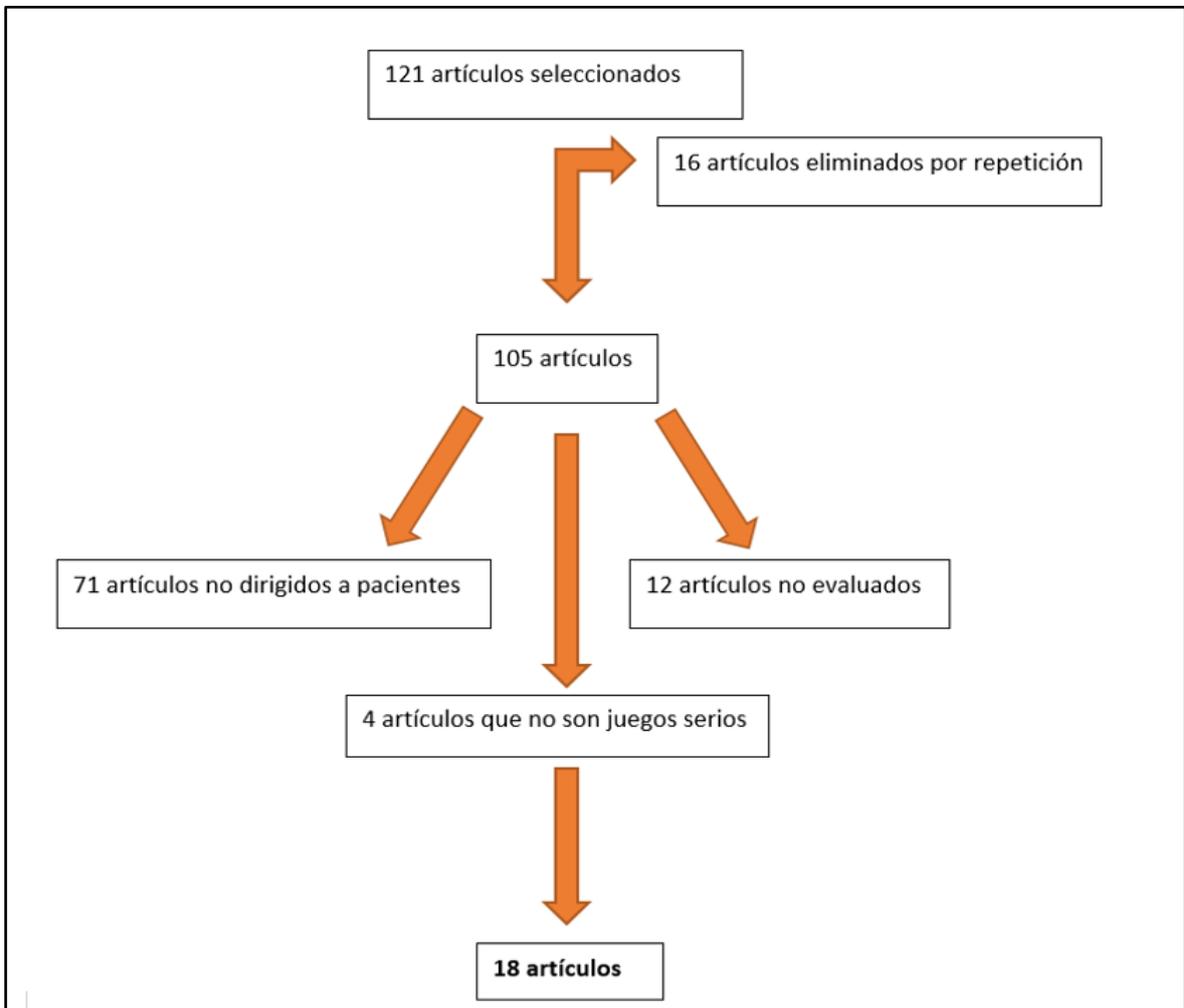


Ilustración nº 1: Proceso de selección de los artículos.

La tabla nº 2 muestra el detalle de los artículos seleccionados en cada etapa y en cada una de las bases de datos consultadas.

Tabla nº 2: Proceso de selección de los artículos según base de datos.

	PUBMED 21	CINAHL 80	PYSICINFO 12	IEEE 8	TOTAL 121
Textos duplicados	1	5	9	1	105
Artículos no dirigidos a pacientes	6	62	1	2	34
No evaluados	5	3	---	4	22
No es un Juegos serio	---	3	---	1	18

3.3 Extracción de datos y análisis

Después de proceder a la lectura completa de los artículos extraídos en la fase precedente sobre juegos serios para educar, rehabilitar o informar a los pacientes en temas de salud, hemos extraído de cada uno de ellos la información relativa al nombre del juego, la institución que publica el artículo, el autor/autores, la fecha de publicación, la finalidad principal de cada uno de los juegos y los resultados obtenidos en cada artículo. En la tabla nº 3 se muestran las principales características de cada artículo.

Tabla nº 3: Características principales de los artículos seleccionados para nuestro estudio parte 1.

ARTÍCULO	INSTITUCIÓN	AUTORES	AÑO	OBJETIVO	RESULTADOS
A systematic review of serious games in asthma education	Ilumens Simulation Department, París Descartes University	Drummond, Monnier, Tesnière y cols	2016	Comprobar qué juegos serios hay disponibles hasta la fecha en cuanto a educación para pacientes pediátricos y adolescentes con asma, verificar el conocimiento que tienen éstos sobre su enfermedad y comprobar si los juegos serios mejoran los resultados clínicos de estos pacientes.	Esta revisión sistemática revela que sí que ha habido una mejora significativa en cuanto al conocimiento que adquieren los pacientes usando este juego serio sobre su enfermedad, pero no hay evidencia de que los resultados clínicos mejoren.
The use of commercial video games in rehabilitation: a systematic review	Université Libre de Bruxelles	Bonnechère, Jansen, Omelina y cols.	2016	Investigar los efectos que tienen los juegos comerciales en la rehabilitación física de diferentes patologías relacionadas con las funciones motoras en los pacientes.	Este estudio muestra que, en la mayoría de los casos, la introducción de video juegos comerciales para la rehabilitación física ofrece resultados similares a la terapia convencional.
The use of videogames as complementary therapeutic tool for cognitive behavioral therapy in bulimia nervosa patients	Hospital universitario de Bellvitge-IDIBELL (Barcelona)	Fernández, Jiménez, Santamaría y cols.	2015	Comparar la efectividad de la terapia de comportamiento cognitivo añadiendo un video juego serio en pacientes con bulimia nerviosa o solo con la terapia convencional con el objetivo de mejorar los resultados terapéuticos.	El valor estadístico del estudio no es muy significativo ya que la muestra es insuficiente, pero si introducimos video juegos serios a la terapia convencional mejora la adherencia del tratamiento.
Impact of a serious game for health on chronic disease self-management: preliminary efficacy among community dwelling adults with Hypertension	Journal of health & human services administration	Hickman, Clochesy, Pinto y cols.	2015	Mejorar el control de la presión arterial en la sociedad adulta a través de una aplicación	Este estudio confirma la eficacia de esta aplicación reduciendo la presión arterial de los pacientes que han participado.

Tabla nº 3: Características principales de los artículos seleccionados para nuestro estudio parte 2.

ARTÍCULO	INSTITUCIÓN	AUTORES	AÑO	OBJETIVO	RESULTADOS
Effects of augmented visual feedback during balance training in Parkinson's disease: A pilot randomized clinical trial	Faculty of human movement sciences (Amsterdam)	Heuvel, Kwakkel, Beek y cols.	2014	Investigar si el entrenamiento del equilibrio a través de la realidad virtual en pacientes con enfermedad de Parkinson es más efectivo y seguro que el entrenamiento convencional para mejorar el control postural.	Se muestra un resultado satisfactorio en cuanto a la viabilidad y seguridad que aporta el entrenamiento del equilibrio a través del uso de un videojuego basado en la realidad virtual. Aun así, no demuestra haber sido más efectivo que el entrenamiento convencional, pero tampoco menos.
Evaluating the impact of player experience in the design of a serious game for upper extremity stroke rehabilitation	Universidade federal de Santa Maria. (Brasil)	Cordeiro, Joao y Cervi.	2015	Recoge la experiencia de los jugadores en el uso de un juego serio diseñado para la rehabilitación post-ictus.	Demuestra que es una solución factible integrar los juegos serios en los procesos de las terapias físicas de rehabilitación.
The effect of arm support combined with rehabilitation games on upper-extremity function in subacute stroke: A randomized controlled trial	Roessingh research and development (Netherlands)	Prange, Kottink, Buurke y cols.	2015	Comparar el efecto de realizar el entrenamiento con un soporte de brazo combinado con ejercicios para la rehabilitación de las extremidades superiores mediante un juego digital y la rehabilitación convencional en pacientes con ictus.	Tanto el uso del entrenamiento con el soporte de brazo combinado con el juego digital como la rehabilitación convencional, muestran ser una terapia efectiva en ambos casos.
Can serious games be incorporated with conventional treatment of children with cerebral palsy? A review	Université libre de Bruxelles, (Belgium)	Bonnechere, Jansen, Omelina y cols.	2014	Comprobar el resultado de introducir diferentes juegos serios en la rehabilitación de pacientes con parálisis cerebral al tratamiento convencional.	No hay una evidencia clara de que incorporar juegos serios en niños con parálisis cerebral les ayude, debido a que hay que tener en cuenta muchos parámetros ya que el tratamiento y manejo de estos pacientes es muy complejo y multidisciplinar.
Executive functioning in alcoholics following an mHealth cognitive stimulation program: Randomized controlled trial	Lusophone university of humanities and technologies (Portugal)	Gamito, Oliveira, Lopes y cols.	2014	Comprobar los efectos cognitivos mediante una intervención neuropsicológica en los pacientes alcohol dependientes usando la tecnología móvil y los juegos serios.	La tecnología móvil y los juegos serios en pacientes alcohol dependientes ha demostrado un incremento de la función cognitiva tanto en el grupo experimental como en el grupo control.

Tabla nº 3: Características principales de los artículos seleccionados para nuestro estudio parte 3.

ARTÍCULO	INSTITUCIÓN	AUTORES	AÑO	OBJETIVO	RESULTADOS
Feasibility study of the BrightBrainer integrative cognitive rehabilitation system for elderly with dementia	Bright cloud international carp, hundal neuropsychology group LLC and roosevelt care centers	Burdea, Polistico, Krishnamoorthy y cols	2014	Describir el desarrollo de un sistema de rehabilitación cognitiva llamado BrightBrainer y determinar su viabilidad en pacientes con demencia.	Los resultados han demostrado un beneficio en las habilidades cognitivas de los pacientes con demencia.
Comparison of the immediate effect of the training with a virtual reality game in stroke patients according side brain injury	Federal university of Rio Grande do Norte (Brazil)	Galvao, Oliveira, Paiva y cols.	2014	Comparar el efecto inmediato del entrenamiento con un juego de realidad virtual en pacientes después de un ictus dependiendo del hemisferio cerebral afectado.	Los resultados muestran que los pacientes con el lado derecho del cerebro afectado mejoran más sus habilidades motoras que los pacientes que padecen la afectación cerebral en el lado izquierdo.
Effect of wiihabilitation on strength ratio of ankle muscles in adults	Biomechanics department, faculty of physical therapy, Cairo (Egypt)	Aya, Gada, Soheir y cols	2016	Investigar el efecto de un videojuego a la dorsiflexión y plantiflexión del tobillo para solventar problemas de inestabilidad.	Se considera una herramienta de entrenamiento efectiva para la prevención y/o rehabilitación en pacientes con problemas de inestabilidad en los tobillos.
Feasibility, safety and outcomes of playing Kinect Adventures! For people with Parkinson's disease: a pilot study.	University of Sao Paulo, (Brazil)	Pompeu, Arduini, Botelho y cols	2014	Evaluar la viabilidad, seguridad y resultados de jugar con Kinect Adventures en pacientes con la enfermedad de Parkinson.	Jugar con Kinect Adventures ha mejorado el equilibrio y la calidad de vida de los pacientes que padecen la enfermedad de Parkinson.
A telerehabilitation program by virtual reality-video games improves balance and postural control in multiple sclerosis patients	Rey Juan Carlos university, Alcorcón, (Madrid)	Ortiz, Galán, Cano y cols.	2013	Demostrar una mejoría en el equilibrio y el control postural en pacientes con esclerosis múltiple mediante un programa de telerehabilitación con realidad virtual en situaciones en las que el tratamiento convencional no está disponible.	El resultado de este estudio verdaderamente cumple con el objetivo propuesto.

Tabla nº 3: Características principales de los artículos seleccionados para nuestro estudio parte 4.

ARTÍCULO	INSTITUCIÓN	AUTORES	AÑO	OBJETIVO	RESULTADOS
Kinect Xbox 360 as a therapeutic modality for children with cerebral palsy in a school environment: A preliminary study	Rey Juan Carlos university, Alcorcón, (Madrid)	Luna, Ortiz, Cano de la Cuerda y cols.	2013	Evaluar la utilidad de un video juego basado en la realidad virtual mediante la tecnología Kinect Xbox 360 para apoyar la fisioterapia convencional en niños con parálisis cerebral y objetivar los cambios psicomotores después de usar estas consolas de última generación que se puedan dar.	Introducir en la rehabilitación del niño con parálisis cerebral un video juego con tecnología Xbox 360 mejora su estado psicomotor, el equilibrio y las actividades de la vida diaria.
The GestureTek virtual reality system in rehabilitation: a scoping review	University of British Columbia, (Vancouver)	Glegg, Tatla y Holsti.	2014	Evaluar el uso del sistema de realidad virtual GestureTek para la rehabilitación física y cognitiva de los pacientes	El uso de GestureTek ha demostrado mejoras funcionales en los pacientes.
Adaptation in serious games for upper-limb rehabilitation: An approach to improve training outcomes	University of Montpellier, (France)	Hocine, Gouaich, Cerri y cols.	2014	Adaptar la técnica de un juego serio para mejorar los resultados de entrenamiento en pacientes que han padecido un ictus.	Se muestra un incremento de la amplitud de movimiento en estos pacientes controlando su esfuerzo durante la sesión de juego.
Virtual affective agents and therapeutic games	University of Zurich, (Switzerland)	Brezinka	2013	“Ricky and the Spider”: es un juego diseñado para tratar a niños que padecen un trastorno obsesivo compulsivo.	Los niños que han participado en este estudio han reducido significativamente los síntomas del trastorno obsesivo compulsivo.

Con respecto al objetivo de los juegos, estos 18 artículos se centran, por un lado, en la rehabilitación física de diferentes patologías, como son los pacientes con Párkinson (P), ictus, parálisis cerebral (PC), esclerosis múltiple (EM) e inestabilidad de tobillos. Por otro lado, hay juegos que se centran en la rehabilitación cognitiva de los pacientes con bulimia nerviosa (BN), niños con trastorno obsesivo-compulsivo (TOC), dependencia de alcohol y demencia. Para terminar, hay dos juegos centrados en la educación para la salud en pacientes hipertensos (HTA) y asmáticos como se puede observar en la tabla 4.

Tabla nº 4: Resumen de los artículos ordenados por autores y objetivo del juego.

ARTÍCULO	REHABILITACIÓN FÍSICA					REHABILITACIÓN COGNITIVA				EDUCACIÓN	
	P	ICTUS	PC	EM	TOBILLO INESTABLE	BN	TOC	ALCOHOL	DEMENCIA	HTA	ASMA
Aya y cols., 2016					✓						
Bonnechère y cols., 2014			✓								
Bonnechère y cols., 2016	✓	✓	✓								
Brezinka, 2013							✓				
Cordeiro y cols., 2015		✓									
Drummond y cols., 2016											✓
Fernández y cols., 2015						✓					
Galvao y cols., 2014		✓									
Gamito y cols., 2014								✓			
Glegg y cols., 2014		✓	✓						✓		
Burdea y cols., 2015									✓		
Heuvel y cols., 2014	✓										
Hickman y cols., 2015										✓	
Hocine y cols., 2014		✓									
Luna y cols., 2013			✓								
Ortiz y cols., 2013				✓							
Pompeu y cols., 2014	✓										
Prange y cols., 2015		✓									

4.RESULTADOS

Como ya hemos mencionado, los artículos seleccionados presentan juegos serios que persiguen esencialmente tres grandes objetivos para el paciente: la rehabilitación física, la rehabilitación cognitiva y la educación para la salud.

4.1 Juegos serios destinados a la rehabilitación física.

En este grupo, hemos desarrollado los juegos serios destinados a los pacientes con la enfermedad de Parkinson, personas que han sufrido un ictus, niños con parálisis cerebral, pacientes diagnosticados de esclerosis múltiple y personas con inestabilidad en tobillos.

4.1.1 Rehabilitación física en los pacientes con enfermedad de Parkinson.

Los individuos que sufren la enfermedad de Parkinson, con el tiempo, tienen que afrontar un aumento de la dificultad para caminar y una pérdida del equilibrio (Hoehn & Yahr, 1967). Para estos pacientes, los juegos serios pueden ser particularmente válidos, considerando los efectos beneficiosos de la estimulación externa para la función motora (Lim et al., 2005).

Los juegos serios destinados a la rehabilitación de la enfermedad de Parkinson están basados en diferentes tecnologías y dispositivos que nos proporcionan los fabricantes de las videoconsolas Nintendo Wii Fit o Kinect Xbox 360.

La tecnología de Nintendo Wii Fit ha sido utilizada por Heuvel y colaboradores (2014), con el objetivo de investigar si la introducción de un programa de entrenamiento para el equilibrio, aplicando la realidad virtual con dicha tecnología, es factible, seguro y más efectivo que el entrenamiento del equilibrio de forma convencional, para mejorar el control postural de pacientes con Parkinson.

Los videojuegos seleccionados para alcanzar el objetivo están basados en la realidad virtual en la que los participantes cuentan con una estación de trabajo compuesta por un monitor plano LCD conectado a un PC tal y como muestra la ilustración 2. Dicho PC contiene videojuegos comerciales compatibles con la tecnología Nintendo Wii Fit con distintas finalidades:

- Videojuegos destinados al ejercicio interactivo y dinámico para mejorar el equilibrio, como son, *Motek Medical, Amsterdam y The Netherlands*.
- Videojuegos que van dirigidos al registro del movimiento mediante una plataforma que mide la fuerza que ejerce el jugador, como son, *Forcelink o Culemborg*.
- Videojuegos capaces de medir la inercia mediante un sensor que sirve para proyectar los movimientos del cuerpo en la pantalla en forma de avatar, permitiendo al usuario moverse en un espacio virtual, como son, *Xsens y Enschede*.

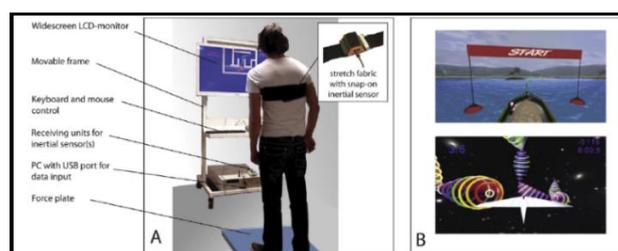


Ilustración nº 2: Imagen A – Estación de trabajo con plataforma de fuerza y/o sensor de inercia. Imagen B – Ejemplos de videojuegos para entrenar el equilibrio (Heuvel et al., 2014).

De un total de 33 pacientes, 16 de ellos formaron el grupo de control del estudio recibiendo terapia convencional para la rehabilitación física de la enfermedad de Parkinson, mientras que los 17 pacientes restantes formaron el grupo de experimentación, quienes recibieron el entrenamiento incorporando videojuegos en la modalidad de realidad virtual. Los dos grupos entrenaron durante cinco semanas en dos sesiones semanales de una hora de duración. Al final del programa, 31 pacientes concluyeron todo el proceso.

Por su parte, Pompeu y colaboradores (2014), desarrollan su investigación basándose en la tecnología Kinect Xbox 360, para evaluar la aplicabilidad, seguridad y resultados en los pacientes con la enfermedad de Parkinson, mediante el videojuego *Kinect Adventures*. Los videojuegos fueron seleccionados de acuerdo a las necesidades físicas de los pacientes. Los videojuegos elegidos para este estudio fueron *Space Pop*, *20.000 Leaks*, *Reflex Ridge* y *River Rush*. Podemos ver una imagen de estos videojuegos en la ilustración 3.

En estos juegos, si centramos la atención en la rehabilitación física del paciente, el usuario puede entrenar el desplazamiento del centro de gravedad a través del movimiento de las extremidades superiores o la realización del intercambio de peso entre las extremidades inferiores. Otros ejercicios a ejecutar por mediación de estos videojuegos serían la posición de cuclillas y realización de inclinaciones de tronco.



Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=XHUzQGQ2UzY> Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=XHUzQGQ2UzY>



Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=DKSiZiset4>

Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=fU_etP-ef78

Ilustración nº 3: *Kinect adventures*, (2010). Imagen superior izq.: *Space Pop*. Imagen superior dcha.: *20.000 Leaks*. Imagen inferior izq.: *Reflex Ridge*. Imagen inferior dcha.: *River Rush*.

Para la realización de este estudio, se reunió a un total de siete pacientes, seis hombres y una mujer, con el planteamiento de entrenar 60 minutos tres veces por semana durante 14 sesiones individuales.

Según los resultados del estudio, las 14 sesiones realizadas por los usuarios han sido suficientes para comprobar que se adquiere una mayor destreza en los juegos Kinect. Además, entrenar con Kinect, mejora el equilibrio, la marcha y la calidad de vida de los pacientes con esta enfermedad.

4.1.2 Rehabilitación física de pacientes que han sufrido un ictus.

Alrededor del 60% de los pacientes que sobreviven a un ictus, sufren de hemiparesia, padeciendo una marcada limitación de la función motora de la extremidad superior y repercutiendo así en sus actividades de la vida diaria (Kwakkel, Kollen, Grond, & Prevo, 2003). Según algunos autores hay una verdadera necesidad de un programa de rehabilitación para recuperar la función motora de estos pacientes lo más efectiva y eficiente posible (Barreca, Bohammon, Fasoli & Wolf, 2003). En esta línea, en las últimas décadas, han emergido nuevas tecnologías en cuanto a la rehabilitación de los afectados por esta patología, tales como dispositivos electromecánicos y realidad virtual, lo que ha contribuido a ofrecer nuevas oportunidades para la mejora de la recuperación del movimiento de dichos pacientes (Huang & Krakauer, 2009).

Según los resultados de nuestra revisión, existen diferentes juegos basados en diferentes tecnologías para la rehabilitación de dichas extremidades.

Prange y colaboradores (2015), compararon el efecto de realizar el entrenamiento con un soporte de brazo, combinado con ejercicios mediante un juego digital y la rehabilitación convencional en pacientes con ictus.

El dispositivo que utiliza el soporte para el brazo se llama *ArmeoBoom*. Está compuesto de un sistema de suspensión en cabestrillo elevado, que proporciona un soporte para la muñeca y el codo como se puede apreciar a la izquierda y en la imagen inferior de la ilustración nº 4. Este elemento proporciona un buen soporte en un espacio tridimensional que te permite realizar movimientos funcionales sin ninguna restricción. El mecanismo se adapta a la situación física de cada paciente. *ArmeoBoom* está compuesto por una webcam y un ordenador portátil que permiten al usuario interactuar con los videojuegos incorporados en el ordenador portátil y jugar moviendo la extremidad afectada en un ambiente tridimensional ajustado al grado de movimiento funcional de cada paciente.

Los movimientos, tanto en el plano horizontal como el plano vertical son controlados y grabados con la finalidad de premiar con puntos dependiendo de la actuación del usuario y del tiempo de ejecución.

Entrenar con el soporte de brazo consiste en realizar los movimientos con el brazo afectado, con el objetivo de maximizar la habilidad de los ejercicios usando el mínimo soporte de brazo posible.

El juego cuenta con 3 niveles de dificultad dependiendo de la ejecución del movimiento que se quiera realizar.

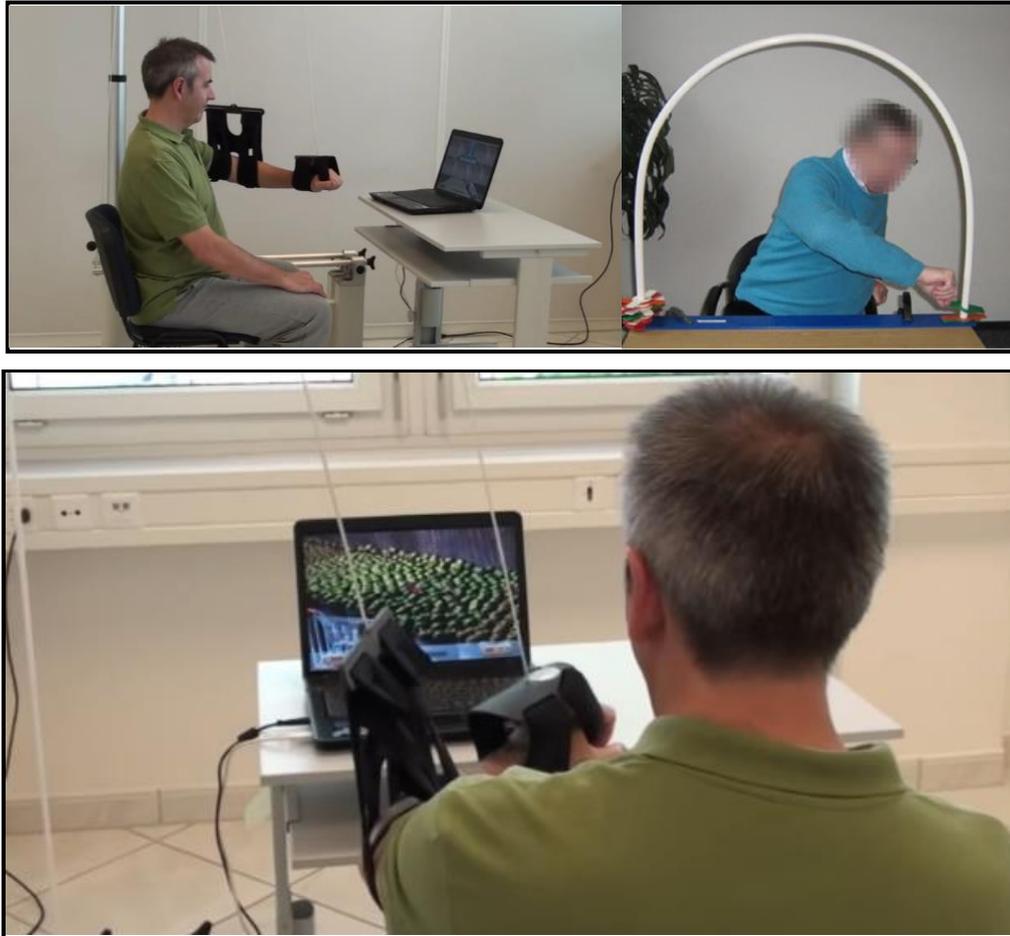


Ilustración nº 4: Imagen superior izq. e imagen inferior, Hocoma ArmeoBoom. (2013). Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=0kotJZiYZ28>. Imagen superior Dcha.: Ejemplo de ejercicio con terapia convencional (Prange et al., 2015).

El entrenamiento de rehabilitación convencional consiste en la realización de unos ejercicios ejecutados con los brazos, dirigidos por el terapeuta, para reflejar la terapia física y ocupacional.

El objetivo de este entrenamiento es que el paciente incremente el rango de movimiento del brazo, principalmente del hombro y el codo con el mínimo soporte posible de una superficie como una mesa, como se puede ver a la derecha de la ilustración nº 4. Todos los ejercicios son análogos en esencia y consisten en alcanzar objetos colocados en una mesa, en mover o apilar vasos, colocar discos o transportar bloques de pinzas sin la ayuda de ningún ordenador ni soporte informático. Conforme el paciente va superando los juegos propuestos, los movimientos se van complicando un poco más.

Un total de 70 pacientes que habían padecido un ictus hemorrágico o isquémico en las últimas 12 semanas y que estaban estables con su medicación fueron elegidos para la rehabilitación. Los participantes pasaron por un programa de entrenamiento de seis semanas, divididas en tres sesiones de 30 minutos cada una.

Un grupo de 35 pacientes se formó para la rehabilitación de las extremidades superiores en combinación con el soporte de brazo y el ejercicio, mientras que 33 pacientes realizaron la rehabilitación con los ejercicios convencionales.

Los resultados de este estudio afirman, que, tanto la terapia de rehabilitación con un brazo soporte y el entrenamiento de rehabilitación como la terapia convencional son igual de efectivos. El entrenamiento con el brazo soporte es percibido por los pacientes que han sufrido un ictus como una herramienta altamente motivadora para su rehabilitación motora.

Por su parte, autores como Fernandes, Passos, Brito y Campos (2014), comparan el efecto que se produce al entrenar con un videojuego de realidad virtual Kinect Xbox 360 *Paddle Panic Mini Game*, en pacientes que han padecido un ictus. El objetivo es mejorar el movimiento de la extremidad superior, observando el hemisferio cerebral afectado de estos pacientes.

La evaluación se lleva a cabo mediante la acción de beber un vaso de agua antes y después de entrenar, como se muestra en la ilustración nº 5, con el videojuego denominado *Paddle Panic Mini Game*.



Ilustración nº 5: Movimientos del hombro y codo durante la acción de beber un vaso de agua. La imagen 1 muestra la posición inicial, la imagen 2 muestra la acción de coger el vaso, la imagen 3 muestra la acción de llevar el vaso hasta la boca y la imagen 4, representa la acción de beber el agua (Fernandes et al., 2014).

El videojuego de realidad virtual *Paddle Panic Mini Game*, representado en la ilustración nº 6, pertenece a la sección de *Sports* de la consola Kinect Xbox 360 en el que los participantes tienen 45 segundos para golpear el mayor número de bolas posible de un total de 60 bolas.



Ilustración nº 6: Kinect Sports Paddle Panic Mini Game. (2013). Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=Ofqapos-3rE>

Se seleccionaron un total de 40 participantes para realizar el estudio. El grupo inicial se subdividió en cuatro grupos atendiendo a los siguientes criterios:

- Pacientes con afectación derecha del cerebro (hemiparesia izquierda)
- Pacientes con afectación izquierda del cerebro (hemiparesia derecha)
- Pacientes sanos que entrenaron con la extremidad superior derecha en el videojuego
- Pacientes sanos que entrenaron con la extremidad superior izquierda en el videojuego

Los resultados del estudio muestran que los pacientes con la afectación de la extremidad superior por ictus presentaron una mejoría del entrenamiento con el videojuego, demostrado un incremento de la puntuación en cada jugada.

La evaluación del ejercicio propuesto de beber de un vaso de agua, muestra que los pacientes con la afección en el lado derecho del cerebro (hemiparesia izquierda) han mejorado su capacidad motora después del entrenamiento, sin embargo, los pacientes afectados del lado izquierdo del cerebro (hemiparesia derecha) no han notado esa mejoría.

Según los resultados obtenidos, se puede concluir que los pacientes con hemiparesia izquierda se benefician más del entrenamiento del videojuego y se acercan más al movimiento de los individuos sanos, así como en los ángulos del hombro y del codo en la actividad de beber un vaso de agua, respondiendo mejor al uso de los juegos de realidad virtual, en comparación con los pacientes que sufren hemiparesia derecha.

Otros autores como Cordeiro, Carning, y Cervi (2015), evalúan el efecto que produce el entrenamiento con un videojuego de Kinect Xbox 360, en la rehabilitación de las extremidades superiores en pacientes que han sufrido un ictus.

Para la realización de este estudio, se seleccionan a 38 individuos sanos, sin ninguna patología relacionada con la discapacidad motora.

El juego seleccionado para la realización del estudio tiene dos variantes: modalidad de jugador individual y jugadores múltiples, como se puede observar en la ilustración nº 7.



Ilustración 7: Juego serio para la rehabilitación de la extremidad superior después de un ictus en modo jugador individual (imagen de la izquierda) o jugadores múltiples (imagen de la derecha) (Cordeiro et al., 2015).

En la modalidad individual, el jugador tiene que recoger del árbol la máxima cantidad de frutas en un periodo de tiempo determinado. En la modalidad de jugadores múltiples, existe la posibilidad de elegir entre el modo de juego competitivo o colaborativo. Los jugadores pueden seleccionar si recoger la máxima cantidad de fruta de los árboles en un

periodo de tiempo determinado (juego competitivo), o que el terapeuta preseleccione un objetivo para los jugadores con un número determinado de frutas que tienen que ser recogidas (juego colaborativo).

Para almacenar toda la información, el videojuego dispone de una base de datos multimedia para su posterior evaluación, incluyendo neuronas espejo y biofeedback.

Los resultados del estudio muestran que los participantes se sintieron más distraídos en la modalidad de juego individual, mientras que, en la modalidad de jugador múltiple, los participantes adquirieron un mayor compromiso con el juego. Las modalidades de jugador múltiple proporcionaron a los jugadores entretenimiento y experiencia del aprendizaje a través del biofeedback y las neuronas espejo. En la modalidad de jugador múltiple, se consiguieron efectos más positivos y puntuaciones más elevadas.

Por último Hocine, Cerri y Froger (2015), evaluaron el efecto de una adaptación de un juego serio en los resultados del entrenamiento durante la sesión terapéutica en aquellos pacientes que han sufrido un ictus.

La adaptación quiere decir la personalización del videojuego, creando diferentes niveles de dificultad ajustados a la habilidad y actuación de cada paciente. El juego serio se denomina *Prehab* (Plataforma de juegos para la rehabilitación de la extremidad superior) y cuenta con tres versiones diferentes, correspondientes a las estrategias planteadas por los autores.

Las escenas de juego están estructuradas en diferentes tareas que van puntuando y el jugador tiene que ir cumpliendo diferentes objetivos. La finalidad del juego es incrementar el rango de movimiento y el número de actividades realizadas en las sesiones de entrenamiento. El jugador tiene que ir eliminando enemigos para llegar a las piedras preciosas, como podemos observar en la ilustración nº 8.



Ilustración nº 8: diferentes escenarios del juego de rehabilitación Prehab. (Hocine et al. 2015).

La primera versión creada por los autores fue la adaptación dinámica de la dificultad del videojuego, para que tenga unos efectos más positivos en los resultados del entrenamiento de los pacientes. La segunda versión tiene como estrategia incrementar la adaptación de la dificultad sin seguir criterio alguno. La última versión trata de incrementar o disminuir la adaptación de la dificultad aleatoriamente, sin seguir ningún patrón.

Para realizar el estudio se seleccionaron siete pacientes, cinco hombres y dos mujeres, con edades comprendidas entre 38 y 73 años. Todos los participantes jugaron usando la extremidad superior afectada. La duración del programa de entrenamiento fue de dos

semanas, tiempo en el que los participantes realizaron tres sesiones cada día de 20 minutos cada una. Los jugadores utilizaron las tres versiones del videojuego diariamente.

El resultado del estudio informó de un incremento en la amplitud de movimiento durante la sesión terapéutica con la técnica de la adaptación dinámica de la dificultad, por lo que se confirma que la primera versión es la mejor opción para la rehabilitación de los pacientes. Además, la adaptación dinámica de la dificultad basada en el control del esfuerzo, hace que el paciente, si no supera los diferentes retos propuestos en el videojuego, se disminuya progresivamente la dificultad, previniendo así la fatiga del jugador.

4.1.3 Rehabilitación física de niños con parálisis cerebral.

Uno de los componentes más importantes del programa de rehabilitación en niños con parálisis cerebral, es la práctica de ejercicios basada en la repetición de los movimientos y la efectividad de los mismos. El grado de mejoría física del niño depende de la cantidad de ejercicios apropiados que realice (Weightman et al., 2011).

Las nuevas tecnologías, como la realidad virtual, pueden proporcionar a los niños la posibilidad de ejecutar ejercicios sencillos que pueden realizar con independencia (Burke et al., 2009).

Los autores Luna y colaboradores (2013), se han apoyado en la tecnología Kinect Xbox 360 con la finalidad de evaluar el uso de estos videojuegos como complemento al tratamiento de rehabilitación en niños con parálisis cerebral y observar cambios en el estado psicomotor de éstos.

El equipo de fisioterapeutas ha elegido la tecnología Kinect Xbox 360 porque es de fácil manejo y porque su uso es divertido. Los fisioterapeutas confían en que los pacientes, al pasárselo bien jugando, tengan una mejor adherencia al tratamiento, debido a la motivación que les produce a los niños, jugar con estos videojuegos.

Los juegos seleccionados para llevar a cabo este estudio han sido *Kinect Sports*, *Kinect Joy Ride* y *Kinect Disneyland Adventures*. La ejecución de estos juegos tiene como función trabajar el equilibrio y movimientos del tronco, coordinación general y visual y movimiento de las extremidades. A continuación, se muestra en la ilustración 9 una imagen de los videojuegos arriba mencionados de Microsoft Kinect.



Niña entrenando con *Kinect-Sports I*. (Izquierda) – Escenario virtual. (Derecha) (Luna et al., 2013).



Imagen izq.: *Joy Ride*. (2010). Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=NK5qoTFRfM>

Imagen dcha.: *Kinect Disneyland Adventures*. (2011). Recuperado de <http://www.meristation.com/xbox-360/kinect-disneyland-adventures/analisis-juego/1535428>

Ilustración nº 9: Juegos Kinect seleccionados para la rehabilitación de niños con parálisis cerebral.

En este estudio participaron 11 pacientes con parálisis cerebral, cinco niños y seis niñas, dedicando 30 minutos al día durante ocho semanas.

Los resultados de este estudio, basados en la captura de movimiento, son herramientas potenciales en el contexto de una rehabilitación en niños con parálisis cerebral. Entrenar con los videojuegos de Kinect Xbox 360, ha demostrado mejoría en el estado psicomotor, equilibrio y actividades de la vida diaria de estos participantes. Sin embargo, según los autores, se necesitan más estudios para evaluar el beneficio de estos videojuegos como suplemento de la rehabilitación de niños con parálisis cerebral.

Una revisión sistemática llevada a cabo por los autores Bonnechère y colaboradores (2014), cuyo objetivo es investigar si es conveniente incorporar los juegos serios en el tratamiento convencional de niños con parálisis cerebral y evaluar el nivel de evidencia científica existente, analizó 31 artículos que informaban de un total de 352 pacientes. En los anexos I, II y III, aparecen los artículos detallados de este estudio.

Según los resultados de esta revisión sistemática, el manejo y el tratamiento de estos pacientes es complejo, multidisciplinar y una tarea multidimensional con muchos parámetros que se deben de tomar en cuenta. Esta complejidad y presentación clínica heterogénea, hace difícil encontrar evidencia científica para tratamientos e intervenciones.

Van sint Jan y colaboradores afirman que los juegos serios están emergiendo como herramientas interesantes tanto para pacientes como para el personal sanitario. Dado que hay una alta heterogeneidad clínica de signos y síntomas en la parálisis cerebral, no hay un solo tratamiento único efectivo. Por lo tanto, los juegos serios muestran bastante evidencia para ser incluidos en el tratamiento convencional de niños con parálisis cerebral puesto que está probado que es eficiente para incrementar la motivación de los pacientes. Sin embargo, para aumentar el nivel de evidencia, es importante adoptar protocolos

estandarizados (intervenciones, poblaciones y resultados) y usar herramientas comunes para realizar futuras comparaciones entre posteriores estudios

4.1.4 Rehabilitación física de pacientes con esclerosis múltiple.

En el estudio llevado a cabo por Ortiz y colaboradores (2013), querían demostrar una mejoría potencial del equilibrio y la postura corporal en los pacientes con esclerosis múltiple que completen un programa de telerehabilitación de realidad virtual como terapia física alternativa en las situaciones en las que el tratamiento convencional, no está disponible.

Para alcanzar el objetivo, han seleccionado una serie de videojuegos compatibles con la tecnología Kinect Xbox 360. Dicha tecnología usa un sensor de infrarrojos, que reconoce la posición física y la altura del paciente, y un micrófono detecta su voz y reproduce sonidos en el videojuego. Este sistema de Kinect permite al usuario crear su propio avatar, pudiendo ser controlado con los propios movimientos manuales y corporales del jugador.

Los videojuegos elegidos para llevar a cabo el entrenamiento fueron tres: *Kinect Sports*, *Joy Ride* y *Adventures*; los mismos videojuegos seleccionados para el entrenamiento de los niños con parálisis cerebral.

Los movimientos corporales que el videojuego nos propone, son actividades como tirar o golpear objetos con una mano o con los pies, mandar y recibir bolas con diferentes partes del cuerpo, esquivar objetos, superar obstáculos e imitar posturas. La ilustración nº 9 hace referencia a estos videojuegos aplicados, en este caso, a pacientes con esclerosis múltiple.

En este estudio participaron 50 pacientes con esclerosis múltiple. Se formaron dos grupos de 25 personas y la duración del entrenamiento fue de diez semanas para ambos grupos. Las mujeres sumaban un total de 27 pacientes más 20 hombres entre 28 y 60 años. Dos personas abandonaron el entrenamiento y una persona dejó el proceso, porque tuvo una recaída. El grupo control recibió tratamiento de fisioterapia dos veces a la semana durante 40 minutos en cada sesión. El grupo experimental recibió el tratamiento de telerehabilitación usando Kinect Xbox 360 en 40 sesiones, cuatro sesiones por semana durante 20 minutos cada una.

Los resultados obtenidos demuestran que un programa de telerehabilitación basado en un sistema de realidad virtual, permite optimizar la información sensorial integrando y procesando los sistemas necesarios para mantener el equilibrio y el control postural en personas con esclerosis múltiple. Además, los autores sugieren, que los programas de realidad virtual permiten mecanismos de respuesta de movimiento en situaciones en las cuales, la terapia convencional no está disponible. Según los autores, son necesarias investigaciones adicionales para evaluar la habilidad de estos sistemas para tratar otros síntomas asociados a la esclerosis múltiple, evaluar el efecto de estos programas analizando el coste-efectividad y determinar si estas mejorías clínicas son percibidas por los pacientes, como una mejor salud relacionada con su calidad de vida.

4.1.5 Rehabilitación física de las extremidades inferiores en pacientes que padecen inestabilidad en los tobillos.

El programa de entrenamiento Wii Balance de Nintendo ha sido recomendado para mejorar la fuerza de los músculos del tobillo en aquellos pacientes con inestabilidad funcional de los mismos, a un precio mucho más económico que la terapia convencional (Kim, Jun & Heo, 2015).

Estos programas virtuales de entrenamiento mejoran el equilibrio estático y dinámico de estos pacientes y pueden ser utilizados segura y eficazmente (Kim & Heo, 2015).

Aya y colaboradores (2016), han investigado el efecto de entrenar con los ejercicios de los videojuegos que ofrece la consola Nintendo Wii Fit para mejorar la relación de resistencia en los movimientos de dorsiflexión y plantiflexión del pie. Estos ejercicios están indicados en la prevención y rehabilitación de pacientes que padecen lesiones de tobillo.

Un total de 32 participantes sanos formaron parte del estudio. Se constituyó un grupo experimental que realizó el programa de entrenamiento Nintendo Wii-Fit y un grupo control que fue instruido para evitar cualquier programa de entrenamiento hasta la evaluación final.

Para el programa de entrenamiento de este estudio se seleccionaron dos videojuegos: *The Table Tilt*, como inicio en la práctica del equilibrio durante dos tercios de la sesión y *The Standing Rowing Squat*, como ejercicio para estirar el músculo durante el resto de la sesión. El objetivo de estos videojuegos es la ejecución de la contracción del músculo agonista-antagonista en la dorsiflexión-plantiflexión del pie.

En el videojuego *The table Tilt*, el participante intenta dirigir una o varias bolas hacia los agujeros dispuestos en una plataforma que se va inclinando hacia los lados. El jugador se coloca de pie en la tabla de equilibrio y dependiendo de la redistribución del peso, captado por los sensores de presión que contiene la tabla, la plataforma se va moviendo. Este videojuego permite movimientos anteroposterior y mediolateral sobre la articulación de los tobillos. El jugador, al mismo tiempo, entrena el centro de gravedad de su cuerpo por los cambios de movimiento tan rápidos que tiene que ejecutar. En la ilustración nº 10, en la imagen izquierda, se puede apreciar una imagen de dicho videojuego.

The Standing Rowing Squat es un videojuego para tonificar el músculo, que requiere que el jugador realice sentadillas flexionando las rodillas desde la posición de bipedestación, hasta que la flexión de las rodillas llegue al nivel requerido del videojuego. El nivel a alcanzar es determinado por un punto rojo que tiene que permanecer en una zona azulada al llegar a la distancia requerida, como se puede comprobar en la ilustración nº 10 en la imagen derecha. La correcta ejecución de las sentadillas es una forma de incrementar las fuerzas de compresión de las articulaciones, mejorando la estabilidad y disminuyendo las fuerzas de cizallamiento (Harter, 1996).

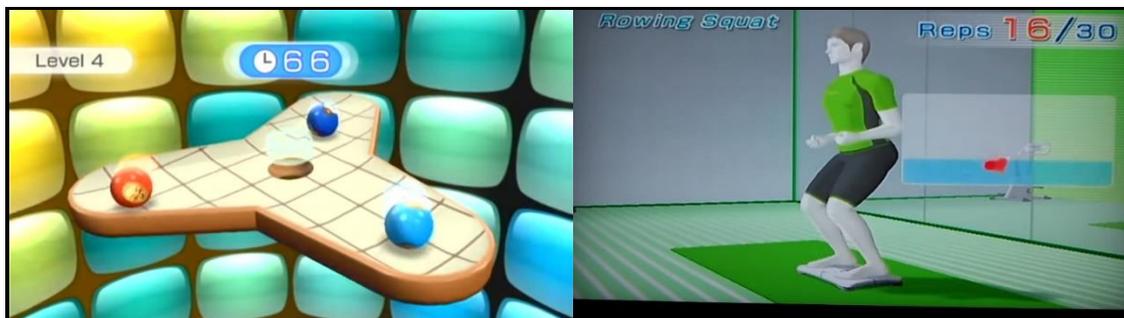


Ilustración nº 10: Imagen izq.: Wii Fit-Balance Games-Table Tilt. (2008). Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=S6AsXsPwmKo>. Imagen dcha.: Wii Fit Plus Gameplay: Rowing Squats. (2011). Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=G1ZTaP4lvvQ>

La duración del programa de entrenamiento fue de seis semanas, en las cuales, los participantes jugaron tres veces a la semana durante 30 minutos.

El resultado de este estudio revela una importante disminución de la relación de resistencia en la dorsiflexión y plantiflexión del tobillo, después de comparar el antes y el después del entrenamiento con los videojuegos de la consola Nintendo Wii-Fit. En el grupo control no hubo cambios significativos, por lo que este hecho, puede significar un efecto causado por el entrenamiento con los videojuegos ya que no recibió ningún entrenamiento con los mismos.

Basándonos en el presente estudio, Nintendo Wii Fit está recomendada como medida preventiva y de entrenamiento en tobillos inestables en individuos sedentarios y atletas. (Aya et al., 2016).

Otro de los artículos seleccionados ha sido la revisión del material publicado por Glegg, Tatla y Holsti (2014), quienes han centrado sus investigaciones en evaluar el sistema de realidad virtual GestureTek en el uso de la rehabilitación física y cognitiva de los pacientes. Los autores, se han basado en 44 estudios relacionados principalmente con problemas de equilibrio, atrofas musculares y movilidad de las extremidades en pacientes con diferentes patologías.

El sistema GestureTek, en comparación con otras tecnologías como Nintendo Wii, posee como característica especial la realidad ambiental. El participante se ve él mismo inmerso en un escenario virtual a través de la pantalla del videojuego con un grado de movimiento en tiempo real y una información de entrada sensorial para el participante en total congruencia con la vida real como se muestra en la ilustración nº 11.



Ilustración nº 11: GestureTek Health. (2016). Recuperado de <http://www.gesturetekhealth.com/solutions/rehabilitation>

En general, la fuerza y calidad de la evidencia en la utilidad y eficacia del sistema GestureTek está emergiendo, con el mayor nivel de evidencia disponible respaldado por las pruebas de control aleatorizadas.

Aproximadamente, la mitad de esta investigación ha sido conducida a establecer la utilidad y factibilidad de la tecnología para la rehabilitación. Aunque las características óptimas del tratamiento tienen que ser establecidas, los programas de corta duración y fuerte intensidad parecen haber demostrado mejorías funcionales. Estas mejorías han sido documentadas por grupos especiales de poblaciones en resultados relacionados con el equilibrio, la movilidad, extremidades superiores, fitness y actividades de la vida diaria. Es necesario realizar investigaciones futuras para intensificar la fuerza y generalidad de estos resultados.

Finalmente, el conjunto de pruebas informa de una baja incidencia de eventos adversos por lo que es seguro adoptar este sistema a los procesos clínicos.

4.2 Juegos serios destinados a la rehabilitación de las funciones cognitivas.

En este otro grupo, hemos desarrollado los juegos serios destinados a pacientes con trastornos de la alimentación como es la bulimia nerviosa, niños con trastorno obsesivo-compulsivo, pacientes alcoholdependientes y pacientes que padecen de demencia.

4.2.1 Rehabilitación cognitiva de pacientes con bulimia nerviosa.

Está demostrado que la terapia cognitiva conductual es muy efectiva en los trastornos de la alimentación, especialmente en aquellos pacientes que padecen bulimia nerviosa (Wilfley, Kolko & Kass, 2011).

El objetivo de este estudio llevado a cabo por los autores Fernández y colaboradores (2015), es analizar si la terapia cognitiva conductual en combinación con un videojuego, mejora la capacidad de regular las emociones y reducir los niveles de ansiedad en pacientes que padecen bulimia nerviosa, en comparación con aquellos pacientes que solo son tratados con la terapia cognitiva conductual tradicional.

Para la realización de este estudio se formaron dos grupos conducidos por psicólogos y psiquiatras especializados. El primer grupo estaba formado por pacientes que solo iban a ser tratados con la terapia cognitiva conductual, compuesto por 16 participantes que dedicaron 90 minutos por semana.

El segundo grupo añadiría a su terapia convencional la ejecución de un videojuego. Este equipo realizó el programa de entrenamiento durante 10-12 semanas siendo *Playmancer* el juego de elección. Se pueden ver unas imágenes del mismo en la imagen izquierda de la ilustración nº 12.

Playmancer es un videojuego ambientado en una isla, donde el paciente tiene que progresar y seguir avanzando en el juego basado en el cumplimiento de una serie de objetivos terapéuticos desarrollados en tres minijuegos. La meta principal es aumentar las habilidades de autocontrol emocional del paciente.

Este videojuego, como podemos observar en la ilustración 12, lleva incorporados varios elementos como un biosensor para monitorizar la reactividad psicológica y una cámara, que mide el estado emocional del jugador. Cuando el videojuego detecta emociones negativas o reacciones psicológicas de hiperactividad, inmediatamente el avatar es transportado a una zona de relajación, con el objetivo de tranquilizar al jugador.



Ilustración nº 12: Playmancer. Imagen izq.: Diferentes escenarios del videojuego. Imagen dcha.: Monitorización del reconocimiento de los aspectos psicológicos y emocionales (Fernández et al., 2015).

Las sesiones duran 20 minutos, con música relajante durante tres minutos antes y después de que empiece el juego.

Los resultados más significativos de este estudio muestran que añadir un videojuego a la terapia convencional, produce mejores resultados en los trastornos de alimentación y en psicopatología general, que si se realizara exclusivamente una terapia convencional. El grupo que incorporó un videojuego a la terapia convencional, demostró obtener una disminución de la ansiedad y una mayor capacidad para expresar emociones.

Según los autores, el número de participantes no fue suficientemente elevado, por lo que se tiene que tomar en consideración a la hora de evaluar el resultado. Hay que señalar también que el abandono por parte de los pacientes que realizaron la terapia combinada, fue bastante más reducido que los pacientes que realizaron la terapia convencional.

4.2.2 Rehabilitación cognitiva de pacientes pediátricos con trastorno obsesivo-compulsivo.

El objetivo del videojuego *Ricky and the Spider*, propuesto por Brezinka (2013), es animar a los niños que padecen un trastorno obsesivo-compulsivo y a sus terapeutas a luchar contra esta enfermedad, mediante estrategias basadas en la terapia cognitiva conductual. Los principales elementos de esta terapia consisten en la psico-educación, técnicas de externalización y la exposición de ejercicios para prevenir respuestas hacia los comportamientos de su trastorno. Para poner en práctica dichos elementos, el videojuego se divide en ocho niveles que van integrando los conceptos a desarrollar de la terapia.

Los protagonistas del juego son, el “Dr. Owl”, el búho que es el terapeuta que da consejos y dos personajes con trastorno obsesivo-compulsivo: “Ricky the grasshopper”, el saltamontes que debe saltar siguiendo un patrón muy concreto y “Lisa the Ladybug”, la mariquita que debe contarse los puntos negros antes de dormirse. El último personaje es “Spider”, la araña que tiene atemorizados al saltamontes y a la mariquita, porque les da órdenes que tienen que ejecutar, amenazándoles con que si no los realizan, las consecuencias serán terribles. Este hecho les enreda más en su trastorno obsesivo-compulsivo. En la ilustración nº 13 se muestra una imagen de este videojuego.



Ilustración nº 13: Ricky und die Spinne. (2011). Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=oENZeQQdr6E>

Según los autores, en este videojuego han participado 18 niños con edades comprendidas entre 6 y 13 años, en conjunto con 13 terapeutas. Los niños refirieron sentir satisfacción haciendo uso del videojuego mientras estaban en tratamiento y el terapeuta añadió, que éstos se divirtieron jugando al videojuego y su motivación por el tratamiento aumentó considerablemente. Según los resultados del estudio, los síntomas del trastorno obsesivo-compulsivo fueron reducidos significativamente en 17, de los 18 niños.

Los autores señalaron limitaciones para este estudio, como que el número de pacientes es muy pequeño o que no se ha efectuado un estudio con niños realizando la terapia cognitiva conductual sin el uso del juego, como grupo control.

Sin embargo, los autores afirman, que los videojuegos terapéuticos no pueden sustituir a la psicoterapia de los niños. Los videojuegos terapéuticos, muestran solo su máximo potencial cuando van dirigidos por el terapeuta que puede explicar y comentar los conceptos introducidos en el juego.

4.2.3 Rehabilitación cognitiva en pacientes alcoholdependientes.

El abuso del alcohol es un problema global de salud, siendo el responsable de un gran aumento de mortalidad y morbilidad en la población general (Bischof, Hapke, Hanke, & John, 2013). Aparte de los efectos negativos ya mencionados, el daño cerebral que el alcohol causa es muy serio. El síndrome de dependencia al alcohol está muy relacionado con la disfunción cerebral, especialmente en el cortex prefrontal, zona estrechamente ligada a la función cognitiva (Chan, Shum, Touloupoulou & Chen, 2008).

Los pacientes con dependencia al alcohol, son candidatos al programa de rehabilitación neuropsicológica en general y a la rehabilitación cognitiva en particular (Allen, Goldstein & Seaton, 1997).

El objetivo de este artículo propuesto por Gamito y colaboradores (2014), es usar tecnología móvil y juegos serios en pacientes alcoholdependientes, para evaluar los efectos cognitivos a través de una intervención neuropsicológica.

La estimulación cognitiva consistía en una serie de aplicaciones móviles diseñadas para el sistema operativo Android OS. Los ejercicios de estas aplicaciones están desarrollados para ejercitar la memoria, la atención y el razonamiento lógico. En la ilustración nº 14 se pueden visualizar unas imágenes de estos juegos serios. Estos ejercicios están disponibles on-line para mayor conocimiento de los mismos.

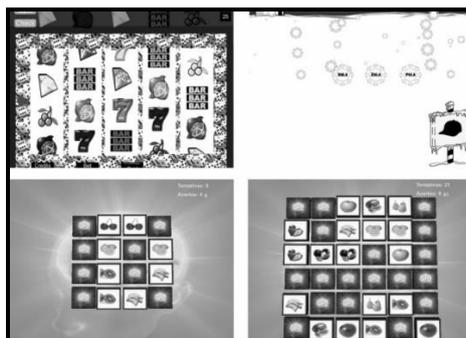


Ilustración nº 14: Máquina “tragaperras”, en la parte de arriba a la izquierda para trabajar la memoria visual. A la derecha un juego para ejercitar el razonamiento lógico. Las dos imágenes de la parte inferior son juegos para ejercitar la memoria en dos niveles de dificultad (Gamito et al., 2014).

Un total de 68 participantes diagnosticados con síndrome de dependencia al alcohol participaron en el estudio. El grupo experimental de 33 pacientes realizó la estimulación cognitiva mediante la tecnología móvil y juegos serios. El entrenamiento se componía de diez sesiones de 60 minutos de estimulación cognitiva con la tecnología móvil usando juegos serios durante tres o cuatro semanas.

El grupo control formado por 35 pacientes recibió el tratamiento convencional basado en el programa de abstinencia de alcohol adaptado del modelo de Minnesota. El estudio estuvo formado por 54 pacientes, 45 hombres y nueve mujeres, que completaron con éxito todo el programa.

Los resultados de este estudio indican una mejoría general en las habilidades cognitivas de los participantes en ambos grupos. A través de este estudio, se ha llegado a la conclusión de que los efectos neuropsicológicos del abuso de alcohol en el cerebro son reversibles a través de la rehabilitación. Los autores afirman que los resultados conseguidos en este estudio son esperanzadores al aplicar tecnologías móviles y juegos serios en el uso de la estimulación cognitiva de los pacientes que padecen adicciones.

4.2.4 Rehabilitación cognitiva de pacientes con demencia.

La demencia tipo Alzheimer es un trastorno degenerativo característico de la pérdida de memoria y una disminución neurocognitiva que conduce al paciente hacia una progresiva incapacidad social y ocupacional (Thies y Bleiler, 2013).

El propósito de Burdea y colaboradores (2015), es describir el desarrollo de *BrightBrainer* que es un juego serio virtual, que consiste en un sistema integrado de rehabilitación cognitiva para pacientes ancianos que padecen demencia.

El sistema de *BrightBrainer*, que se muestra en la ilustración nº 15 en la parte izquierda, consiste en un ordenador, un control de mando bimanual, un servidor clínico remoto y un conjunto de juegos serios especialmente diseñados para la simulación cognitiva.



Ilustración n° 15: Imagen izq.: Sistema de terapia de cognición integrada BrightBrainer. Imagen dcha.: Escenas de los juegos serios: (a) Breakout 3D; (b) Kites; (c) Drums; (d) Card Island; (e) Remember that Card; (f) Pick and Place (Burdea et al., 2015).

BrightBrainer dispone de seis juegos serios, como se puede ver en la ilustración n° 15 en la parte derecha, diseñados según la habilidad que se desea entrenar:

- Juegos serios para entrenar la habilidad de centrarse en una actividad.
- Juegos serios para desarrollar la memoria a corto y a largo plazo.
- Juegos serios para ejercitar el entrenamiento de toma de decisiones y solución de problemas.

Un total de diez participantes, tres mujeres y siete hombres de edades comprendidas entre 55 y 73 años, formaron parte de este estudio. La terapia consistió en 16 sesiones acudiendo a la terapia durante ocho semanas consecutivas, realizando dos sesiones por semana.

Los resultados del estudio, indican que los pacientes mejoraron en el aspecto de la ejecución de funciones, con una disminución de la depresión y una ganancia en la velocidad de procesamiento y la atención, completando ocho semanas de entrenamiento.

Según los autores, hay que tener en cuenta algunas limitaciones del estudio como que la muestra de pacientes no era elevada, falta de control y una severidad general en la demencia de los pacientes.

Pompeu y colaboradores (2014), en su estudio para la rehabilitación de pacientes con la enfermedad de Parkinson, anteriormente mencionado, evaluaron también con los mismos videojuegos la rehabilitación cognitiva de los pacientes con Parkinson.

Para la rehabilitación cognitiva de estos pacientes, las funciones de los videojuegos están centradas en el desarrollo de la atención visoespacial, los movimientos para cambiar el foco de atención, la toma de decisiones, la rapidez del tiempo de reacción y la planificación y ejecución inmediata de diferentes actividades.

Por su parte, Glegg y colaboradores (2014) también investigaron la eficacia del sistema GestureTek anteriormente explicado, para la rehabilitación cognitiva, resultando satisfactorio, sobretodo, en pacientes afectados por la enfermedad de Parkinson y parálisis cerebral.

4.3 Juegos serios destinados a la educación y entrenamiento en patologías crónicas.

Para concluir, hemos desarrollado en este grupo, juegos serios dirigidos a las enfermedades crónicas de los pacientes, como son la hipertensión y el asma.

4.3.1 Educación de pacientes en el manejo de la hipertensión arterial.

Dada la cantidad de población que hay con hipertensión arterial descontrolada, causando problemas de morbilidad y mortalidad, se crea una necesidad urgente de innovar en estrategias efectivas para que los propios pacientes, sean capaces de mejorar la hipertensión arterial con su autorregulación. La Asociación Americana del Corazón AHA (2017), destacó la necesidad de crear estrategias para la comunidad, a través de los medios electrónicos como el teléfono, internet, dispositivos móviles o juegos serios para la salud y tener en cuenta los factores influyentes, tales como la raza, el estatus socio-económico y la localización geográfica, para optimizar los cambios de comportamiento y reducir los resultados en salud asociados a una presión arterial descontrolada (Pearson et al., 2013).

En esta línea, el objetivo que se han planteado los autores Hickman Clochesy, Pinto y Burant, (2015) ha sido el de informar de la eficacia de un juego serio para mejorar el control de la presión arterial entre los pacientes adultos que sufren de hipertensión arterial.

El juego serio electrónico se llama *Esmart-HD*, "Self-Management Resource Training to reduce Health Disparities". Todos los participantes experimentaron durante cuatro meses con *Smart-HD*. Este juego serio, integra la interacción de una serie de avatares simulando ser profesionales del cuidado de la salud y proporcionan a los jugadores estrategias cognitivas y conductuales para que mejoren su interacción en la vida real con los profesionales sanitarios y puedan mejorar el automanejo de su enfermedad crónica.

El juego serio, facilita a los participantes el practicar el automanejo y las habilidades de comunicación interactuando con los avatares virtuales. A los jugadores se les ofrece feedback en tiempo real y recursos educativos según la actuación de los mismos durante la visita a una consulta virtual. En esta visita virtual, los jugadores tienen a su disposición a los recepcionistas, a un asesor de salud y a los médicos asistentes.

Los 39 participantes del grupo control adquirieron educación pasiva sobre hipertensión siguiendo las directrices de la guía *National Heart, Lung and Blood Institute* (2004). Así recibieron la educación de la hipertensión a través de una pantalla donde se proyectaron estrategias de automanejo como son el reconocimiento de los síntomas, dieta, ejercicio y manejo del estrés.

Por su lado, el grupo experimental, compuesto por 77 participantes, entrenó con el juego serio *Esmart-HD* durante el mismo periodo de tiempo que el grupo control.

Los resultados confirman la eficacia de este juego serio. Aquellos pacientes quienes fueron expuestos a un entrenamiento de tres meses con *Esmart-HD* tuvieron una significativa reducción de la presión arterial sistólica y diastólica.

Por lo tanto, los autores concluyen que *Esmart-HD* es una estrategia prometedora para el automanejo de los pacientes que sufren de hipertensión, para mejorar el control de la presión arterial.

4.3.2 Educación de pacientes con asma.

Los juegos serios pueden ser una herramienta valiosa para educar a los pacientes que padecen asma. El objetivo de la revisión sistemática realizada por los autores Drummond y colaboradores (2016), es identificar los juegos serios disponibles para educar a los pacientes con asma y evaluar la utilización de los mismos, en cuanto a la adquisición del conocimiento, comportamiento y resultados clínicos de la enfermedad.

Esta revisión identificó un total de 12 artículos, describiendo nueve juegos serios dirigidos principalmente a los niños asmáticos.

El resultado más significativo fue el aumento de conocimiento sobre la enfermedad de asma. El conocimiento de los niños mejoró después de jugar en todos los juegos, menos en uno. Seis de ellos fueron asociados a una mayor adquisición de conocimientos, mientras que no hubo diferencias en los otros tres. El 90% de los niños encontraron los juegos serios más divertidos que sus propios videojuegos.

Según los autores, en cuanto a los resultados clínicos obtenidos, tanto el grupo experimental como el grupo control, acudieron al médico y niños de diferentes estudios, fueron admitidos en el hospital debido al asma. Los síntomas de los pacientes también fueron evaluados sin obtener diferencias en ambos grupos. Los autores incluyeron un test de la función pulmonar en varios estudios, no habiendo diferencias entre jugar a estos juegos serios o no en ninguno de los grupos. Las tablas de este estudio incluyen la relación de juegos serios seleccionados que se pueden consultar en los anexos IV y V respectivamente.

5. DISCUSIÓN

Tenemos que considerar la importancia que han adquirido las nuevas tecnologías en el campo de la salud y concretamente, en su modalidad de juegos serios, que benefician al paciente haciéndole más participe en su proceso de rehabilitación o educación. Estos juegos han sido evaluados y han demostrado efectos positivos sobre los pacientes.

En esta línea, nuestro estudio pretende dar respuesta a la siguiente pregunta, ¿Qué juegos serios cuya eficacia ha sido evaluada existen en el mercado para la prevención, rehabilitación o formación de los pacientes?

La gran mayoría de artículos seleccionados en este estudio, evaluaban la eficacia de incorporar un videojuego de realidad virtual a la terapia convencional de rehabilitación física y cognitiva de los pacientes, aplicables a una larga lista de enfermedades. En cuanto a la educación para la salud de los pacientes en el ámbito de la salud, solo dos artículos presentaban la evaluación de un juego dirigido a dicha educación.

Por un lado, podemos decir que los juegos serios dirigidos a la rehabilitación física de los pacientes con dificultades motoras tienen más campo de actuación en la profesión de fisioterapia o en la especialidad de traumatología.

Por otro lado, los juegos serios destinados a la rehabilitación cognitiva puede que tengan más desarrollo en profesiones como la psicología o la psiquiatría, aunque enfermería en este caso, sí que podría aprovecharse de su uso, para la atención de pacientes en salud mental.

Los juegos serios más próximos a la disciplina enfermera, son los dirigidos a la educación del paciente. Hemos encontrado sólo dos artículos que evalúan videojuegos que tienen como objetivo educar a pacientes hipertensos y asmáticos.

En general, los videojuegos están siendo usados en el cuidado de la salud para atraer a los participantes y mejorar sus resultados. En muchos estudios se ha mostrado los resultados positivos con el uso de estos juegos serios en salud. Este hecho puede ser debido a que la ambientación del juego es estéticamente atractiva, con unos gráficos que invitan al juego y que proporciona la motivación necesaria para resistir al tratamiento con disfrute y menos dolor (Cordeiro y colaboradores, 2015).

La accesibilidad de los videojuegos que se apoyan en tecnología Kinect o similares, están disponibles a precios muy asequibles y podrían utilizarse con el consentimiento del profesional, como apoyo terapéutico al tratamiento, siendo en ocasiones, más cómodo y económico que una terapia convencional, siempre y cuando sus resultados hayan sido evidenciados.

Además, hay juegos serios disponibles en la red para la educación del paciente, pero que no se apoyan en nuevas tecnologías, sino que utilizan un soporte similar a un juego de mesa o recrean juegos tradicionales con la baraja española de cartas. Los juegos de la baraja española que se han jugado durante años, tales como “los seises” o “la escoba”, están resurgiendo para ser aplicados en muchas enfermedades neurodegenerativas, que cursan con un deterioro cognitivo progresivo. Esta herramienta, permite estimular de una manera sencilla, la función cognitiva de los pacientes.

5.1 Eficacia de los juegos serios para la rehabilitación física.

La rehabilitación física es un proceso largo y difícil en el que las personas que se encuentran en esta situación, puede que tengan que afrontar muchas dificultades. Se sabe que los pacientes, durante el programa de rehabilitación convencional, sienten poca motivación, disponen de poco tiempo para hacer los ejercicios de rehabilitación, padecen posibles problemas económicos y tienen dificultades para llegar al centro rehabilitador (Taylor et al., 2011).

La integración de estos videojuegos comerciales, tales como, Nintendo Wii y Kinect Xbox, en las terapias convencionales de rehabilitación física, empezó hace ya aproximadamente una década, con lo que en los últimos años, han aumentado considerablemente los artículos que han ido evaluando el uso de estos videojuegos para fines terapéuticos (Lohse et al., 2013).

Bonnechère y colaboradores (2016) señalan que la tecnología de realidad virtual que ofrecen estos videojuegos, ha favorecido la incorporación de los mismos como soporte a la terapia de rehabilitación convencional de los pacientes. Los fisioterapeutas han investigado sobre diferentes maneras de llevar a cabo una rehabilitación física para sus pacientes y se han apoyado en estos videojuegos, puesto que pueden ser una poderosa herramienta de incorporación a sus terapias convencionales.

De todos los artículos contenidos en nuestra revisión narrativa relacionados con la rehabilitación física de los pacientes, la mayoría se apoyan en la tecnología Kinect Xbox 360 para pacientes con enfermedad de Parkinson, pacientes que han sufrido un ictus, niños con parálisis cerebral y pacientes con esclerosis múltiple. Solo unos pocos incorporan la tecnología Nintendo Wii en pacientes con enfermedades como Parkinson, parálisis cerebral e inestabilidad de tobillos. Otro de los artículos, añade a las tecnologías anteriores, la de Sony Playstation, para incorporarla a los pacientes que sufren diferentes enfermedades motoras. Por último, disponemos de algunos artículos basados en juegos serios diseñados específicamente para rehabilitar las extremidades superiores de pacientes que han sufrido un ictus, como son, *ArmeoBoom* y *Prehab*.

En general, se tiene poco conocimiento de la verdadera eficacia clínica de la integración de estos videojuegos a la rehabilitación de la terapia convencional. Hasta ahora, la evidencia está limitada a un efecto positivo en la motivación y el compromiso que adquieren los pacientes con estos videojuegos en la rehabilitación física (Lohse et al., 2013). En efecto, los datos más relevantes obtenidos en nuestro estudio, han sido que los participantes alcanzan una gran motivación utilizando estos videojuegos para su rehabilitación, por lo que es una razón para integrarlos en las terapias convencionales.

En esta línea, Page, Levine y Leonard (2005), señalan que cuando los pacientes se centran en el juego más que en su lesión, los ejercicios son más divertidos, mejorando la motivación de los pacientes y animándoles a permanecer más tiempo en los programas de terapia rehabilitadora. Los pacientes también afirman romper con la monotonía y comentan que el tiempo se les pasa muy rápido cuando incorporan un videojuego a su terapia convencional.

Además, los autores que han incorporado la tecnología de realidad virtual, afirman que el compromiso que los pacientes adquieren con sus tratamientos al utilizar los videojuegos,

es considerablemente más elevado que los tratamientos de una terapia convencional, incrementándose así la adherencia terapéutica.

También es importante destacar que en esta incorporación de la tecnología de realidad virtual a la rehabilitación física de los pacientes, no se ha registrado ningún tipo de contratiempo ni incidencia, coincidiendo la mayoría de los autores en este punto. Así, los autores están de acuerdo en afirmar que la incorporación de un videojuego a un programa de rehabilitación física, cuanto menos, es igual de efectivo que la terapia convencional.

Tanto los estudios que se apoyan en tecnologías de realidad virtual, como Kinect y Nintendo, -las cuales no tienen propósitos clínicos-, como los que se centran en juegos serios diseñados específicamente para la rehabilitación física de diferentes patologías, indican que estos juegos tienen el potencial de mejorar el equilibrio, el control postural y la condición física de los pacientes, sin embargo se necesitan investigaciones futuras para evidenciar aún más los resultados obtenidos, como concluyen la mayoría de autores.

Por otro lado, en los estudios revisados se exponen una serie de limitaciones que hay que tomar en consideración. La primera es disponer de una muestra insuficiente de participantes. La segunda limitación es que la representación femenina ha sido minoritaria en algunos casos, quedando una proporción algo desequilibrada, pudiendo afectar este hecho a los resultados finales, por no conocerse el efecto real en la población femenina. La tercera limitación a la que los autores se han enfrentado ha sido que los programas de rehabilitación, han tenido poca duración y sería conveniente prolongarlos más en el tiempo, para obtener resultados más específicos y en ocasiones, ha faltado estudiar otros parámetros que se han quedado sin considerar como la raza o el sexo. Para concluir, en diferentes estudios realizados, no se ha contado con un grupo control para poder compararlo con el experimental y obtener así resultados más fiables.

5.2 Eficacia de los juegos serios para la rehabilitación cognitiva.

Se ha demostrado que la rehabilitación virtual ha mejorado algunos aspectos relacionados con la atención y la motivación (Cherniack, 2011), dejando a los investigadores explorar su uso como neurodiagnóstico y herramienta cognitiva de rehabilitación. El planteamiento que hicieron Rizzo y Bockwalter (1998), fue preguntarse si una persona con discapacidad cognitiva podía aprender cómo navegar e interactuar en un ambiente virtual. Cherniack (2011), se dio cuenta en la revisión de su literatura, que la realidad virtual se ha convertido en una modalidad prometedora para diagnosticar y proporcionar nuevas intervenciones de rehabilitación para los trastornos cognitivos y neurológicos en la población anciana.

En el caso de la rehabilitación cognitiva, ninguno de los autores se ha valido de la tecnología Kinect o Nintendo, sino que han basado sus estudios en juegos serios específicamente diseñados para incorporarlos a la terapia cognitiva convencional. El primer juego serio es para tratar trastornos de pacientes con bulimia nerviosa, llamado *Playmancer*. El segundo juego está destinado a los pacientes que sufren trastorno obsesivo-compulsivo, que recibe el nombre de *Ricky and the Spider*. Un tercer juego serio propuesto para ser usado con tecnología móvil en pacientes alcoholdependientes y el cuarto juego serio denominado *BrightBrainer*, para tratar a pacientes con demencia.

Gamito y colaboradores (2014), afirman que la estimulación cognitiva con estos juegos serios indica un incremento más pronunciado en la función del lóbulo frontal. La explicación para este hecho es que tanto los ejercicios tradicionales como las aplicaciones

de los juegos serios, se centran principalmente en las habilidades cognitivas relacionadas con el lóbulo frontal, tales como la atención, el trabajar con la memoria, la toma de decisiones y el planear.

El resultado más significativo, de las aplicaciones diseñadas para la rehabilitación cognitiva, ha sido que a todos los participantes les ha gustado integrar a su terapia convencional un videojuego virtual, consiguiendo un aumento de la motivación y el compromiso con su tratamiento.

Los autores afirman que los juegos serios incluidos en las terapias de rehabilitación cognitiva, han disminuido los niveles de ansiedad y han regulado las emociones de los pacientes con trastornos alimentarios, así como una mejoría de las habilidades cognitivas de los pacientes alcoholdependientes. Por otro lado, los niños con trastornos obsesivo-compulsivos han reducido los síntomas de esta enfermedad. Los pacientes con demencia han notado una disminución de la depresión y un incremento de la rapidez de procesamiento y atención auditiva.

Aun así, se han encontrado ciertas limitaciones que deben de tomarse en consideración a la hora de valorar estos juegos serios. La primera es que la muestra de los participantes es muy pequeña por lo que limita la potencia estadística final del análisis. La segunda limitación es que los estudios realizados se han llevado a cabo a corto plazo, no dejando comprobar los efectos a medio-largo plazo de la eficacia de estos juegos. Para concluir, en uno de los estudios ha faltado incluir un grupo control para compararlo con el grupo experimental por lo que los datos obtenidos tienen que analizarse con precaución.

5.3 Eficacia de los juegos serios para la educación para la salud.

Los juegos serios son herramientas muy útiles para la educación de la salud en general. Según Bergeron (2006), los juegos serios son aplicaciones informáticas interactivas, que poseen retos desafiantes, son atrayentes y divertidos para el usuario, ya que incorporan el concepto de puntuación y transmiten habilidades, conocimiento y actitudes que pueden aplicarse en la vida real.

Los juegos serios diseñados con el objetivo de educar en salud, han sido satisfactorios. Por un lado, los pacientes que se han expuesto a los videojuegos para reducir la presión arterial o para ser educados sobre el asma, han aumentado considerablemente el conocimiento de su enfermedad. Por otro lado, los pacientes con hipertensión han reducido sus niveles de presión arterial a lo largo del entrenamiento. Sin embargo, los niños que se han expuesto a los videojuegos para la educación en asma, no han notado cambios significativos en cuanto al comportamiento ni mejoría en los resultados clínicos. Una explicación puede ser que los juegos serios disponibles en esta revisión, no se hayan utilizado el tiempo necesario para adquirir cambios significativos.

Otra explicación podría ser que la educación sobre el asma, iba directamente dirigida a los niños, dejando a los padres al margen. Los padres son las primeras personas que proporcionan los cuidados a estos niños, por lo que la intervención de educación debería ir dirigida a ellos también.

El desarrollo de este tipo de juegos puede tener gran potencial en el ámbito concreto de la pediatría. Según una encuesta realizada en Europa y Japón, un 69% de los niños con edades comprendidas entre los 9 y los 16 años, tienen un dispositivo móvil. La fácil accesibilidad e

integración de un juego serio en un dispositivo móvil podría mejorar su eficacia como herramienta educativa (Drummond et al., 2016).

Los autores se han encontrado con una limitación que puede influir en la validez de estos estudios ya que el número de participantes no ha sido muy elevado en ambos casos, por lo que no proporciona suficiente potencia estadística.

Como ya hemos mencionado, son pocos los estudios encontrados que se basan en juegos serios desarrollados por enfermería, Esto puede ser debido, por un lado, a que es más complejo evaluar aspectos de la vida saludable de una persona, ya que los resultados obtenidos, en ocasiones, pueden ser inmensurables. Los juegos serios aplicados a la rehabilitación física y cognitiva, se pueden evaluar más fácilmente, por lo que podría ser una razón de que haya más estudios realizados. Por otro lado, tenemos que decir que existen en el mercado muchos juegos serios destinados a la educación de los pacientes, pero creados antes de nuestra fecha de estudio que empieza a partir del año 2013. En definitiva, existen numerosos juegos serios para la educación del paciente, pero o no han sido evaluados, o su desarrollo es anterior a 2013.

5.4 Diseño de un juego serio para pacientes con hipercolesterolemia.

Una vez realizada la revisión de la literatura, uno de los objetivos del trabajo era el diseño de un juego serio dirigido al paciente. En mi corta experiencia como enfermero en prácticas, especialmente en Atención Primaria, he comprobado que es muy importante educar a los pacientes hacia un estilo de vida saludable. A la consulta de enfermería llegan muchos pacientes con hipercolesterolemia, la mayoría de ellos está en tratamiento farmacológico para esta patología. Sin embargo, a muchos de ellos tienes que educarles en hábitos saludables puesto que en ocasiones, ignoran qué es realmente el colesterol, qué factores de riesgo son los que pueden producir una enfermedad cardiovascular, qué dieta saludable es la más recomendable y qué importancia tiene el ejercicio físico.

Hay pacientes que están muy concienciados de la importancia de cuidarse en todos los aspectos y llevan una buena adherencia al tratamiento. Sin embargo, el profesional de enfermería tiene que insistir otros pacientes que en ocasiones, desconocen los hábitos mencionados o no se acuerdan de qué alimento era más recomendable comer o dejan de lado los hábitos saludables, porque se aburren o porque ya no están motivados.

Aprovechándonos de las nuevas tecnologías, podemos ofrecer a estos pacientes una educación para la salud de apoyo, a través de la creación de un juego serio virtual, que les motive, les anime, les entretenga, a la vez que aprenden a adquirir unos hábitos de vida saludables y adquieren los conocimientos necesarios para hacer frente a su enfermedad.

Así, el objetivo del juego serio sería que los pacientes adquieran unos hábitos de vida saludables, sean capaces de reconocer los riesgos cardiovasculares y que aprendan los conceptos básicos de la enfermedad y todo ello, mientras juegan.

En primer lugar, se emitirían vídeos informativos para que el jugador aprenda sobre: Qué es el colesterol, tipos de colesterol, por qué es un factor de riesgo, hipercolesterolemia y dislipemia, cuáles son los niveles normales de colesterol y triglicéridos, cómo bajar el colesterol, tratamiento y prevención y la importancia de la dieta y el ejercicio físico.

En segundo lugar, utilizando el juego serio, trasladaríamos a los pacientes a un mundo virtual en el cual, el jugador podría interactuar con el medio. En este mundo virtual, los participantes tendrían que poner en práctica los conocimientos que han adquirido a través

de los vídeos emitidos. Habría una consulta de enfermería, para que puedan entrar y preguntar dudas sobre su patología y realizar una dieta saludable con el profesional, dependiendo de los gustos culinarios del paciente.

El supermercado, sería el ambiente idóneo para que el jugador fuera haciendo la compra semanal y comprobar si ha adquirido los conocimientos de una buena dieta saludable. Si el jugador compra los alimentos idóneos, se le recompensará con bonificaciones en puntos, si de lo contrario, los alimentos que elige son inadecuados o muy poco aconsejados, se le irán sustrayendo los puntos adquiridos.

Un restaurante virtual estaría a su disposición para elegir el menú adecuado cuando tienes que comer fuera. El paciente debería hacerse su propio menú escogiéndolo de los platos disponibles, intentando que sea lo más equilibrado posible; de lo contrario será penalizado con la sustracción de puntos.

En cuanto al ejercicio físico, el jugador tendrá que entrar en el gimnasio cuando lo estime oportuno. Las actividades deportivas estarán relacionadas con los videojuegos que proporciona Nintendo Wii-Fit, eligiendo la actividad que más le guste acorde a su condición física.

El paciente sería citado a consulta de enfermería en el centro de salud una vez al mes para discutir aquellos aspectos que no le queden muy claros y el profesional podrá comprobar los progresos que vaya adquiriendo.

En la ilustración nº 16 se pueden ver dos escenarios virtuales del diseño del videojuego.



Ilustración nº 16: Imagen A – Supermercado virtual. Imagen B – Consulta virtual de enfermería. Recuperado de <https://gabrielmazzola.wordpress.com/2014/07/21/que-son-los-juegos-serios/>

6. CONCLUSIONES

A modo de conclusión, se pueden resaltar los siguientes puntos:

1. La mayoría de los juegos serios, cuya eficacia ha sido evaluada, están dirigidos a la rehabilitación física, seguidos de la rehabilitación cognitiva. Una minoría han ido dirigidos a la educación para la salud de los pacientes.
2. Del total de juegos serios encontrados, una gran parte de han sido desarrollados por profesionales de la fisioterapia para la rehabilitación motora, seguido de los profesionales de psicología o psiquiatría para la rehabilitación cognitiva. Para concluir, unos pocos han sido desarrollados por profesionales de enfermería, debido probablemente a la complejidad a la hora de evaluar su eficacia como ya hemos comentado.
3. En general, los resultados obtenidos demuestran que la rehabilitación que integra videojuegos, es por lo menos, tan eficiente como la terapia convencional.
4. Se ha demostrado que los juegos serios en el ámbito de la salud, son seguros, eficaces y pueden mejorar los resultados en el paciente, sin embargo, es necesario realizar investigaciones futuras, teniendo en cuenta más elementos de evaluación en todos los estudios para obtener resultados más precisos y concluyentes.
5. La adherencia al tratamiento que los pacientes adquieren incorporando videojuegos a sus terapias convencionales, está demostrada en gran parte de los estudios, por lo que puede ser favorable introducirlos en los tratamientos convencionales.
6. Los videojuegos deberían estar integrados en los tratamientos de diferentes patologías. Estos videojuegos proponen numerosas ventajas, tales como prevenir la monotonía y el aburrimiento, incrementan la motivación y proporcionar feedback directo.
7. En estudios futuros sería recomendable ampliar el número de participantes para obtener unos resultados más concluyentes y más representativos de la población.
8. El resultado de esta revisión narrativa muestra que los videojuegos comerciales que no se han diseñado con propósitos clínicos como los desarrollados por Nintendo Wii o Kinect Xbox 360, son efectivos. Por lo tanto, aquellos videojuegos creados por los profesionales de la salud para patologías concretas de los pacientes, deberían obtener mejores resultados terapéuticos. En manos de estos profesionales está seguir investigando en estos juegos serios en un futuro y mejorar los resultados adquiridos hasta ahora.
9. En las bases de datos consultadas, hay pocos juegos serios disponibles desarrollados por enfermería. Esta realidad, podría ser una motivación para diseñar juegos serios con este objetivo por aquellos profesionales enfermeros interesados en las nuevas tecnologías.

7. AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer en primer lugar a Leticia San Martín por la disponibilidad, implicación y cercanía, en todo momento, durante todo el proceso de la elaboración del Trabajo Fin de Grado.

En segundo lugar, agradecer especialmente a Barry O'Brien por recibir sus valiosos consejos y apoyo incondicional.

Por último, agradecer a mi familia por el apoyo y los ánimos recibidos durante estos meses de trabajo y dedicación.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Allen, D.N., Goldstein, G., & Seaton B.E. (1997). Cognitive rehabilitation of chronic alcohol abusers. *Neuropsychological Review*, 7(1), 21-39. Doi: 10.1007/BF02876971
- American Heart Association. (2017). Recuperado de <http://www.heart.org/HEARTORG/>
- Aya, A.K., Ghada, A.M., Soheir, M.A., Salam, M.E., & Nagui, S.N. (2016). Effect of Wiihabilitation on strength ratio of ankle muscles in adults. *The Journal of Physical Therapy Science*, 28, 2862–2866. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5088142/pdf/jpts-28-2862.pdf>
- Barreca, S., Wolf, S.L., Fasoli, S., & Bohannon, R. (2003). Treatment interventions for the paretic upper limb of stroke survivors: a critical review. *Neurorehabilitation and neural repair*, 17, 220-226. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/8958435_Treatment_Interventions_for_the_Paretic_Upper_Limb_of_Stroke_Survivors_A_Critical_Review
- Bergeron, B. (2006). Developing Serious Games. 1 edition. *Hingham, Mass: Charles River Media*. Recuperado de <http://joamattar.com/blog/2009/07/17/developing-serious-games/>
- Bischof, G., Hapke, U., Hanke, M., & John, U. (2013). Excess Mortality of Alcohol-Dependent Individuals After 14 Years and Mortality Predictors Based on Treatment Participation and Severity of Alcohol Dependence. 37(1), 156–163. <https://doi.org/10.1111/j.1530-0277.2012.01863.x>
- Bonnechère, B., Jansen, B., Omelina, L., Degelaen, M., Wermenbol, V., Rooze, M., & Van Sint Jan, S. (2014). Can serious games be incorporated with conventional treatment of children with cerebral palsy? *Research in Developmental Disabilities*, 35, 1899-1919. Doi: 10.1016/j.ridd.2014.04.016
- Bonnechère, B., Jansen, B., Omelina, L., & Van Sint Jan, S. (2016). The use of commercial video games in rehabilitation: a systematic review. *International Journal of Rehabilitation Research*, 39(4), 277-290. Doi:10.1097/MMR.000000000000190
- Brezinka, V. (2013). Ricky and the spider – A video game to support cognitive behavioural treatment of children with obsessive-compulsive disorder. *Clinical neuropsychiatry*, 10(3), 6-12. Recuperado de <https://doi.org/10.5167/uzh-93917>
- Burdea, G., Polistico, K., Krishnamoorthy, A., House, G., Rethage, D., Hundal, J., ... Pollack, S. (2015). Feasibility study of the BrightBrainer integrative cognitive rehabilitation system for elderly with dementia. *Disability and Rehabilitation*, 10(5), 421–432. Recuperado de <https://doi.org/10.3109/17483107.2014.900575>
- Burke, J.W., McNeill, M.D., Charles, D.K., Morrow, P.J., Crosbie, J.H., & McDonough, S.M. (2009). Optimizing engagement for stroke rehabilitation using serious games. *Image and Vision Computing Journal*, 25(12), 1085-1099. Doi>10.1007/s00371-009-0387-4
- Castells, M. (1996). La era de la información: economía, sociedad y cultura. Volumen I. La sociedad red. México Siglo XXI. Recuperado de <http://herzog.economia.unam.mx/lecturas/inac3/castellsm.pdf>
- Chan, R.C., Shum, D., Touloupoulou, T., & Chen E.Y. (2008). Assessment of executive functions: review of instruments and identification of critical issues. *Archives of*

- Clinical Neuropsychology*, 23(2), 201-216. Doi: 10.1016/j.acn.2007.08.010
- Cherniack, E.P. (2011). Not just fun and games: applications of virtual reality in the identification and rehabilitation of cognitive disorders of the elderly. *Disability and Rehabilitation, Assistive Technology*, 6, 283–9. Doi: 10.3109/17483107.2010.542570
- Cordeiro, M., Carning, D.J., & Cervi, A. L. (2015). Evaluating the Impact of Player Experience in the Design of a Serious Game for Upper Extremity Stroke Rehabilitation. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-564-7-363>
- Drummond, D., Monnier, D., Tesnière, A., & Hadchouel, A. (2016). A Systematic Review of Serious Games in Asthma Education. Recuperado de <https://doi.org/10.1111/pai.12690>
- Fernandes, A.B., Pasos, J.O., Brito, D.P., & Campos, T.F. (2014). Comparison of the immediate effect of the training with a virtual reality game in stroke patients according side brain injury. *Neurorehabilitation*, 35, 39–45. Recuperado de <https://doi.org/10.3233/NRE-141105>
- Fernández, F., Jiménez, S., Santamaría, J., Giner, C., Mestre, G., Granero, R., ... Leonard, H. (2015). The use of Videogames as Complementary Therapeutic Tool for Cognitive Behavioral Therapy in Bulimina Nervosa Patients. *Cyberpsychology Behaviour and Social Networking*, 18(12), 744-752. Recuperado de <https://doi.org/10.1089/cyber.2015.0265>
- Gamito, P., Oliveira, J., Lopes, P., Brito, R., Morais, D., Silva, D., ... Deus, A. (2014). Executive Functioning in Alcoholics Following an mHealth Cognitive Stimulation Program : Randomized Controlled Trial. 16, 1–13. Recuperado de <https://doi.org/10.2196/jmir.2923>
- Gaudet, C., & Geissbuhler, A. (2012). Serious games in health care: a survey. Year book of medical informatics, 7, 30-33. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22890338>
- Glegg, M.N., Tatla, S.K., & Holsti, L. (2014). The GestureTek virtual reality system in rehabilitation: a scoping review. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 9(2), 89–111. Recuperado de <https://doi.org/10.3109/17483107.2013.799236>
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2006). Effect of action video games on the spatial distribution. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*, 1465-1478. Doi:10.1037/0096-1523.32.6.1465
- Gros, B. (2000). La dimensión socioeducativa de los videojuegos. Barcelona. Revista electrónica de tecnología educativa. Recuperado de <http://santillanaplus.com.co/pdf/gros.pdf>
- Guillaume, A., & Leray, H. (2015) Zippyware. Recuperado de Affaire Birman: <http://zippyware.com/?lang=en>
- Harter, R.A. (1996). Clinical rationale for closed kinetic chain activities in functional testing and rehabilitation of ankle pathologies. *Journal of Sports Rehabilitation*, 1996, 5(1), 13–24. Doi: 10.1123/jsr.5.1.13
- Heuvel, M., Kwakkel, G., Beek, P., Berendse, H., Daffertshofer, A., & Wegen E. (2014) Effects of augmented visual feedback during balance training in Parkinson's disease: A pilot

randomized clinical trial. Doi: 10.1186/1471-2377-13-137

- Hickman, R. L., Clochesy, J.M., Pinto, M.D., Burant, C., & Pignatiello, G. (2015). Impact of a serious game for health on chronic disease self-management: Preliminary efficacy among community dwelling adults with hypertension. *Journal of health and human service administration*, 38(2), 253-275. Recuperado de <https://www.thefreelibrary.com/Impact+of+a+serious+game+for+health+on+chronic+disease...-a0420325573>
- Hocine, N., Gouaïch, A., Cerri, S.A., Mottet, D., Froger, J., & Laffont, I. (2015). Adaptation in serious games for upper-limb rehabilitation: An approach to improve training outcomes. *User modeling an user adapted interaction*, 25(1) 65–98. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s11257-015-9154-6>
- Hoehn, M.M., & Yahr, M.D. (1967). Parkinsonism : onset , progression , and mortality. Recuperado de http://info-centre.jenage.de/assets/pdfs/library/hoehn_yahr_NEUROLOGY_1967.pdf
- Huang, V.S., & Krakauer, J.W. (2009). Robotic neurorehabilitation:a computational motor learning perspective. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. Doi: 10.1186/1743-0003-6-5
- Hutsumi, Y. (2005). Cumbre mundial sobre la sociedad de la información Ginebra 2003, Túnez 2005. Informe de la conferencia regional de América latina y El Caribe para CMSI. Recuperado de <https://www.itu.int/net/wsis/outcome/booklet-es.pdf>
- Kim, K.J., & Heo, M. (2015). Effects of virtual reality programs on balance in functional ankle instability. *Journal of phisicay therapy science*, 27(10), 3097-3101. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4668143/>
- Kim, K.J., Jun, H.J., & Heo, M. (2015). Effects of Nintendo Wii Fit Plus training on ankle strength with functional ankle instability. *Journal of phisicay therapy science*, 27(11), 3381-3385. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4681910/>
- Kwakkel, G., Kollen, B.J., Grond, J., & Prevo, A.J.H. (2003). Probability of regaining dexterity in the flaccid upper limb. *Stroke*, 34, 2181-2186. Recuperado de <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000087172.16305.CD>
- Lim, I., Wegen, E., Goede, C., Deuketom, M., Nieuwhoer, A., Willems, A., ... Kawakkel, G. (2005). Effects of external rhythical cueing on gait in patients with Parkinson’s disease: a systematic review, 19(7), 695. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1191/0269215505cr906oa>
- Lohse, K., Shirzad, N., Verster, A., Hodges, N., & Van der Loos, H.F. (2013). Video games and rehabilitation: using design principles to enhance engagement in physical therapy. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 37(4), 166–175. Doi:10.1097/NPT.0000000000000017
- Luna, L., Ortiz, R.M., Cano, R., Piédrola, Mart, R., Alguacil, I. M., Sánchez, C., & Martínez, M. C. (2013). Kinect Xbox 360 as a therapeutic modality for children with cerebral palsy in a school environment : A preliminary study. *Neurorehabilitation*, 33, 513–521. Recuperado de <https://doi.org/10.3233/NRE-131001>

- Marcano, B. (2008). Educación y cultura en la sociedad de la información. *Revista electrónica Teoría de la Educación*, 93-107. Recuperado de http://campus.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_09_03/MONOGRAFICO_VIDEOS/OJUEGOS.pdf
- Michael, D., & Chen, S. (2006). *Serious Games: Games that educate, train and inform*. Boston: Thomson course Technology PTR. Recuperado de <http://uap.unnes.ac.id/ebook/ebookpalace/Course.Technology.PTR.Serious.Games.Games.That.Educate.Train.and.Inform.Sep.2005.eBook-DDU/Course.Technology.PTR.Serious.Games.Games.That.Educate.Train.and.Inform.Sep.2005.eBook-DDU.pdf>
- Ortiz, G., Galán del Río, F., Cano, R., Alguacil, I.M., Arroyo, R., & Miangolarra, J.C. (2013). A telerehabilitation program by virtual reality-video games improves balance and postural control in multiple sclerosis patients. *Neurorehabilitation*, 33, 545-554. Doi:10.32337NRE-130995
- Page, S. J., Levine, P., & Leonard, C. (2005). Modified constraint-induced movement therapy in acute stroke: A randomized controlled pilot study. *Neurorehabilitation Neural Repair*, 19, 27-32. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15673841>
- Park, S.H., Yoon, Y.S., Kim, L. H., Lee, S. H., & Han, M. (2007). Virtual Knee Joint Replacement Surgery System. Recuperado de <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=4271725>
- Pearson, T.A., Palaniappan, L.P., Artinian, N.T., Carnethon, M.R., Criqui, M.H., Daniels, S.R., ... Turner, M.B. (2013). American Heart Association Guide for Improving Cardiovascular Health at the Community Level, 2013 Update, 1730–1753. Recuperado de <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e31828f8a94>
- Pompeu, J.E., Arduini, L.A., Botelho, A.R., Fonseca, M.B.F., Pompeu, S.M.A.A., Torriani-pasin, C., & Deutsch, J.E. (2014). Feasibility, safety and outcomes of playing Kinect Adventures for people with Parkinson's disease: a pilot study. *Physiotherapy*, 100(2), 162–168. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.physio.2013.10.003>
- Prange, G. B., Kottink, A.I.R., Buurke, J.H., Eckhardt, M.M.E.M., Keulen, B.J. Ribbers, G.M., & Rietman, J.S. (2015). The Effect of Arm Support Combined With Rehabilitation Games on Upper-Extremity Function in Subacute Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Neurorehabilitation and neural repair*, 29 (2), 174-182. Recuperado de <https://doi.org/10.1177/1545968314535985>
- Richards, B. (2009). University of South Wales. VPM Virtual Pain Manager. Recuperado de <http://vpm.glam.ac.uk/>
- Richards, B. (2011). University of South Wales. Virtual ECG. Recuperado de <http://ecg.glam.ac.uk/>
- Rizzo, A. & Bockwalter, G. (1998) Virtual reality and cognitive assessment and rehabilitation: The state of the art. In: Riva G, ed. *Virtual reality in neuro-psycho-physiology*, 123–55. Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.217.1769&rep=rep1&type=pdf>
- Stock, P. (2006). Laboral centro de arte. Recuperado de Armadillo run: Recuperado de

<http://www.laboralcentrodearte.org/es/files/2007/exposiciones/playware-doc/catalogo-playware>

- Taylor, M., McCorminc, D., Shawis, T., Impson, R., & Griffin, M. (2001). Activity promoting gaming systems in exercise and rehabilitation. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 48(10), 1171-1186. Recuperado de <http://www.rehab.research.va.gov/jour/11/4810/pdf/page1171.pdf>
- Thies, W., & Bleiler, L. (2013) Alzheimer`s disease facts and figures. *Alzheimer`s & Dementia*, 9(2), 208-245. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2013.02.003>
- Van Sint Jan, S., Wermenbol, V., Bogaert, P., Desloovere, K., Degelaen, M., Dan, B., ... Rooze, M. (2013). Une plate-forme technologique liée à la paralysie cérébrale. *Médecine/sciences*, 29, 529–536. Recuperado de <https://www.medecinesciences.org/en/articles/medsci/pdf/2013/06/medsci2013295p529.pdf>
- Wayne, F. (2003). El empleo de ejercicios de decisiones tácticas para estudiar la táctica. En *Military Review*, 216, 42-46. Recuperado de <http://www.centrocp.com/comunicaciony pedagogia/comunicacion-y-pedagogia-216.pdf>
- Weightman, A., Preston, N., Levesley, M., Holt, R., Mon-williams, M., Clarke, M., ... Bhakta, B. (2011). Home-based computer-assisted upper limb exercise for young children with cerebral palsy : a feasibility study investigating impact on motor control and functional outcome. *Journal of rehabilitation medicine*, 43(4), 359–363. Recuperado de <https://doi.org/10.2340/16501977-0679>
- Wilfley, D.E., Kolko, R.P, & Kass, A.E. (2011). Cognitive-behavioral therapy for weight management and eating disorders in children and adolescents. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, 20, 271-285. Doi: 10.1016/j.chc.2011.01.002

9. ANEXOS

Anexo I: Tabla resumen de los ensayos clínicos aleatorios incluida en la revisión bibliográfica en niños con parálisis cerebral

Study	Downs & Black	Population	Intervention	Control	Outcomes	Conclusion
Akhutina et al. (2003, Part 1)	Reporting 7/11 External validity 3/3 Bias 5/7 Confounding 6/6 Power 5/5 Total 26/32	21 CP children (7–14 years old)	6 to 8 sessions of 30–60 min during one month	Non-specific rehabilitative training	2 computer based tests and 2 non-computer tasks	No difference was observed between groups
Akhutina et al. (2003, Part 2)	Reporting 5/11 External validity 3/3 Bias 5/7 Confounding 6/6 Power 5/5 Total 24/32	45 CP children (unknown age)	6 to 8 sessions of 30–60 min during one month	Supporting tasks	Benton Judgment of Line Orientation test, arrows subtest of the Nepsy, Roads test	Treatment group improved more than control group
Reid and Campbell (2006)	Reporting 7/11 External validity 3/3 Bias 5/7 Confounding 6/6 Power 5/5 Total 26/32	31 CP children (8–10 years old) GMFCS levels I–V	One session of 90 min of SG per week during 8 weeks (soccer, volleyball, music)	“Standard of care” (occupational and physical therapy)	Canadian Occupational Performance Measure (COPM), the Self-Perception Profile for children (SPPC), Quality of Upper extremity Skills Test (QUEST)	No statistically significant results were found except for the social acceptance (subscale of the Self-Perception Profile for children showing a significant improvement in SG intervention group)
Chen et al. (2012)	Reporting 9/11 External validity 2/3 Bias 5/7 Confounding 6/6 Power 5/5 Total 27/32	28 children with hemiplegic CP (6–12 years old) GMFCS levels I–II	40 min of training (The program consisted of a 5-min warm-up exercise, twenty repetitions of sitting-to-standing movements, cycling for 20 min, and a cool-down exercise for 5 min.) a day 3 times per week for 12 weeks	Control group was encouraged to perform general physical activity at home under parental supervision	Gross motor function, Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOTMP), Muscle strength (knee flexion-extension) measured with Cybex	Significant and large effect on knee muscle strength after the treatment compared to control. Both groups did not significantly differ in BOTMP and gross motor function after intervention
Sharan et al. (2012)	Reporting 8/11 External validity 2/3 Bias 4/7 Confounding 6/6 Power 4/5 Total 24/32	16 CP children (9 ± 3 years old)	SG (Nintendo® Wii sports™ and Wii fit™) in every three alternates days in a week along the conventional rehabilitation during three weeks	Conventional rehabilitation	Manual ability classification system (MACS), pediatric balance score (PBS), the level of participation, satisfaction, cooperation and motivation	The SG group shows significant improve for balance but no effect for manual ability. Participation, satisfaction, cooperation and motivation were all significantly higher in the SG group
Ritterband-Rosenbaum et al. (2012)	Reporting 9/11 External validity 3/3 Bias 6/7 Confounding 6/6 Power 5/5 Total 30/32	40 children with hemiplegic CP (12 ± 2 years old) GMFCS levels I–II and a healthy age-matched group of 65 children	30 min daily training using an internet-based home training system for CP children (MITii, MITii development)	Normal habits in relation to their physical activity level and computer habits	Reaching task by moving an object on a pen-tablet (subjective reporting and trajectory)	Significantly larger increase in the number of correct subjective reporting and a decrease of compensatory motions
Chen et al. (2013)	Reporting 9/11 External validity 3/3 Bias 6/7 Confounding 6/6 Power 5/5 Total 30/32	27 CP children (age 6–12 years old) GMFCS levels I–II	40 min of cycling on a virtual cycling system, three time a week during 12 weeks	Control group was encouraged to perform general physical activity (walking, running...) for 40 min a day three time a week during 12 weeks at home under parental supervision	GMFM-66, muscle strength, areal bone mineral density for lumbar spine and femur	CP in the intervention group had greater femoral bone mineral density and isokinetics torques of knee muscles. Muscle strengthening program is more specific than general activity

Imagen extraída del artículo Bonnechère et al. (2014).

Anexo II: Tabla resumen del estudio de cohorte incluida en la revisión bibliográfica en niños con parálisis cerebral 1-3.

Study	Downs & Black	Population	Intervention	Outcomes	Conclusion
Reid (2004)	Reporting 7/11 External validity 2/3 Bias 6/7 Confounding 4/6 Power 5/5 Total 24/32	13 CP children (8–13 years old)	8 sessions of 60 min of SG	Test of playfulness (motivation, internal control)	SG environment stimulated playfulness of CP children
Harris and Reid (2005)	Reporting 9/11 External validity 2/3 Bias 4/7 Confounding 3/6 Power 5/5 Total 23/32	16 CP children (8–12 years old) GMFCS levels I–V	8 sessions of 90 min of SG play interventions	Pediatric Volitional Questionnaire (motivation)	SG seems to be a promising medium for the delivery of a motivating rehabilitation program
Chen et al. (2007)	Reporting 6/11 External validity 1/3 Bias 4/7 Confounding 4/6 Power 2/5 Total 17/32	4 CP children (6.3 years old) 3 with spastic quadriplegia and one with spastic hemiplegia	4 week intervention program (2 or 3 session per week for a total of 120 min of treatment per week) added to regular therapies programs. The SG was focused on hand rehabilitation training system	Kinematic measurements (reaching performance), fine motor assessment tool	3 of the 4 children showed improvement in the quality of reaching performance, training effect were partially maintained 4 weeks after the intervention. Increase in the fine motor domain
Golomb et al. (2010)	Reporting 7/11 External validity 2/3 Bias 6/7 Confounding 4/6 Power 2/5 Total 21/32	3 children with hemiplegic CP (13–15 years old)	At least 30 min of SG a day five days a week during 3 months	Forearm bones density, functional MRI (fMRI), hand grip, pincer grip, hand function (Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency and the Jebsen Hand Function Test), fingers' range of motion	Improvement in function of the plegic hand, and in bones' density. fMRI show spatial extent of activation relative to baseline in brain motor circuitry
Kirshner et al. (2011)	Reporting 10/11 External validity 2/3 Bias 6/7 Confounding 4/6 Power 5/5 Total 27/32	16 CP children (9 ± 2 years old) 6 with hemiplegia, 5 with diplegia, 1 with monoplegia and 4 with quadriplegia. GMFCS levels I–IV and a control group of 16 typically developing children (9 ± 2 years old)	Two 60 min sessions in two weeks, 4 different games were tested	Short feedback questionnaire for children (SFQ-Child), Borg Scale of Perceived Exertion, performance during the game	Both groups enjoyed playing the games (no difference between groups). CP children have lower score (performance) during the games
Sandlund et al. (2011)	Reporting 10/11 External validity 2/3 Bias 6/7 Confounding 4/6 Power 5/5 Total 27/32	15 CP children (6–16 years old) GMCS levels I–III	20 minute/day of commercial video games (Sony PlayStation 2™ Eye Toy game play3) during 4 weeks	Total energy expenditure, number of steps, time spend to play. The movement assessment battery for children-2, Bruininks-Oseretsky test of Motor Proficiency	The games promote physical activity and enhance motor performance

Imagen extraída del artículo Bonnechère et al. (2014).

Anexo II: Tabla resumen del estudio de cohorte incluida en la revisión bibliográfica en niños con parálisis cerebral 2-3.

Study	Downs & Black	Population	Intervention	Outcomes	Conclusion
Wu et al. (2011)	Reporting 7/11 External validity 2/3 Bias 4/7 Confounding 3/6 Power 5/5 Total 21/32	12 CP children (8.5 years old) 6 with hemiplegia and 6 with diplegia GMFCS levels I-III	18 sessions of 60 min training (20 min of warm-up and passive stretching, 15 min of assisted-active movement, 15 min of resisted-active movement, 110 min of cool down passive-stretching)	Modified Ashworth Scale, Modified Tardieu Scale, Pediatric Balance Scale, Selective Control Assessment of the Lower Extremity, 6-minute walk test, Timed Up-and-Go, Passive Range of Motion (PROM), Active Range of Motion (AROM), Muscle Strength	Increase in AROM and PROM. Improvement in joint biomechanical properties, motor control performance and functional capability in balance and mobility
Green and Wilson (2012)	Reporting 7/11 External validity 2/3 Bias 4/7 Confounding 2/6 Power 4/5 Total 19/32	8 children with hemiparetic upper limb motor disorders (from 4 to 15 years old)	30 min of daily training using RE-ACTION system during 3 or 4 weeks	System-generated measures, standardized measures of activities and activity limitation, functional grasp and release (box and blocks test), Jebsen-Taylor Test of Hand function, ABILHAND-Kids, questionnaire on engagement and participation	Improvement of upper limb function and activity participation after rehabilitation
Howcroft et al. (2012)	Reporting 7/11 External validity 2/3 Bias 5/7 Confounding 2/6 Power 5/5 Total 21/32	17 CP children (9 ± 2 years old) 15 with hemiplegia and 2 with diplegia GMFCS level I	One single session of games (Nintendo Wii™), 4 games were played during 8 min with 5 min rest between games	Energy expenditure, upper limb muscle activations, upper limb kinematics, self-reported enjoyment (Physical Activity Enjoyment Scale)	Light to moderate physical activity level were achieved during the games
Ramstrand and Lyngegård (2012)	Reporting 7/11 External validity 2/3 Bias 5/7 Confounding 2/6 Power 5/5 Total 21/32	18 hemiplegic or diplegic CP children (8-16 years old) GMFCS levels I-II	5 weeks of commercial games (Wii Fit™) a minimum of 30 min a day 5 days a week	Balance evaluation: Modified sensory organization test, reactive balance, rhythmic weight shift	No significant difference
Jelsma et al. (2013)	Reporting 7/11 External validity 2/3 Bias 5/7 Confounding 2/6 Power 5/5 Total 21/32	14 spastic hemiplegic CP children (7-14 years old) GMFCS levels I-II	3 weeks of commercial games (Wii fit™) instead of the conventional therapy	Modified balance and running speed and agility (RSA) scales of the Bruininks-Oserestky test of Motor Performance and the timed up and down stairs (TUDS)	Balances score improved significantly. Most of the children prefers SG compared to conventional treatment
Winkels et al. (2013)	Reporting 8/11 External validity 2/3 Bias 5/7 Confounding 3/6 Power 5/5 Total 23/32	15 CP children (6-12 years old)	12 sessions of commercial Wii sessions of play (twice a week during 6 weeks)	The Melbourne Assessment of Upper Limb Function and ABILHAND-Kids, Satisfaction questionnaire	The quality of upper extremity movements did not change. Significant increase of convenience in using hands/arms during performance of daily activities

Imagen extraída del artículo Bonnechère et al. (2014).

Anexo II: Tabla resumen del estudio de cohorte incluida en la revisión bibliográfica en niños con parálisis cerebral 3-3.

Study	Downs & Black	Population	Intervention	Outcomes	Conclusion
Luna-Oliva et al. (2013)	Reporting 8/11 External validity 2/3 Bias 5/7 Confounding 3/6 Power 5/5 Total 23/32	11 CP children (7–11 years old)	8 weeks of commercial video games (Kinect Xbox 360™) treatment added to conventional physiotherapy treatment	Motor skills (balance, gait speed, running and jumping) and dexterity (fine motor control and finger dexterity)	Significant statistical difference pre and post-treatment for each variables
Sandlund et al. (2013)	Reporting 9/11 External validity 2/3 Bias 4/7 Confounding 3/6 Power 5/5 Total 23/32	15 CP children (6–16 years old) GMFCS levels I–III	4 weeks of commercial video games (Sony PlayStation 2 EyeToy™) for at least 20 min a day	Kinematics of the subjects during goal-directed movement (mean velocity, peak velocity, timing of peak velocity and movement straightness)	Precision and movement control is increasing after SG
Robert et al. (2013)	Reporting 9/11 External validity 2/3 Bias 5/7 Confounding 3/6 Power 5/5 Total 24/32	10 CP children (7–12 years old) with spastic diplegia and 10 healthy control children	1 session of 40 min of commercial video games: jogging, cycling, snowboarding and skiing (Nintendo Wii™)	Exercise intensity (heart rate)	Similar intensity for the 4 games, no difference between CP and control
Tarakci et al. (2013)	Reporting 10/11 External validity 2/3 Bias 6/7 Confounding 4/6 Power 5/5 Total 27/32	14 CP children (5–17 years old) GMFCS levels I–III	24 sessions of 40 min (twice a week for 12 weeks) of commercial games (Nintendo Wii Fit™)	Balances functions: one leg standing test, functional reach test, timed-up and go test, 6-min walking test	Statistically significant improve for each balance tests

Imagen extraída del artículo Bonnechère et al. (2014).

Anexo III: tabla resumen de los estudios de casos particulares incluidas en la revisión bibliográfica en niños con parálisis cerebral.

Study	Downs & Black	Population	Intervention	Outcome	Conclusion
You et al. (2005)	Reporting 7/11 External validity 1/3 Bias 3/7 Confounding 1/6 Power 0/5 Total 12/32	8 years old child with hemiplegia	20 sessions of 60 min of SG. Three virtual environments were interfaced with the bird-ball, conveyor and a soccer game	Functional MRI (fMRI), Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOTMP), modified Pediatric Motor Activity Log (PMAL), upper limb subtest of the Fugl-Meyer assessment (FMA)	SG enhanced functional motor skills and increased amount of use and quality of movement in the affected limb. SG did not influence any observable or meaningful change in fMRI
Barton et al. (2006)	Reporting 7/11 External validity 1/3 Bias 3/7 Confounding 1/6 Power 0/5 Total 12/32	16 years old child with asymmetrical CP diplegia and 1 healthy subject	One session of SG game	ROM of spine and hip joint	Motion pattern can be analyzed during SG session. Differences were found between healthy control 0 and CP child
Deutsch et al. (2008)	Reporting 6/11 External validity 1/3 Bias 3/7 Confounding 1/6 Power 0/5 Total 11/32	13 years old with spastic diplegia	11 sessions of 60 to 90 min of Wii™ games (golfing, bowling, baseball, tennis, and boxing) associated with normal physical therapy program (3 times a week) and occupational therapy (twice a week)	Visual Perceptual Skills, Wechsler Intelligence Scale for Children, Posture Scale Analyzer, functional mobility	Improvement for all studied parameters
Qiu et al. (2009)	Reporting 7/11 External validity 1/3 Bias 1/7 Confounding 2/6 Power 1/5 Total 12/32	7 and 10 years old with spastic hemiplegia	Assisted SG for upper limb: 60 min a day, three days a week for three weeks	Upper extremity ROM (AROM) and strength, Melbourne Assessment of Unilateral Upper Limb Function (MAULF), specific parameters recorded during the game (mainly smoothness of motion)	One subjects shows improvement in the MAULF score. Increase in supination AROM and in strength
Chang et al. (2011)	Reporting 6/11 External validity 1/3 Bias 2/7 Confounding 1/6 Power 0/5 Total 10/32	17 years old boy with severe cerebral palsy	Two phases of interventions (11 and 12 days, 2 sessions a day) of rehabilitation using Kinerehab	Number of correct movement	Statistical improvement of the number of correct motion
Golomb et al. (2011)	Reporting 8/11 External validity 1/3 Bias 2/7 Confounding 1/6 Power 0/5 Total 12/32	15 years old CP children	14-month SG hand telerehabilitation intervention	Hand function and forearm bone density	Increasing of the hand function and the mineralization of forearm's bones
Barton et al. (2013)	Reporting 9/11 External validity 1/3 Bias 2/7 Confounding 2/6 Power 0/5 Total 14/32	10 years old CP children	13 sessions of 30 min (twice a week)	Range of motion of pelvis and trunk during the games, coupling between pelvis and trunk	Increasing of the coupling during the games appearing to be a better control of the trunk
Chang et al. (2013)	Reporting 6/11 External validity 1/3 Bias 2/7 Confounding 1/6 Power 1/5 Total 10/32	2 CP children (14 years old)	Two phases of interventions (11 and 12 days, 2 sessions a day) of rehabilitation using Kinerehab	Number of correct movement	Statistical improvement of the number of correct motion, considerable interest for the games

Imagen extraída del artículo Bonnechère et al. (2014).

Anexo IV: tabla resumen de los juegos serios recogidos en la revisión sistemática del asma.

Authors	Game	Audience	Game Genre	Platform	Development Team	Publication	Represented online?
Rubin et al (1986)(36)	Asthma Command	Asthmatic children 7-12 years	Management simulation	Computer	Not specified	Journal article	No
Bartholomew et al (2000)(38), Shegog et al (2001)(37)	Watch, Discover, Think and Act	Asthmatic children in elementary and middle school.	Training simulation	Computer	Medical experts, Programmers/game designers, Educationalists	Journal article	No
Yawn et al (2000)(42)	Air Academy: The quest for Airtopia	School children 6-12 years	Adventure	Computer	Medical experts, Programmers/game designers, Educationalists, Psychologists	Journal article	No
Homer et al (2000)(39)	Asthma control	Asthmatic children 3-12 years	Adventure, Platform	Computer	Medical experts, Programmers/game designers, Educationalists	Journal article	No
McPherson et al (2002)(53), McPherson et al (2006)(35)	The Asthma Files	Asthmatic children 7-14 years	Mini games, Quiz	Computer	Medical experts, Programmers/game designers, Psychologists	Journal article	No
Huss et al (2003)(40)	Wee Willie Wheezie	Asthmatic children 7-12 years	Platform	Computer	Medical expert	Journal article	No
Shames et al (2004)(41)	Bronkie's Asthma Adventure	Asthmatic children 5-12 years	Adventure	Super Nintendo	Medical experts, Programmers/game designers, Educationalists	Journal article	No
Howell (2005)(32)	Quest for the code	Asthmatic and school children 8-11 years	Mini games, Quiz, Adventure	Computer and web-based	Not specified	Thesis abstract	Yes(61)
Kaufman et al (2011)(52)	Asthma: 1,2,3... Breath!	School Teens 14-18 years	Boardgame	Web-based	Medical experts, Programmers/game designers, Educationalists	Journal article	Yes(62)

Imagen extraída del artículo de Drummond et al. (2016).

Anexo V: Información de los resultados de la revisión sistemática del asma.

Authors	Study participants	Results	MERSQI Score (of 18)
Rubin et al (1986)(36)	65 asthmatic children 7-12 years	- K/SE: Higher improvement in children knowledge in the I group. No diff. for parent knowledge. No diff. in SE. - B: Improved behavior related to the management of asthma in children. No difference for parent behavior (questionnaire) - CO: No difference in the number of EV, hospital days, and school days absent.	18
Bartholomew et al (2000)(38)	133 asthmatic children 7-17 years	- K/SE: No difference between groups for child knowledge and SE. - CO: No difference on symptoms, functional status, HA, and EV when results were not adjusted on covariates. Decreased HA number when adjusted on baseline, sex and severity.	14.4
Yawn et al (2000)(42)	87 children 9-10 years	- K: Higher post-test knowledge scores in the I groups than in the C group*	12.5
Homer et al (2000)(39)	137 asthmatic children 3-12 years	- K: Higher child knowledge in the I group; No difference in parent knowledge - B: No difference on children behavior (questionnaire) - CO: No difference in asthma severity, functional status, mean number of EV* and acute office visits*	16.2
Shegog et al (2001)(37)	71 asthmatic children 8-13	- SE/K: No difference in self-efficacy, attribution, knowledge of asthma self-management (questionnaires)	13.5
McPherson et al (2002)(53)	10 asthmatic children 7-14 years	- K: Improvement pre/post on the Child Knowledge and Appraisal Questionnaire scores*	10
Huss et al (2003)(40)	101 asthmatic children 7-12 years	- K: No difference on the Pediatric Asthma Quality of Life Questionnaire, Air Control Questionnaire (on management strategy), Asthma knowledge test (on signs, symptoms, and cause of asthma) - CO: No difference on asthma symptoms*, lung function tests.	14.5
Shames et al (2004)(41)	119 asthmatic children 5-12 years	- K: Child knowledge: Higher score for the I group at W8 but not at W32 and W52. Parental knowledge: No difference at W8 but higher score for the I group at W32 and W52. - CO: No difference in asthma symptoms, lung function and acute visits.	15.6
McPherson et al (2006)(35)	101 asthmatic children 7-14 years	- K: Higher knowledge* scores in the I group at 1 month. - SE: Higher CALOC (Children's asthma locus of control) scores in the I group at 1 month. - CO: No difference on lung function, EV, HA, and steroid use at one month. Improved CO on steroids use and school absence at the 6-month follow-up but not significant in the intention-to-treat analysis.	16.5
Kaufman (2011)(52)	133 teens 14-18 years	- K: Significant improvement pre/post in knowledge*	10.5
Schroeder (2013)(33)	622 asthmatic children 5-10 years with their parents	- K/SE: Higher knowledge scores in children, not in parents. Higher self-efficacy scores in parents, not in children - B: No difference on medication adherence (questionnaire) - CO: No difference in attitudes, behavior, asthma control, EV and HA (data not shown for EV and HA)	11.5

Imagen extraída del artículo de Drummond et al. (2016).