

UNIVERSIDAD SAN JORGE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
GRADO DE FISIOTERAPIA
TRABAJO FIN DE GRADO

Protocolo de investigación: Eficacia de la realidad virtual inmersiva comparada con la realidad virtual semiinmersiva en el equilibrio y la marcha en pacientes con esclerosis múltiple.

Autor del Proyecto: Jose Javier Ortiz de Lanzagorta Muñoz

Tutor: Almudena Buesa Estellez

Fecha: 3 de Mayo de 2022

Este trabajo constituye parte de mi candidatura para la obtención del título de Grado en Fisioterapia de la Universidad San Jorge y no ha sido entregado previamente (o simultáneamente) para la obtención de cualquier otro título.

Este documento es el resultado de mi propio trabajo, excepto donde de otra manera esté indicado y referido.

Doy mi consentimiento para que se archive este trabajo en la biblioteca universitaria de Universidad San Jorge, donde se puede facilitar su consulta.

Firma: Jose Javier Ortiz de Lanzagorta Muñoz

Fecha: 12 mayo 2022



1-	RESUMEN:	5
2-	ABSTRACT	6
3-	TÍTULO DEL PROYECTO	7
4-	INTRODUCCIÓN:	7
	4.1. JUSTIFICACIÓN:	10
	4.2 HIPÓTESIS:.....	10
	4.3 OBJETIVOS:	10
5-	MATERIAL Y MÉTODOS	11
	5.1. DISEÑO DEL ESTUDIO	11
	5.3. CALCULO TAMAÑO MUESTRAL:.....	12
	5.4. VARIABLES MEDIDAS	12
	5.4.1 Variable primaria.....	13
	5.4.2 Variables secundarias.....	13
	5.5. PLANIFICACIÓN FUTURA INTERVENCIÓN	13
	5.5.1 GRUPO CONTROL – GRUPO RV SEMIINMERSIVA.....	13
	5.5.2 GRUPO INTERVENCIÓN – GRUPO RV INMERSIVA	14
	5.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	14
	5.7. CONTROL DE CALIDAD EXTERNO	15
6-	PLAN DE TRABAJO	16
7-	DISCUSIÓN	18
8-	LIMITACIONES Y FORTALEZAS	20
9-	CONCLUSIÓN	20
10-	BIBLIOGRAFÍA	21
11-	ANEXOS	27

AGRADECIMIENTOS:

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia y en especial a mis padres y mi hermana, ese apoyo infinito que tienes todos los días. Gracias papa y mama por permitirme cumplir este sueño, gracias por apoyarme siempre y nunca dudar de vuestro hijo, porque motivos no faltan. Gracias Blanca, por aguantarme durante 22 años y gracias por perdonarme quitarte el puesto de hijo mimado de la familia.

No puedo olvidar a mis compañeros de clases, esos que te sacaban una sonrisa cada día que pisabas la universidad, los que, de forma desinteresada, enviaban mensajes para ver que tal estabas. Gracias a Rubén, por ser ese amigo que siempre deseas tener en la universidad, amigo de día y amigo de noche, amigo dentro (no mucho) y fuera de la pista de pádel. Y gracias Julia, por descubrirme que solo comiendo césped se puede vivir y que en la escalada no se necesitan los brazos.

Por último, agradecer la labor de todos los docentes de la Universidad, que siempre se preocupan por nosotros y nos hacen la vida más "fácil". Sin dejarme a mi tutora, Almudena, gracias por guiarme en este trabajo y por enseñarnos esa parte de la fisioterapia que no es tan conocida.

En definitiva, como diría J. Vallejo, "Bueno Pues Muchas Gracias".

1- RESUMEN:

Introducción y objetivos: La esclerosis múltiple (EM) es una enfermedad crónica, inflamatoria, desmielinizante y autoinmune del Sistema nervioso central (SNC) que afecta principalmente a población de 20 a 50 años. Siendo la principal causa de discapacidad por enfermedad neurológica no traumática en adultos jóvenes. Provoca grandes tipos de signos y síntomas, entre ellos dificultad en la marcha, siendo uno de los más limitantes. La inestabilidad en la marcha es gran parte debida al sistema vestibular. En los últimos años se esta implementado el tratamiento mediante realidad virtual, pero sin hacer mucha diferencia entre los diferentes tipos que existen. Mediante este protocolo se busca comprobar la efectividad de la realidad virtual inmersiva en la marcha en pacientes con EM.

Métodos: Se realizará un ensayo clínico controlado aleatorizado con 10 pacientes y una duración de 6 meses. Todos los pacientes deberán tener diagnostico de EM remitente-recurrente o secundaria-progresiva con un valor entre 3 y 5.5 en la escala EDSS. Se dividirán en 2 grupos de 5 pacientes, el grupo control recibirá un tratamiento mediante realidad virtual semi inmersiva y el grupo intervención recibirá el mismo tratamiento, pero con realidad virtual inmersiva. Se utilizará la variable primaria Dynamic Gait Index para evaluar la marcha, también se utilizarán el cuestionario de calidad para EM MSQol-54 y el instrumento de medida de la marcha GAITRite.

Resultados esperados: Se espera que haya una mejora de las variables para ambos grupos, siendo significativamente superior en el grupo intervención.

Conclusión: Gracias al uso de la realidad virtual inmersiva se consigue una mejora en cuanto a la marcha en pacientes con EM y por ello, una mejora en la calidad de vida.

Palabras Claves: Esclerosis Múltiple, Marcha, Equilibrio, Realidad Virtual, Realidad Virtual Inmersiva, Marcha, Calidad de Vida.

2- ABSTRACT

Introduction and objectives: Multiple sclerosis (MS) is a chronic, inflammatory, demyelinating and autoimmune disease of the central nervous system (CNS) that mainly affects population aged 20 to 50 years. It is the main cause of disability due to non-traumatic neurological disease in young adults. It causes a wide range of signs and symptoms, among which gait difficulty is one of the most limiting. Gait instability is largely due to the vestibular system. In recent years, virtual reality treatment has been implemented, but without making much difference between the different types that exist. This protocol aims to test the effectiveness of immersive virtual reality on gait in patients with MS.

Methods: A randomized controlled clinical trial will be conducted with 10 patients and a duration of 6 months. All patients should have a diagnosis of relapsing-remitting or secondary-progressive MS with a value between 3 and 5.5 on the EDSS scale. They will be divided into 2 groups of 5 patients, the control group will receive a treatment using semi-immersive virtual reality and the intervention group will receive the same treatment, but with immersive virtual reality. The primary variable Dynamic Gait Index will be used to assess gait, the MSQol-54 MS quality questionnaire and the GAITRite gait measurement instrument will also be used.

Expected results: It is expected that there will be an improvement of the variables for both groups, being significantly higher in the intervention group.

Conclusion: Thanks to the use of immersive virtual reality, an improvement in gait is achieved in patients with MS and therefore, an improvement in quality of life.

Keywords: Multiple Sclerosis, Gait, Balance, Virtual Reality, Immersive Virtual Reality, Gait, Quality of Life.

3- TÍTULO DEL PROYECTO

PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN: Eficacia de la realidad virtual inmersiva comparada con la realidad virtual semiinmersiva en el equilibrio y la marcha en pacientes con esclerosis múltiple.

4- INTRODUCCIÓN:

La esclerosis múltiple (EM) es una enfermedad crónica, inflamatoria, desmielinizante y autoinmune del Sistema nervioso central (SNC) que afecta principalmente a población de 20 a 50 años. Siendo la principal causa de discapacidad por enfermedad neurológica no traumática en adultos jóvenes. (1–5)

La prevalencia mundial es de 33 personas diagnosticadas de EM por cada 100.000 habitantes. En España la prevalencia es de 120/100.000, lo que quiere decir que pertenece al área de alta prevalencia. En cuanto a la prevalencia dependiendo del género hay una relación 2:1 en favor de las mujeres. (5,7)

Aunque la causa del desarrollo de la EM sigue siendo desconocida, lo más aceptado es una etiología multifactorial, donde una predisposición genética junto a otros factores ambientales desencadena los procesos patológicos. Dentro de estas posibles causas ambientales encontramos infecciones virales, el sexo femenino, déficit de vitamina D y tabaquismo. (4–8) A nivel genético se ha demostrado que en la región CMH (Complejo mayor de histocompatibilidad) del cromosoma 6p21 están la mayoría de genes asociados a la EM, ya que una de las funciones es la codificación de los antígenos leucocitarios humanos. Los alelos HLA-DRB1 están asociados a una mayor probabilidad de padecer EM. (8–11) Las enfermedades virales relacionadas son varias, pero el virus Epstein-Barr es el que más frecuente mostrando cifras de cerca del 100% de personas que cursan EM son seropositivas.(2)

La EM se puede definir como una inflamación, desmielinización y gliosis a nivel del SNC. El sistema inmunitario destruye las vainas de mielina, el responsable de la desmielinización es una infiltración vascular de macrófagos, linfocitos T y microglía que afectan a los oligodendrocitos. Este ataque puede ser de forma directa o a través de radicales de oxígeno o glutamato. Por otro lado, hay una proliferación de linfocitos B que provocan una producción de anticuerpos antimielina. A causa de estas lesiones hay una proliferación de astrocitos que origina la gliosis del tejido. (1,5,8,12) Aunque haya una remielinización, a la larga, los daños sobre los axones provocan las manifestaciones clínicas de la enfermedad. (1–8)

La clínica de la EM es muy variable, ya que depende de la zona del SNC afectada, esta clínica puede aparecer de forma repentina o con una evolución progresiva. (8–10) Las afectaciones clínicas más comunes son motoras, sensitivas, cerebelosas (ataxia, temblor, nistagmus), nervios craneales (óptico, vértigos, afectación trigémina, entre otros), autonómicos (disfunciones vesicales, sexuales, intestinales, sudoraciones), psiquiátricos, dolor y fatiga.

La EM se divide en 4 posibles estados dependiendo del curso clínico, encontramos:

- Remitente-recurrente (RR): forma más común (85%-90% de los pacientes), caracterizada por brotes seguidos de remisiones. (1,8,13)
- Secundaria progresiva (SP): aparece tras 10-20 años de la remitente-recurrente, las remisiones son esporádicas y son remplazadas por daños mielínicos permanentes que provocan el empeoramiento continuo del paciente. (1,8,13)
- Primaria Progresiva (PP): representa el 10-15% de los casos, es de evolución progresiva y continua. La incapacidad suele ser más temprana. (1,8,13)
- Progresiva- recurrente (PR): se inicia como una primaria progresiva, pero presenta brotes intercalados con el deterioro progresivo. (1,8,13)

El diagnóstico de la EM es complicado, ya que muchas otras patologías cursan con signos y síntomas compatibles. Por ello, se debe realizar una buena anamnesis y descartar otras posibles patologías, para ello se emplea los criterios de Mc Donald. (14) Las herramientas complementarias para el diagnóstico son la resonancia magnética (RM), estudio del líquido cefalorraquídeo en busca de anticuerpos IgG y estudio de bandas oligoclonales. (1,15-17) En la RM se utilizan los criterios descritos por Barkhof en 1997. (18)

El tratamiento para la EM no es un tratamiento curativo, si no un tratamiento para reducir la cantidad, severidad y duración de los brotes, mejorar los síntomas y recuperar la mayor parte de la funcionalidad. El tratamiento se basa en tres grupos: los brotes, la terapia modificadora y el tratamiento de los síntomas. El tratamiento farmacéutico es el más extendido, tratando los tres grupos. (1,3) El tratamiento fisioterapéutico aparece desde las primeras fases de la enfermedad intentando mejorar el estado general del paciente y evitar la pérdida de funciones. En etapas más tardías de la enfermedad se busca prevenir la aparición de complicaciones y preservar el mayor grado de autonomía. (19,20)

Cerca del 80% de las personas que sufren EM, en los 10-15 primeros años de enfermedad, tienen dificultad de la marcha. Siendo descrita como una de las funciones más importantes en cuanto a calidad de vida en estos pacientes. (21) La marcha de las personas con EM se caracteriza por tener menor longitud de paso, menor velocidad de marcha, mayor tiempo en doble apoyo, menor dorsiflexión en la marcha y mayor flexión plantar, por ende, un tipo de marcha tipo equina. (22) Una gran cantidad de factores puede intervenir en esta disfuncionalidad de la marcha, como puede ser ataxia cerebelosa, cambios sensoriales, espasticidad o debilidad en miembros inferiores, aunque el factor determinante es el equilibrio. (23) El sistema vestibular tiene diversas funciones entre ellas: (24,25)

- Mantener el equilibrio y el control postural
- Determinar la posición de la cabeza respecto al resto del cuerpo y al espacio que ocupa

- Procesar movimientos de cabeza y de aceleración
- Estabilización de la mirada
- Audición
- Modular estímulos externos como el espacio e internos como la información visual y auditiva

La rehabilitación vestibular consiste en un programa de ejercicios y entrenamiento que busca que la información sobre la posición de la cabeza respecto al cuerpo y al espacio y el movimiento cefálico y corporal se procese correctamente. (26) Por ello los objetivos principales de esta terapia son mejorar el equilibrio, la marcha, el control postural y las actividades de la vida diaria. (26,27) Añadiendo la realidad virtual (RV) se busca trabajar el equilibrio dinámico, estático y la marcha mediante el sistema vestibular y todos los mecanismos relacionados, como son la propiocepción, la estimulación visual, el reflejo vestíbulo-ocular y el control de orientación. (26–28)

La RV nos permite crear un entorno ficticio a través de un software que permite la total interacción y participación entre la persona y su entorno virtual mediante un hardware específico. Para utilizar este tipo de tecnología se necesita unos dispositivos específicos para ello, por ello se divide la RV en dos grandes bloques: la RV inmersiva (RVI) y la RV semi inmersiva (RVSI).(29–31)

- RVSI: se utiliza una pantalla que ocupe la mayor parte del campo visual, lo que provoca una semi inmersión ya que gran parte de nuestra información visual corresponde al juego, pero se sigue viendo el entorno real. Se utilizan mandos o ratón y teclado para interactuar con el ambiente virtual. (32)
- RVI: se utilizan unas gafas de RV donde se proyecta la pantalla completa. La persona consigue sentirse totalmente en el ambiente virtual. Estas gafas van acompañadas de unos sensores y unos mandos especiales que permiten la integración completa de todos los movimientos de la persona en el ambiente virtual. (33)

Toda RV presenta unos elementos claves, los siguientes: (31)

- Componente humano: corresponde a la persona que utiliza la RV como los investigadores o profesionales que le acompañen. (31)
- Entorno virtual: corresponde a un mundo virtual de tres dimensiones donde la persona interactúa con el entorno para conseguir unos objetivos. La interfaz es muy variable, pudiendo adaptarse a las necesidades de la persona y de lo que busca el personal sanitario. La persona que interactúa en este ambiente suele hacerlo en primera persona. (31)
- Inmersión: capacidad de la RV en introducirnos en un ambiente ficticio. Definido por un componente objetivo que son los gráficos y uno subjetivo que es la percepción psicológica de la persona. Esta varía dependiendo del tipo de RV que se utilice. (31)

- Interacción: para que el entorno virtual parezca real necesita interactuar de forma verosímil con la persona, para ello debe procesar los inputs (señales enviadas por la persona) para que los outputs (respuesta dada por el programa) sean lo más parecidos a la realidad. (31)

La RVI proporciona altos niveles de embodiment, lo que significa tener la sensación de tener un cuerpo dentro de la RV. Para conseguir el embodiment se necesita una construcción mental formada por control motor, percepciones, interocepción e información sensorial como es, la visión, la propiocepción y el sistema vestibular. (30–34) Varios estudios demuestran que la sensación de embodiment, con todo lo que con lleva a nivel motor y sensitivo, mejora la función motora y la velocidad de la ejecución de una tarea. (35)

En definitiva, la RVI permite el libre movimiento de la persona en un entorno virtual de 360°. Donde puede interactuar libremente con todos los objetos presentes, pudiendo el investigador o sanitario buscar objetivos específicos, modulando la dificultad de la tarea, para cada individuo. Por otro parte, las gafas de RVI permiten conseguir un mayor grado de información multisensorial, favoreciendo cambios a nivel motor y neuroplástico. (30–35)

4.1. JUSTIFICACIÓN:

La RV ha demostrado ser eficaz en la rehabilitación en multitud de patologías neurológicas, gracias a su enfoque cognitivo, pero también porque aumenta la motivación y la participación de los pacientes. (36,37) En la literatura científica actual pocos son los artículos que hacen una diferencia entre RVI y RVSI, siendo que hay grandes diferencias en cómo es percibido por los pacientes. Por ello se busca una mejora tanto en el equilibrio como en la marcha del paciente actuando en el sistema vestibular. Teniendo en cuenta toda esta información, sería interesante comprobar si hay una diferencia significativa entre una rehabilitación mediante RVSI y RVI.

4.2 HIPÓTESIS:

H₀: La utilización de la realidad virtual inmersiva no mejora el equilibrio y la marcha en pacientes con EM en comparación con la realidad virtual semi inmersiva.

H_A: La utilización de la realidad virtual inmersiva mejora el equilibrio y la marcha en pacientes con EM en comparación con la realidad virtual semi inmersiva.

4.3 OBJETIVOS:

Objetivo Primario: Comprobar la efectividad de la realidad virtual inmersiva sobre el mantenimiento del equilibrio en la marcha mediante la escala de Dynamic Gait Index (DGI) durante el procedimiento de 6 meses.

Objetivos Secundarios:

- Evaluar la efectividad de la realidad virtual inmersiva en la calidad de vida de los participantes mediante la escala de Multiple Sclerosis Quality of Life (MS-QoL 54).

- Evaluar modificaciones en la marcha, como la longitud de paso, la cadencia de paso, la marcha asimétrica y la velocidad de la marcha con el sistema GAITRite™

5- MATERIAL Y MÉTODOS

5.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Se llevará a cabo un ensayo clínico controlado y aleatorizado con los participantes cumpliendo los criterios de selección de acuerdo a las recomendaciones SPIRIT 13 (38) Los participantes serán informados sobre el desarrollo del estudio, los objetivos y los posibles efectos adversos. Tras la aceptación del consentimiento informado, asegurando todos los derechos de los participantes como la protección de datos (Reglamento nº216/679 del Parlamento Europeo) [Anexo 1], los pacientes serán divididos de forma aleatoria en 2 grupos, control y experimental, con una proporción 1:1. Esta división se realizará mediante un programa informático www.randomized.org, será estratificada dependiendo del grado de EM. El estudio durará 6 meses, debido a que las técnicas utilizadas, el tipo de patología y los estudios anteriores han mostrado necesitar un amplio periodo de tiempo para mostrar resultados. La asignación se realizará por un investigador externo que no estará implicado ni en el reclutamiento ni en los tratamientos, siendo así una asignación oculta y aleatorizada. Los dos fisioterapeutas y los dos evaluadores que realizarán las pruebas de valoración y las intervenciones serán independientes al estudio, enmascarados y habrán recibido entrenamiento para aplicar las técnicas.

El estudio se ajusta a las directrices de la Declaración de Helsinki, se presentará a un Comité de Ética y se registrará en el Registro Español de estudios clínicos (REec).

5.2. PARTICIPANTES:

Se realizará el estudio entre el 1 de junio de 2022 y el 1 de diciembre de 2022 con pacientes reclutados del área de rehabilitación de la fundación aragonés de esclerosis múltiple (FADEMA).

Los criterios de inclusión para la intervención serán los siguientes:

- Pacientes con esclerosis múltiple tanto Remitente Recurrente como Secundaria Progresiva, siendo las que más capacidad de remisión tienen.
- Ambos sexos
- Mayores de 18 años
- Puntuación en escala EDSS entre 3 y 5.5, ambas inclusive. (39,40) Por ello, que presente dificultades en la marcha, pero no presenten ayuda externa. [Anexo 4]

- Capacidad para entender y dar su consentimiento para realizar los procedimientos de la investigación

- Conceptos básicos y buena disposición para el uso de tecnología
- Posibilidad de desplazarse al lugar de intervención

Los criterios de exclusión para la intervención serán los siguientes:

- Pacientes con esclerosis múltiple Primaria Progresiva o Progresiva Recurrente.
- Alteraciones de sensibilidad superficial (táctil, térmica, dolor)
- Alteraciones visuales graves
- Uso de tecnología asistiva para la marcha (silla de ruedas, andador o bastones)
- Deterioro cognitivo o problemas psiquiátricos graves en el momento del estudio

Los criterios de abandono serán los siguientes:

- Decisión personal para retirarse del estudio
- Baja adherencia al tratamiento (<80%)
- Hospitalización, defunción o aparición de alguno de los criterios de exclusión anteriormente descritos.

Cuando acepten y firmen el consentimiento informado, se dará comienzo a la investigación realizando las mediciones iniciales de las variables estudiadas y de datos basales (Edad, Sexo, Edad de diagnóstico, Trabajo o Estudios, Tipo de Diagnóstico), seguidamente cada participante empezará su intervención dependiendo del grupo al que pertenece por aleatorización. Se confirmará la ausencia de efectos adversos y posibles apariciones de criterios de exclusión que provocarían el abandono de dicha persona. Todo dato de participante que abandone la investigación será analizado por intención de tratar.

5.3. CALCULO TAMAÑO MUESTRAL:

Para calcular el tamaño muestral se utilizó la pagina http://hedwig.mgh.harvard.edu/sample_size/js/js_parallel_quant.html. Se estableció un valor de α de dos colas de 0.05 y una potencia del 80% para minimizar los errores de tipo I y tipo II. Para la variable primaria Dynamic Gait Index, se fijó el valor de desviación estándar de 2.00 y un cambio mínimo de 5.54. Se tuvo en cuenta las posibles pérdidas y se añadió un 20% más de participantes, lo que dio como resultado 5 personas en cada grupo.

5.4. VARIABLES MEDIDAS

Habrán dos evaluadores con experiencia y entrenamiento previo de las escalas para evitar errores inter e intra observador. Se realizarán 3 mediciones de DGI en FADEMA, la primera una semana antes de la intervención, la segunda a mitad intervención y la última, una semana después de la intervención (FIG.2). Las mediciones se tomarán siempre por la mañana para evitar la fatiga que sufren los pacientes con EM.

Los datos serán introducidos de manera independiente para detectar posibles errores.

5.4.1 Variable primaria

Dynamic Gait Index [Anexo 2] (41,42)

Se utilizará esta herramienta de evaluación para valorar la capacidad de mantener el equilibrio durante la marcha y valorar el riesgo de caídas. Esta herramienta está diseñada para probar ocho fases de la marcha: marcha en superficie plana, cambio de velocidad, giros horizontales de cabeza, movimientos verticales de cabeza, giro pivotante, paso sobre obstáculo, paso alrededor de un obstáculo, subir y bajar escaleras. Esta herramienta tiene una alta fiabilidad en pacientes con esclerosis múltiple, gracias a esta herramienta podemos valorar en equilibrio vestibular y no vestibular, la movilidad funcional y la marcha en general.

5.4.2 Variables secundarias

MSQol-54 (Cuestionario de Calidad de Vida en Esclerosis Múltiple – 54) [Anexo 3] (43,44)

Este cuestionario permite valorar la calidad de vida en pacientes con EM. Está compuesto por ítems generales e ítems específicos para EM. Utiliza 54 ítems que son evaluados diciendo la frecuencia de aparición, mediante este cuestionario se puede evaluar la salud mental y la salud física de la persona.

GAITRite (análisis de la marcha)(45–47)

El GaitRite es un instrumento de medida de la marcha. Se basa en una pasarela con distintos sensores de presión que permite evaluar la longitud de paso, la cadencia de paso, la marcha asimétrica y la velocidad de la marcha. Al ser un instrumento digitalizado tiene gran precisión y exactitud en los datos arrojados, siendo validado clínicamente. Consiste en pedirle a la persona que realice 8 pasadas sobre el tapiz, a una velocidad y una cadencia normal.

5.5. PLANIFICACIÓN FUTURA INTERVENCIÓN

Ambos grupos recibirán un programa de ejercicios mediante RV durante 6 meses y 3 veces por semana para evitar la fatiga muscular. Se utilizará el juego de Playstation 5 "Just Dance 2022" en modalidad inmersiva y semiinmersiva. (48,49) Seguirán las indicaciones de los fisioterapeutas para mejorar el equilibrio vestibular y por ende disminuir el riesgo de caída y mejorar los aspectos de la marcha.

Todas las canciones del juego están divididas por dificultad e intensidad, dependiendo en que rango estén se utilizarán para un momento determinado de la intervención. [Anexo 6]

5.5.1 GRUPO CONTROL – GRUPO RV SEMIINMERSIVA

Ambos grupos van a realizar el mismo tratamiento, el bloque de ejercicios para el tratamiento va a ser el mismo, la única variación es la forma de aplicación. Al ser un tratamiento de 6 meses la evolución se irá haciendo cada 2 meses.

Este grupo utilizará una pantalla de alta resolución, 4K, con la videoconsola PlayStation. Por otra parte, para recibir el feedback del movimiento utilizarán el dispositivo "Playstation move motion" que determina si el movimiento es el demandado por el juego. Mediante esta aplicación se evaluará el movimiento que realizan para que sea el demandado por el juego. Durante todos los meses los tratamientos serán de aproximadamente 40 minutos de duración. Los primeros 10 minutos se destinarán a realizar un calentamiento muscular general dirigido por los fisioterapeutas. [Anexo 5] El resto del tiempo se dedicará al tratamiento.

- Mes 1 y 2: Empezarán por las canciones de intensidad baja y de dificultad fácil pudiendo evolucionar durante este mes a canciones de mayor intensidad dependiendo de su nivel de baile para fomentar la adhesión al tratamiento. Durante esta primera etapa se realizarán tiempos de descanso de 7 minutos entre temas para evitar la fatiga.
- Mes 3 y 4: Pasadas las primeras 8 semanas se pasará a una dificultad mayor, pasando a dificultad normal. De esta forma irán avanzando en movimientos más complejos y por ello pedir una mayor implicación a sistemas que manejan el equilibrio tanto dinámico como estático. Durante esta fase se disminuirá el tiempo de descanso a 5 minutos.
- Mes 5 y 6: Por último, estos 2 últimos meses se utilizarán las canciones de la mayor dificultad, empezando por intensidad baja y escalando dependiendo del nivel de cada participante. El tiempo de descanso será el mismo que el anterior siendo 5 minutos tras cada tema.

5.5.2 GRUPO INTERVENCIÓN – GRUPO RV INMERSIVA

La intervención será la misma que para el grupo de Rv semiinmersiva. Los únicos cambios son el tipo de RV, en este caso se utilizará las gafas de RV de playstation con los mandos "Playstation Move Motion". Los participantes deberán llevar puestas las gafas durante toda la duración de cada sesión, solo se les dejaría quitarse las gafas si empiezan a sufrir mareos por el uso continuado de las gafas.

5.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizará el programa IBM SPSS Statistics 21.0 para realizar el análisis de datos. En primer lugar, se hará un estudio de normalidad de las variables mediante la prueba Saphiro Wilk.

Para comparar los valores se utilizará la prueba ANOVA para variables que sigan una distribución normal. Mientras que si no siguieran una distribución normal sería la prueba de Friedman.

Para comparar los grupos se utilizará la prueba T student para variables con una distribución normal y la prueba U de Mann-Whitney para distribuciones no paramétricas. Se establecerá un nivel de confianza del 95%, y $P < 0,05$ para considerarlo significativo. Los valores perdidos por abandonos serán analizados por intención de tratar.

5.7. CONTROL DE CALIDAD EXTERNO

Un comité independiente al estudio se encargará de supervisar las mediciones de las variables realizadas por los evaluadores, cada vez que las realicen. Por otro lado, controlarán la introducción de datos.

6- PLAN DE TRABAJO

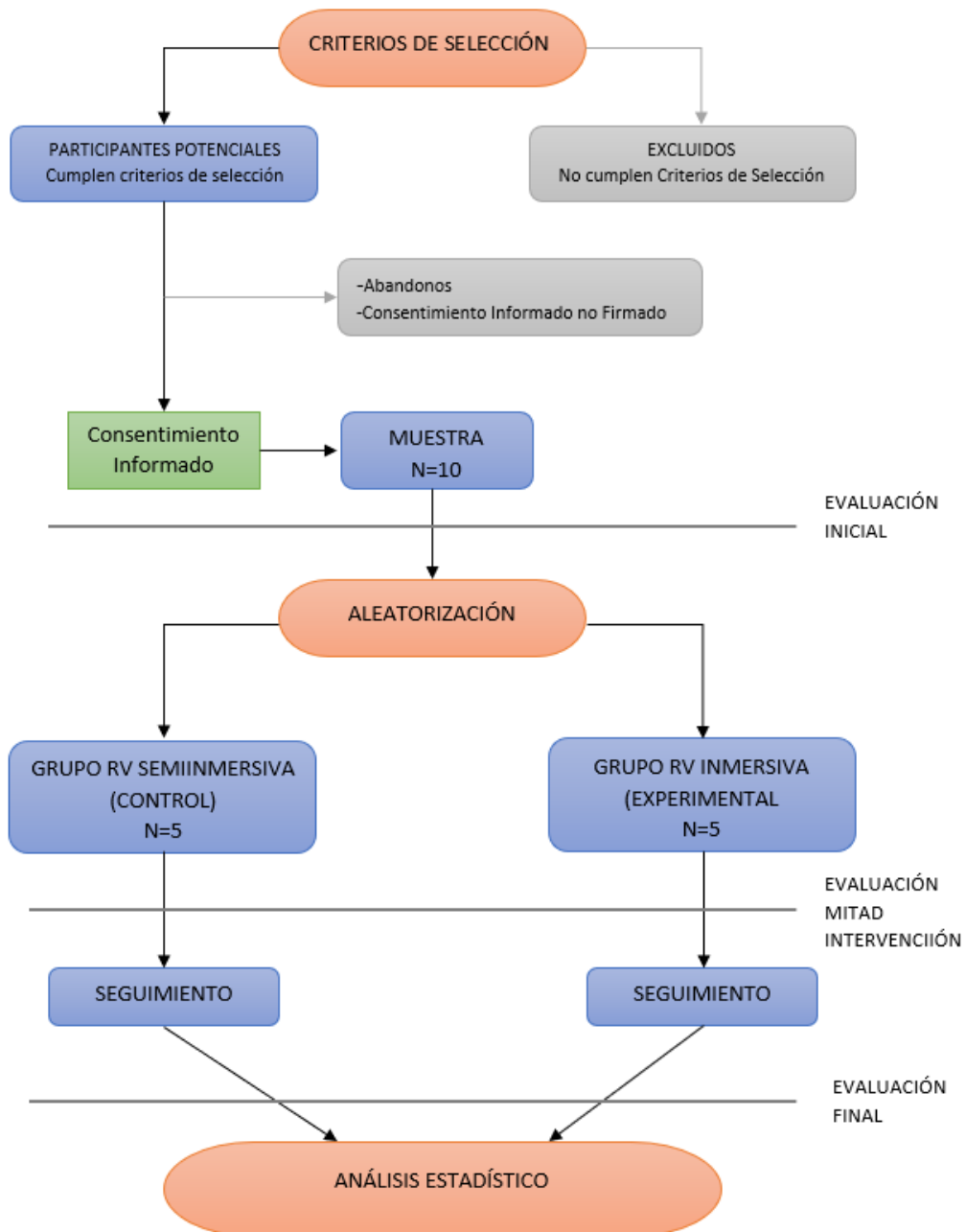


FIGURA 1: DIAGRAMA DE FLUJO: diseño de estudio

FECHA	TRATAMIENTO											
23 DE MAYO AL 29 DE MAYO DE 2022	RECLUTAMIENTO											
30 DE MAYO Y 31 DE MAYO DE 2022	VALORACIÓN INICIAL Y ALEATORIZACIÓN											
1 DE JUNIO AL 1 DE AGOSTO DE 2022	INICIO TRATAMIENTO 1º FASE DIFICULTAD FÁCIL											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>REALIDAD INMERSIVA</th> <th>VIRTUAL</th> <th>REALIDAD SEMIINMERSIVA</th> <th>VIRTUAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3 SESIONES/SEMANA</td> <td></td> <td>3 SESIONES/SEMANA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MINIMO 1 DÍA DESCANSO ENTRE SESIONES</td> <td></td> <td>MIN. 1 DÍA DESCANSO ENTRE SESIONES</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	REALIDAD INMERSIVA	VIRTUAL	REALIDAD SEMIINMERSIVA	VIRTUAL	3 SESIONES/SEMANA		3 SESIONES/SEMANA		MINIMO 1 DÍA DESCANSO ENTRE SESIONES		MIN. 1 DÍA DESCANSO ENTRE SESIONES
REALIDAD INMERSIVA	VIRTUAL	REALIDAD SEMIINMERSIVA	VIRTUAL									
3 SESIONES/SEMANA		3 SESIONES/SEMANA										
MINIMO 1 DÍA DESCANSO ENTRE SESIONES		MIN. 1 DÍA DESCANSO ENTRE SESIONES										
2 DE AGOSTO AL 11 DE SEPTIEMBRE DE 2022	TRATAMIENTO 2º FASE PARTE 1 DIFICULTAD NORMAL											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>REALIDAD INMERSIVA</th> <th>VIRTUAL</th> <th>REALIDAD SEMIINMERSIVA</th> <th>VIRTUAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3 SESIONES/SEMANA</td> <td></td> <td>3 SESIONES/SEMANA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MIN. 1 DÍA DESCANSO ENTRE SESIONES</td> <td></td> <td>MIN. 1 DÍA DESCANSO ENTRE SESIONES</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	REALIDAD INMERSIVA	VIRTUAL	REALIDAD SEMIINMERSIVA	VIRTUAL	3 SESIONES/SEMANA		3 SESIONES/SEMANA		MIN. 1 DÍA DESCANSO ENTRE SESIONES		MIN. 1 DÍA DESCANSO ENTRE SESIONES
REALIDAD INMERSIVA	VIRTUAL	REALIDAD SEMIINMERSIVA	VIRTUAL									
3 SESIONES/SEMANA		3 SESIONES/SEMANA										
MIN. 1 DÍA DESCANSO ENTRE SESIONES		MIN. 1 DÍA DESCANSO ENTRE SESIONES										
12 DE SEPTIEMBRE AL 14 DE SEPTIEMBRE DE 2022	VALORACIÓN INTERMEDIA											
15 DE SEPTIEMBRE AL 1 DE OCTUBRE DE 2022	TRATAMIENTO 2º FASE PARTE 2 DIFICULTAD NORMAL											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>REALIDAD INMERSIVA</th> <th>VIRTUAL</th> <th>REALIDAD SEMIINMERSIVA</th> <th>VIRTUAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3 SESIONES/SEMANA</td> <td></td> <td>3 SESIONES/SEMANA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MIN. 1 DÍA DESCANSO ENTRE SESIONES</td> <td></td> <td>MIN. 1 DÍA DESCANSO ENTRE SESIONES</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	REALIDAD INMERSIVA	VIRTUAL	REALIDAD SEMIINMERSIVA	VIRTUAL	3 SESIONES/SEMANA		3 SESIONES/SEMANA		MIN. 1 DÍA DESCANSO ENTRE SESIONES		MIN. 1 DÍA DESCANSO ENTRE SESIONES
REALIDAD INMERSIVA	VIRTUAL	REALIDAD SEMIINMERSIVA	VIRTUAL									
3 SESIONES/SEMANA		3 SESIONES/SEMANA										
MIN. 1 DÍA DESCANSO ENTRE SESIONES		MIN. 1 DÍA DESCANSO ENTRE SESIONES										
2 DE OCTUBRE A 1 DE DICIEMBRE DE 2022	TRATAMIENTO 3º FASE DIFICULTAD DIFICIL											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>REALIDAD INMERSIVA</th> <th>VIRTUAL</th> <th>REALIDAD SEMIINMERSIVA</th> <th>VIRTUAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3 SESIONES/SEMANA</td> <td></td> <td>3 SESIONES/SEMANA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MIN. 1 DÍA DESCANSO ENTRE SESIONES</td> <td></td> <td>MIN. 1 DÍA DESCANSO ENTRE SESIONES</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	REALIDAD INMERSIVA	VIRTUAL	REALIDAD SEMIINMERSIVA	VIRTUAL	3 SESIONES/SEMANA		3 SESIONES/SEMANA		MIN. 1 DÍA DESCANSO ENTRE SESIONES		MIN. 1 DÍA DESCANSO ENTRE SESIONES
REALIDAD INMERSIVA	VIRTUAL	REALIDAD SEMIINMERSIVA	VIRTUAL									
3 SESIONES/SEMANA		3 SESIONES/SEMANA										
MIN. 1 DÍA DESCANSO ENTRE SESIONES		MIN. 1 DÍA DESCANSO ENTRE SESIONES										
2 y 3 DE DICIEMBRE DE 2022	VALORACIÓN FINAL											
5 AL 9 DE DICIEMBRE DE 2022	ANALISIS ESTADISITICO Y PUBLICACIÓN DE DATOS											

FIGURA 2: CRONOGRAMA DEL ESTUDIO

7- DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio es comprobar la eficacia de la RVI comparada con la RVSI en el equilibrio y la marcha en pacientes con esclerosis múltiple. Tendrá que encontrarse una mayor mejora en el grupo que sigue la intervención con RVI, ya que han recibido un tratamiento de forma continua y a largo plazo que permita una mejor a nivel vestibular y control del equilibrio. Por todo esto, debería encontrar que en la Dynamic Gait Index pasa de una puntuación inferior a 19 (riesgo alto de caída) a superarlos. (50) Por otra parte, un aumento de la puntuación en el cuestionario MSQol-54, mejorar en la escala de discapacidad EDSS y una evolución significativa en el análisis de la marcha en la GAITrite.

En la literatura científica actual, son pocos los artículos que hacen una diferencia entre la RV inmersiva y la RV semi inmersiva, incluso es muy difícil de encontrar alguno que compare ambos tipos de intervención siendo que son diferentes. Por ello, se abordará este apartado buscando intervenciones similares en pacientes que sufran un tipo de patología neurológica que afecte al equilibrio durante la marcha.

Nilsagård et al.(51) coge participantes con EM que tengan dificultades durante la marcha pero que puedan realizar 100 metros seguidos sin descansar. Se dividen en 2 grupos, uno sin ejercicio y el otro con, 30 minutos, 2 veces por semana durante 6-7 semanas, de ejercicios de Wii Fit Plus®. El grupo de intervención presentó una mejora significativa en la DGI, siendo de media 1,78 más alta después del tratamiento (basal: 17,1), por otro lado, el grupo control también mostró una mejora en la DGI siendo en este caso de 1 punto más alta de media (basal: 17,1). Estos resultados no mostraron una diferencia significativa entre grupos, pero esto puede estar debido a diversos factores, el primero es que el grupo control fuera más activo físicamente que el grupo intervención, también recalcar que la intervención fue bastante corta, siendo de 2 meses mientras la que se propone en este protocolo sería de 6 meses con 3 días a la semana de intervención. Como en este artículo encontramos a Robinson et al. (52) realizando una intervención bastante parecida no encuentra diferencias significativas entre el grupo control y el grupo que recibe un tratamiento mediante Wii Fit®. En este caso se utilizó un sistema de RVSI con lo que no se consigue los beneficios esperados gracias a las RVI.

C. Pazzaglia et al. (53) Realiza una comparación entre RVI y un tratamiento conservador en pacientes con Parkinson que sufren dificultades en la marcha. Un grupo de tratamiento convencional y el grupo de tratamiento con el sistema de RV NIRVANA®. El tratamiento dura 6 semanas con 3 días de intervención a la semana de 40 minutos. Las tareas demandadas son las que están diseñadas en el software de NIRVANA, estas tareas involucran la generalidad del cuerpo y son ejercicios sencillos de interacción con el entorno virtual. Los resultados muestran que el grupo intervención mejoró significativamente su puntuación en la DGI pasando de 18,7 a 20,2, pasando de riesgo alto de caídas a sin riesgo. Mientras que en el grupo de tratamiento convencional no encontró mejora en la marcha. También, en el grupo de VR había una mejora

en cuanto a la calidad de vida. Esto puede ser consecuencia de que no solo se demanda una actividad motora, sino que también se involucra la cognición y los diversos sistemas de equilibrio como puede ser el vestibular, además mediante la inmersión en un mundo virtual el paciente recibe un feedback visual y auditivo virtual, entonces hay una causa-efecto con los inputs y los outputs que recibe. Estos datos deberían ser ciertamente parecidos a los resultados esperados, ya que se utiliza un sistema inmersivo y una duración de intervención amplia para conseguir resultados.

Agnese Peruzzi et al.(54) Utiliza 25 pacientes con esclerosis múltiple con un nivel de discapacidad medio-moderado, al grupo control les hace andar en una cinta de correr y al otro lo mismo, pero con un sistema de RV inmersiva. En el grupo de RV encuentra una mejora significativa en las características de la marcha comparado con el grupo sin RV. La mejora puede ser debida a la introducción de obstáculos en la RV y la modificación de movimientos tanto en la vertical como en la horizontalidad. Esto puede ser comparable a los movimientos de baile que deberán realizar nuestros participantes, ya que la mayoría de pasos piden movimientos variados en todos los ejes.

Winter C. et al. (55) realizaron un estudio donde tenían 36 sujetos sanos y 14 con EM o ictus que participaron en tres condiciones experimentales diferentes, RV inmersiva, semi inmersiva y sin RV. Para sujetos sanos observamos que significativamente hay más motivación por la RVI, mientras que en el grupo de pacientes no hay diferencias. Tras utilizar cada sistema les hacen una batería de preguntas que deben puntuar de Muy malo a Muy bueno en una escala del 1 a 10. En sujetos sanos encontramos que hay una diferencia significativa a favor de la RVI en el interés, el esfuerzo, las competencias demandadas, la sensación y evasión de la realidad. También, les ha provocado mayor demanda mental y física. En contra, les ha provocado bastante mayor sensación de nauseas. Por otro lado, el grupo de pacientes, ha mostrado diferencias significativas en la percepción de estar en un mundo virtual, el realismo de la RVI, el esfuerzo mental y la demanda física. En cuanto a la velocidad de la marcha, en ambos grupos de personas, hay una diferencia significativa entre no RV, RVSI y RVI, siendo esta diferencia mayor entre las dos RV y la no RV. En definitiva, este artículo muestra que los resultados son mejores cuando se aplica RVI en pacientes con patologías neurológicas que afectan a la marcha como la EM y el ictus. Este estudio es el primero que se realiza comparando la RV inmersiva con al RV semiinmersiva, mostrando las ventajas y desventajas de ambas. Un punto positivo del estudio es que calibran las gafas de RV con la cinta de correr para que el paciente no tenga la sensación de que se mueve de forma diferente en la realidad comparado con el entorno virtual. Por otra parte, algo que limita este estudio es que todos los datos están medidos en la cinta de correr y no en el suelo, lo que podría modificar los valores reales de la marcha.

Aunque no hay mucha literatura científica que haya demostrado las diferencias entre los tipos de RV existente, vemos que la RVI tiene una mayor validez y encuentra mejores resultados en la marcha cuando se realiza una buena intervención. Los puntos positivos de esta intervención es

la motivación y adhesión de los pacientes hacia estas nuevas tecnologías. Al final lo que se busca es que el paciente reciba una respuesta a su acción y mediante el mundo virtual conseguimos que sea una respuesta real en la percepción del paciente.

8- LIMITACIONES Y FORTALEZAS

En este estudio podrían aparecer limitaciones y fortalezas que pudieran alterar los hallazgos por eso para evitar posibles sesgos se exponen a continuación.

Las limitaciones son:

- Situación física y mental del paciente durante la intervención (cansancio, miedo, mareos, fatiga)
- Mareo provocado por las gafas de RVI
- Posible sesgo de intervención por la imposibilidad de enmascarar a los pacientes.

Las fortalezas son:

- La afectividad de la RV en pacientes con patologías similares como Parkinson, Ictus, traumatismos craneoencefálicos, entre otras.
- Al actuar a nivel central no solo hay beneficios en la marcha y el equilibrio, también en el desarrollo cognitivo, en la motricidad global y en tareas específicas.
- Es una intervención no muy costosa, solo se necesita un Playstation con su sistema VR, no como algunos sistemas RV de rehabilitación como el CAREN.
- La implicación y motivación de los pacientes con este tipo de tratamientos con RV.
- Habido cegamiento tanto de los fisioterapeutas como de los evaluadores.
- Los grupos son similares a nivel basal, por la estratificación.
- Posibilidad de seguir el tratamiento a nivel domiciliario.

9- CONCLUSIÓN

La RMI con el uso de juegos de baile durante 6 meses permitirá que haya una mejora en el equilibrio y por ello en la marcha en pacientes con EM. Esto es debido a que la intervención se centra a nivel vestibular buscando una mejora tanto cognitiva como motora. Por último, este tratamiento permitirá aumentar la motivación y la adhesión de los pacientes al tratamiento fisioterapéutico y alcanzar una mejor calidad de vida.

Esto lleva a seguir investigando en el ámbito de la RVI como tratamiento a nivel vestibular para conseguir una mejora en la marcha en pacientes con EM. A parte, abre otras vías de investigación para probar el uso de RVI para la mejora de cualquier tipo de necesidad motora en pacientes neurológicos, como puede ser el uso de los miembros para tareas específicas. En definitiva, la RVI es un instrumento de intervención para mejorar la calidad de vida de nuestros pacientes.

10-BIBLIOGRAFÍA

1. Domínguez Moreno R, Morales Esponda M, Rossiere Echazarreta NL, Olan Triano R, Gutiérrez Morales JL. Esclerosis múltiple: revisión de la literatura médica. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*. 2012;55(5):26–35.
2. Bjornevik K, Cortese M, Healy BC, Kuhle J, Mina MJ, Leng Y, et al. Longitudinal analysis reveals high prevalence of Epstein-Barr virus associated with multiple sclerosis. *Science* (1979) [Internet]. 2022 Jan 21 [cited 2022 Apr 20];375(6578):296–301. Available from: <https://www.science.org/doi/full/10.1126/science.abj8222>
3. de Lorenzo-Pinto A, Rodríguez-González CG, Ais-Larigoitia A. Nuevos tratamientos para la esclerosis múltiple. *Medicina Clínica*. 2013 Jan 19;140(2):76–82.
4. Kurtzke JF. Epidemiology and etiology of multiple sclerosis. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 2005 May;16(2):327–49.
5. Máximo Bocanegra N. *Neurorrehabilitación en la Esclerosis Múltiple*. Ramón Areces. Editorial Universitaria Ramón Areces, editor. Madrid; 2007. 20–39 p.
6. Tao C, Simpson S, van der Mei I, Blizzard L, Havrdova E, Horakova D, et al. Higher latitude is significantly associated with an earlier age of disease onset in multiple sclerosis. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*. 2016 Dec 1;87(12):1343–9.
7. Number of people with MS | Atlas of MS [Internet]. [cited 2022 Apr 20]. Available from: <https://www.atlasofms.org/map/global/epidemiology/number-of-people-with-ms#about>
8. Martínez-Altarrriba MC, Ramos-Campoy O, Luna-Calcaño IM, Arrieta-Antón E. A review of multiple sclerosis (1). Presentation of a case. *Semergen*. 2015 Jul 1;41(5):261–5.
9. Hollenbach JA, Oksenberg JR. The immunogenetics of multiple sclerosis: A comprehensive review. *Journal of Autoimmunity*. 2015 Nov 1;64:13–25.
10. Dyment DA, Ebers GC, Sadovnick AD. Genetics of multiple sclerosis. *Lancet Neurology*. 2004 Feb 1;3(2):104–10.
11. Baranzini SE, Wang J, Gibson RA, Galwey N, Naegelin Y, Barkhof F, et al. Genome-wide association analysis of susceptibility and clinical phenotype in multiple sclerosis. *Hum Mol Genet* [Internet]. 2009 [cited 2022 Apr 20];18(4):767–78. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19010793/>
12. Compston A, Coles A. Multiple sclerosis. *The Lancet*. 2008;372(9648):1502–17.
13. Stokes M, Stack E. *Fisioterapia en la rehabilitación neurológica*. 3rd ed. Elsevier; 2013. 89–115 p.

14. McDonald WI, Compston A, Edan G, Goodkin D, Hartung HP, Lublin FD, et al. Recommended diagnostic criteria for multiple sclerosis: guidelines from the International Panel on the diagnosis of multiple sclerosis. *Ann Neurol* [Internet]. 2001 [cited 2022 Apr 26];50(1):121–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11456302/>
15. Lilia NO, Sergio SS. Esclerosis múltiple. *Rev Mex Neuroci*. 2007;8(1):57–66.
16. Ömerhoca S, Yazici Akkaş S, Kale Içen N. Multiple Sclerosis: Diagnosis and Differential Diagnosis. *Archives of Neuropsychiatry* [Internet]. 2018 Sep 1 [cited 2022 Apr 26];55(Suppl 1):S1. Available from: </pmc/articles/PMC6278620/>
17. Reich DS, Lucchinetti CF, Calabresi PA. Multiple Sclerosis. Longo DL, editor. *N Engl J Med* [Internet]. 2018 Jan 11 [cited 2022 Apr 26];378(2):169–80. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29320652/>
18. Barkhof F, Filippi M, Miller DH, Scheltens P, Campi A, Polman CH, et al. Comparison of MRI criteria at first presentation to predict conversion to clinically definite multiple sclerosis. *Brain* [Internet]. 1997 [cited 2022 Apr 26];120 (Pt 11)(11):2059–69. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9397021/>
19. Kesselring J, Beer S. Symptomatic therapy and neurorehabilitation in multiple sclerosis. *Lancet Neurol* [Internet]. 2005 Oct [cited 2022 Apr 26];4(10):643–52. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16168933/>
20. Fernández O, Fernández VE, Guerrero M. Tratamiento de la esclerosis múltiple. *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*. 2015 Apr 1;11(77):4622–33.
21. Feinstein A, Freeman J, Lo AC. Treatment of progressive multiple sclerosis: what works, what does not, and what is needed. *Lancet Neurol* [Internet]. 2015 [cited 2022 Apr 26];14(2):194–207. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25772898/>
22. Martin CL, Phillips BA, Kilpatrick TJ, Butzkueven H, Tubridy N, McDonald E, et al. Gait and balance impairment in early multiple sclerosis in the absence of clinical disability. *Mult Scler* [Internet]. 2006 [cited 2022 Apr 26];12(5):620–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17086909/>
23. Cameron MH, Wagner JM. Gait abnormalities in multiple sclerosis: pathogenesis, evaluation, and advances in treatment. *Curr Neurol Neurosci Rep* [Internet]. 2011 Oct [cited 2022 Apr 26];11(5):507–15. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21779953/>
24. Dieterich M, Brandt T. The bilateral central vestibular system: its pathways, functions, and disorders. *Ann N Y Acad Sci* [Internet]. 2015 Apr 1 [cited 2022 Apr 26];1343(1):10–26. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25581203/>

25. Previc FH. Intravestibular Balance and Motion Sickness. *Aerosp Med Hum Perform* [Internet]. 2018 Feb 1 [cited 2022 Apr 26];89(2):130–40. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29463358/>
26. Baydan M, Yigit O, Aksoy S. Does vestibular rehabilitation improve postural control of subjects with chronic subjective dizziness? *PLoS One* [Internet]. 2020 Sep 1 [cited 2022 Apr 26];15(9). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32877426/>
27. Alghadir AH, Iqbal ZA, Whitney SL. An update on vestibular physical therapy. *J Chin Med Assoc* [Internet]. 2013 Jan [cited 2022 Apr 26];76(1):1–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23331774/>
28. Keshner EA, Fung J. The quest to apply VR technology to rehabilitation: tribulations and treasures. *J Vestib Res* [Internet]. 2017 [cited 2022 Apr 26];27(1):1–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28387695/>
29. Steffen JH, Gaskin JE, Meservy TO, Jenkins JL, Wolman I. Framework of Affordances for Virtual Reality and Augmented Reality. <https://doi.org/10.1080/074212220191628877> [Internet]. 2019 Jul 3 [cited 2022 Apr 26];36(3):683–729. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07421222.2019.1628877>
30. Perez-Marcos D. Virtual reality experiences, embodiment, videogames and their dimensions in neurorehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [Internet]. 2018 Nov 26 [cited 2022 Apr 26];15(1). Available from: </pmc/articles/PMC6258149/>
31. Sherman WR, Craig AB. *Understanding Virtual Reality (Part III)*. Elsevier. 2018;4–58.
32. Lorusso ML, Travellini S, Giorgetti M, Negrini P, Reni G, Biffi E. Semi-Immersive Virtual Reality as a Tool to Improve Cognitive and Social Abilities in Preschool Children. *Applied Sciences* 2020, Vol 10, Page 2948 [Internet]. 2020 Apr 24 [cited 2022 Apr 26];10(8):2948. Available from: <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/8/2948/htm>
33. Aida J, Chau B, Dunn J. Immersive virtual reality in traumatic brain injury rehabilitation: A literature review. *NeuroRehabilitation* [Internet]. 2018 [cited 2022 Apr 26];42(4):441–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29660958/>
34. Matamala-Gomez M, Donegan T, Bottiroli S, Sandrini G, Sanchez-Vives M v., Tassorelli C. Immersive Virtual Reality and Virtual Embodiment for Pain Relief. *Front Hum Neurosci* [Internet]. 2019 Aug 21 [cited 2022 Apr 26];13. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31551731/>
35. Cooper N, Milella F, Pinto C, Cant I, White M, Meyer G. The effects of substitute multisensory feedback on task performance and the sense of presence in a virtual reality

- environment. PLOS ONE [Internet]. 2018 Feb 1 [cited 2022 Apr 26];13(2):e0191846. Available from: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0191846>
36. Maggio MG, Latella D, Maresca G, Sciarrone F, Manuli A, Naro A, et al. Virtual Reality and Cognitive Rehabilitation in People With Stroke: An Overview. *J Neurosci Nurs* [Internet]. 2019 Apr 1 [cited 2022 Apr 26];51(2):101–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30649091/>
 37. Gamito P, Oliveira J, Coelho C, Morais D, Lopes P, Pacheco J, et al. Cognitive training on stroke patients via virtual reality-based serious games. *Disabil Rehabil* [Internet]. 2017 Feb 13 [cited 2022 Apr 26];39(4):385–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25739412/>
 38. Chan AW, Tetzlaff JM, Altman DG, Laupacis A, Gøtzsche PC, Krle A-Jerić K, et al. Declaración SPIRIT 2013: definición de los elementos estándares del protocolo de un ensayo clínico. *Revista panamericana de salud publica = Pan American journal of public health* [Internet]. 2015 Dec 1 [cited 2022 Apr 26];38(6):506. Available from: </pmc/articles/PMC5114122/>
 39. Kurtzke JF. Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). *Neurology* [Internet]. 1983 [cited 2022 Apr 26];33(11):1444–52. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6685237/>
 40. Şen S. Neurostatus and EDSS Calculation with Cases. *Noro psikiyatri arsivi* [Internet]. 2018 Sep 1 [cited 2022 Apr 26];55(Suppl 1):S80–3. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30692863/>
 41. Shumway-Cook A, Taylor CS, Matsuda PN, Studer MT, Whetten BK. Expanding the scoring system for the Dynamic Gait Index. *Phys Ther* [Internet]. 2013 Nov [cited 2022 Apr 26];93(11):1493–506. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23813090/>
 42. Bennett SE, Bromley LE, Fisher NM, Tomita MR, Niewczyk P. Validity and Reliability of Four Clinical Gait Measures in Patients with Multiple Sclerosis. *International Journal of MS Care* [Internet]. 2017 [cited 2022 Apr 26];19(5):247. Available from: </pmc/articles/PMC5649348/>
 43. Vickrey BG, Hays RD, Harooni R, Myers LW, Ellison GW. A health-related quality of life measure for multiple sclerosis. *Qual Life Res* [Internet]. 1995 Jun [cited 2022 Apr 26];4(3):187–206. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7613530/>

44. Adaptación al español del cuestionario específico MSQOL-54 para pacientes con esclerosis múltiple [Neurol.2006]-Medes [Internet]. [cited 2022 Apr 26]. Available from: <https://medes.com/publication/23651>
45. Webster KE, Wittwer JE, Feller JA. Validity of the GAITRite® walkway system for the measurement of averaged and individual step parameters of gait. *Gait and Posture*. 2005 Dec;22(4):317–21.
46. Hochsprung A, Heredia-Camacho B, Castillo M, Izquierdo G, Escudero-Urbe S. Clinical validity of the quantitative gait variables in patients with multiple sclerosis. A comparison of the Timed 25-foot Walk Test and the GAITRite® Electronic Walkway system. *Revista de Neurologia*. 2014;59(1):8–12.
47. Sosnoff JJ, Weikert M, Dlugonski D, Smith DC, Motl RW. Quantifying gait impairment in multiple sclerosis using GAITRite™ technology. *Gait and Posture*. 2011 May;34(1):145–7.
48. Just Dance® 2022 PS4 [Internet]. [cited 2022 Apr 26]. Available from: https://store.playstation.com/es-es/product/EP0001-CUSA27801_00-JD2022PS4SIEE000
49. PlayStation VR | Vive el juego con PS VR | PlayStation [Internet]. [cited 2022 Apr 26]. Available from: <https://www.playstation.com/es-es/ps-vr/>
50. Forsberg A, Andreasson M, Nilsagård YE. Validity of the dynamic gait index in people with multiple sclerosis. *Phys Ther* [Internet]. 2013 Oct [cited 2022 Apr 27];93(10):1369–76. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23641026/>
51. Nilsagård YE, Forsberg AS, von Koch L. Balance exercise for persons with multiple sclerosis using Wii games: a randomised, controlled multi-centre study. *Mult Scler* [Internet]. 2013 Feb 6 [cited 2022 May 3];19(2):209–16. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22674972>
52. Robinson J, Dixon J, Macsween A, van Schaik P, Martin D. The effects of exergaming on balance, gait, technology acceptance and flow experience in people with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation* [Internet]. 2015 Apr 17 [cited 2022 May 3];7(1). Available from: </pmc/articles/PMC4427959/>
53. Pazzaglia C, Imbimbo I, Tranchita E, Minganti C, Ricciardi D, Io Monaco R, et al. Comparison of virtual reality rehabilitation and conventional rehabilitation in Parkinson's disease: a randomised controlled trial. *Physiotherapy (United Kingdom)*. 2020 Mar 1;106:36–42.
54. Peruzzi A, Zarbo IR, Cereatti A, della Croce U, Mirelman A. An innovative training program based on virtual reality and treadmill: effects on gait of persons with multiple sclerosis. *Disability and Rehabilitation*. 2017 Jul 17;39(15):1557–63.

55. Winter C, Kern F, Gall D, Latoschik ME, Pauli P, Käthner I. Immersive virtual reality during gait rehabilitation increases walking speed and motivation: a usability evaluation with healthy participants and patients with multiple sclerosis and stroke. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [Internet]. 2021 Dec 1 [cited 2022 May 3];18(1). Available from: [/pmc/articles/PMC8061882/](#)
56. Escala EDSS | ... y yo con estos nervios [Internet]. [cited 2022 May 3]. Available from: <https://yyoconestosnervios.wordpress.com/2017/04/19/escala-edss/>
57. Kurtzke JF. Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). *Neurology* [Internet]. 1983 [cited 2022 Apr 26];33(11):1444–52. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6685237/>
58. Meyer-Moock S, Feng YS, Maeurer M, Dippel FW, Kohlmann T. Systematic literature review and validity evaluation of the Expanded Disability Status Scale (EDSS) and the Multiple Sclerosis Functional Composite (MSFC) in patients with multiple sclerosis. *BMC Neurol* [Internet]. 2014 Mar 25 [cited 2022 Apr 26];14(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24666846/>
59. Irene Checa Esquiva, Cristina Monleón García, María del Mar Alagarda Herrero, Marta García Garay, Emma Miñana Esparza, Miguel Ángel Parra González. *Baile Deportivo: Entrenamiento Multidisciplinar para el Alto Rendimiento* eBook: Checa Esquiva, Irene, Monleón García, Cristina, Alagarda Herrero, María del Mar, García Garay, Marta, Miñana Esparza, Emma, Parra González, Miguel Ángel: Amazon.es: Tienda Kindle. Wanceulen Editorial; 2018. 26–37 p.

11-ANEXOS

Anexo 1: Consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Para satisfacción de los Derechos del Paciente, como instrumento favorecedor del correcto uso de los Procedimientos Diagnósticos y Terapéuticos, y en cumplimiento de la Ley General de Sanidad:

Yo, D/Dña. _____,
como paciente/voluntario, en pleno uso de mis facultades, libre y voluntariamente,

EXPONGO: que he sido debidamente INFORMADO/A por
D/Dña. _____,
en entrevista personal realizada el día ____ de _____ de _____, de que entró a formar parte de un proyecto clínico.

Descripción y objetivo:

El objetivo de este estudio es mostrar la eficacia del tratamiento mediante realidad virtual inmersiva en pacientes con Esclerosis Múltiple.

Al aceptar participar en este estudio:

- La participación es voluntaria y existe la posibilidad de abandonar el estudio.
- Aceptas los criterios de inclusión y exclusión descritos en el protocolo.
- Aceptas la recopilación de información mediante las escalas "Dynamic Gait Index", "MSQoI-50" y el dispositivo GAITRite.
- Aceptas someterte a uno de los dos tratamientos descritos en este protocolo durante 6 meses.
- Aceptas el entrenamiento sobre dispositivos tecnológicos de realidad virtual y su posterior uso.
- En caso de querer abandonar el estudio, deberás ponerte en contacto con el responsable del estudio.

MANIFIESTO: que he entendido y estoy satisfecho de todas las explicaciones y aclaraciones recibidas sobre el proceso médico citado. Y OTORGO MI CONSENTIMIENTO para que me sea realizado este estudio titulado "PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN: Comprobar la eficacia de la realidad virtual inmersiva comparada con la realidad virtual semiinmersiva en el equilibrio y la marcha en pacientes con esclerosis múltiple." por parte de los investigadores de este proyecto de investigación.

De acuerdo con el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016 de Protección de Datos (RGPD), el participante y/o sus padres o tutores legales quedan informados de que el responsable del tratamiento de sus datos personales será FUNDACION UNIVERSIDAD SAN JORGE.

Todos los datos personales, incluidos los clínicos, serán tratados por el equipo investigador conforme a las leyes en vigor en la materia, especialmente el RGPD, únicamente con fines estadísticos, científicos y de investigación, para extraer conclusiones del proyecto en el que participa.

Los datos recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código de manera que no se pueda identificar a los participantes y su identidad no será revelada de ninguna manera excepto en los casos legalmente previstos. Cualquier publicación de los resultados de la investigación, estadísticos o científicos, reflejará únicamente datos disociados que impidan la identificación de los participantes en el estudio.

Como participante en el estudio puede ejercitar sus derechos de acceso, modificación, oposición, cancelación, limitación del tratamiento y portabilidad, dirigiéndose al Delegado de Protección de Datos de la Universidad adjuntando a su solicitud de ejercicio de derechos una fotocopia de su DNI o equivalente al domicilio social de USJ sito en Autovía A-23 Zaragoza- Huesca, km. 299, 50830- Villanueva de Gállego (Zaragoza), o la dirección de correo electrónico privacidad@usj.es. Asimismo, tiene derecho a dirigirse a la Agencia Española de Protección de Datos en caso de no ver correctamente atendido el ejercicio de sus derechos.

El participante podrá retirarse del estudio en cualquier momento comunicándose al investigador principal, si bien queda informado de que sus datos no podrán ser eliminados para garantizar la validez de la investigación y garantizar el cumplimiento de los deberes legales del Responsable.

Igualmente queda informado de que los resultados del presente proyecto podrán ser usados en el futuro en otros proyectos de investigación relacionados con el campo de estudio objeto del presente, así como que tiene derecho a ser informado sobre los resultados del estudio en el caso de que así lo solicite.

Y, para que así conste, firmo el presente documento

Villanueva de Gállego, a ____ de _____ de _____

Firma del paciente y nº DNI Firma del investigador y nº DNI

Anexo 2: Dynamic Gait Index(41)

Cada prueba se puntúa entre 0 (incapacidad) y 3 (sin dificultad), pudiendo obtener un máximo de 24 puntos. Cuanto más baja sea la puntuación, mayor riesgo de caída. Una puntuación por debajo de 19 puntos significa, riesgo alto de caídas.

Dynamic Gait Index

Description:

Developed to assess the likelihood of falling in older adults. Designed to test eight facets of gait.

Equipment needed: Box (Shoebox), Cones (2), Stairs, 20' walkway, 15" wide

Completion:

Time: 15 minutes

Scoring: A four-point ordinal scale, ranging from 0-3. "0" indicates the lowest level of function and "3" the highest level of function.

Total Score = 24

Interpretation: $\leq 19/24$ = predictive of falls in the elderly
 $> 22/24$ = safe ambulators

1. Gait level surface _____

Instructions: Walk at your normal speed from here to the next mark (20')

Grading: Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Walks 20', no assistive devices, good speed, no evidence for imbalance, normal gait pattern
- (2) Mild Impairment: Walks 20', uses assistive devices, slower speed, mild gait deviations.
- (1) Moderate Impairment: Walks 20', slow speed, abnormal gait pattern, evidence for imbalance.
- (0) Severe Impairment: Cannot walk 20' without assistance, severe gait deviations or imbalance.

2. Change in gait speed _____

Instructions: Begin walking at your normal pace (for 5'), when I tell you "go," walk as fast as you can (for 5'). When I tell you "slow," walk as slowly as you can (for 5').

Grading: Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Able to smoothly change walking speed without loss of balance or gait deviation. Shows a significant difference in walking speeds between normal, fast and slow speeds.
- (2) Mild Impairment: Is able to change speed but demonstrates mild gait deviations, or not gait deviations but unable to achieve a significant change in velocity, or uses an assistive device.
- (1) Moderate Impairment: Makes only minor adjustments to walking speed, or accomplishes a change in speed with significant gait deviations, or changes speed but has significant gait deviations, or changes speed but loses balance but is able to recover and continue walking.
- (0) Severe Impairment: Cannot change speeds, or loses balance and has to reach for wall or be caught.

3. Gait with horizontal head turns _____

Instructions: Begin walking at your normal pace. When I tell you to "look right," keep walking straight, but turn your head to the right. Keep looking to the right until I tell you, "look left," then keep walking straight and turn your head to the left. Keep your head to the left until I tell you "look straight," then keep walking straight, but return your head to the center.

Grading: Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Performs head turns smoothly with no change in gait.
- (2) Mild Impairment: Performs head turns smoothly with slight change in gait velocity, i.e., minor disruption to smooth gait path or uses walking aid.
- (1) Moderate Impairment: Performs head turns with moderate change in gait velocity, slows down, staggers but recovers, can continue to walk.
- (0) Severe Impairment: Performs task with severe disruption of gait, i.e., staggers outside 15" path, loses balance, stops, reaches for wall.

4. Gait with vertical head turns _____

Instructions: Begin walking at your normal pace. When I tell you to “look up,” keep walking straight, but tip your head up. Keep looking up until I tell you, “look down,” then keep walking straight and tip your head down. Keep your head down until I tell you “look straight,” then keep walking straight, but return your head to the center.

Grading: Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Performs head turns smoothly with no change in gait.
- (2) Mild Impairment: Performs head turns smoothly with slight change in gait velocity, i.e., minor disruption to smooth gait path or uses walking aid.
- (1) Moderate Impairment: Performs head turns with moderate change in gait velocity, slows down, staggers but recovers, can continue to walk.
- (0) Severe Impairment: Performs task with severe disruption of gait, i.e., staggers outside 15” path, loses balance, stops, reaches for wall.

5. Gait and pivot turn _____

Instructions: Begin walking at your normal pace. When I tell you, “turn and stop,” turn as quickly as you can to face the opposite direction and stop.

Grading: Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Pivot turns safely within 3 seconds and stops quickly with no loss of balance.
- (2) Mild Impairment: Pivot turns safely in > 3 seconds and stops with no loss of balance.
- (1) Moderate Impairment: Turns slowly, requires verbal cueing, requires several small steps to catch balance following turn and stop.
- (0) Severe Impairment: Cannot turn safely, requires assistance to turn and stop.

6. Step over obstacle _____

Instructions: Begin walking at your normal speed. When you come to the shoebox, step over it, not around it, and keep walking.

Grading: Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Is able to step over the box without changing gait speed, no evidence of imbalance.
- (2) Mild Impairment: Is able to step over box, but must slow down and adjust steps to clear box safely.
- (1) Moderate Impairment: Is able to step over box but must stop, then step over. May require verbal cueing.
- (0) Severe Impairment: Cannot perform without assistance.

7. Step around obstacles _____

Instructions: Begin walking at normal speed. When you come to the first cone (about 6’ away), walk around the right side of it. When you come to the second cone (6’ past first cone), walk around it to the left.

Grading: Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Is able to walk around cones safely without changing gait speed; no evidence of imbalance.
- (2) Mild Impairment: Is able to step around both cones, but must slow down and adjust steps to clear cones.
- (1) Moderate Impairment: Is able to clear cones but must significantly slow, speed to accomplish task, or requires verbal cueing.
- (0) Severe Impairment: Unable to clear cones, walks into one or both cones, or requires physical assistance.

8. Steps _____

Instructions: Walk up these stairs as you would at home, i.e., using the railing if necessary. At the top, turn around and walk down.

Grading: Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Alternating feet, no rail.
- (2) Mild Impairment: Alternating feet, must use rail.
- (1) Moderate Impairment: Two feet to a stair, must use rail.
- (0) Severe Impairment: Cannot do safely.

TOTAL SCORE: ____ / 24

Anexo 3: Cuestionario de calidad de vida para esclerosis múltiple MSQol-54 (43,44)

Se representa de 0 a 100 puntos en total. A mayor puntuación final, mejor calidad de vida en relación a la esclerosis múltiple.

Se van a realizar preguntas sobre la salud y sus actividades cotidianas. Responde a cada pregunta marcando con un círculo el numero adecuado.

Si no sabe responder a una pregunta, dé la mejor respuesta posible y escriba un comentario en el margen.

No dude en pedir ayuda si necesita leer o marcar el formulario

1. *En general, ¿diría que su salud es:*

Excelente 1 Muy buena 2 Buena 3 Regular 4 Mala 5

2. *En comparación con hace un año, ¿cómo calificaría su salud en general ahora?*

Mucho mejor ahora que hace un año 1 Algo mejor ahora que hace un año 2

Más o menos igual 3 Algo peor ahora que hace un año..... 4

Mucho peor ahora que hace un año 5

3 – 12. *Las siguientes preguntas se refieren a las actividades que podrías realizar durante un día. ¿Su salud le limita en estas actividades? Si es así, ¿en qué medida?*

	Si, me limita mucho	Si, me limita un poco	No, no me limita en absoluto
3. <u>Actividades enérgicas</u> , por ej., correr, levantar objetos pesados o participar en deportes extenuantes	1	2	3
4. <u>Actividades moderadas</u> (por ej., mover una mesa, pasar la aspiradora, jugar a los bolos o al golf...)	1	2	3
5. Coger o llevar la bolsa de la compra	1	2	3
6. Subir <u>varios</u> tramos de escaleras	1	2	3
7. Subir <u>un</u> tramo de escaleras	1	2	3
8. Inclinarsse, arrodillarse o agacharse	1	2	3
9. Caminar <u>más de un kilómetro</u>	1	2	3
10. Caminar <u>varios cientos de metros</u>	1	2	3
11. Caminar <u>cien metros</u>	1	2	3
12. Asearse y vestirse	1	2	3

13 – 16. *Durante el último mes, ¿ha experimentado alguno de los siguientes problemas en el trabajo o en otras actividades diarias debido a problema en salud física?*

	SI	NO
13. Ha reducido el <u>número de horas</u> que podía dedicar al trabajo o a otras actividades	1	2
14. <u>Ha realizado menos</u> de lo que hubiera querido hacer	1	2
15. Ha estado limitado en el <u>tipo</u> de trabajo u otras actividades	1	2
16. Ha tenido <u>dificultad</u> para llevar a cabo el trabajo u otras actividades (por ej., le costó un mayor esfuerzo)	1	2

17-19. Durante el último mes, ¿ha experimentado alguno de los siguientes problemas en el trabajo o en otras actividades diarias debido a su problema emocional?

	SI	NO
17. Ha reducido el <u>número de horas</u> que podía dedicar al trabajo o a otras actividades	1	2
18. <u>Ha realizado menos</u> de lo que hubiera querido hacer	1	2
19. No ha trabajado ni ha hecho otras actividades <u>con el</u> cuidado habitual	1	2

20. Durante el último mes, ¿hasta qué punto su salud física o sus problemas emocionales han interferido en sus actividades sociales normales con la familia, los amigos vecinos o grupos?

En absoluto 1 Ligeramente 2 Moderadamente 3
Bastante 4 Extremadamente 5

DOLOR

21. ¿Cuántos dolores corporales ha tenido durante las últimas 4 semanas?

Ninguno 1 Muy leve 2 Leve 3
Moderado 4 Grave.....5 Muy grave.....6

22. Durante las últimas 4 semanas, ¿en qué medida ha interferido el dolor en su trabajo normal (incluyendo tanto el trabajo fuera de casa como las tareas domésticas)?

En absoluto 1 Un poco 2 Moderadamente 3
Bastante 4 Extremadamente 5

23-32. Estas preguntas se refieren a cómo se siente y cómo le han ido las cosas durante las últimas 4 semanas. Para cada pregunta, por favor, dé la respuesta que más se acerque que más se acerque a cómo se ha sentido. ¿Cuánto tiempo durante el último mes...

	Siempre	Muchas veces	Bastantes veces	A veces	Pocas veces	Nunca
23. ...se ha sentido lleno de vitalidad?	1	2	3	4	5	6
24. ...ha estado muy nervioso?	1	2	3	4	5	6
25. ...se ha sentido tan bajo de moral que nada podía animarle?	1	2	3	4	5	6
26. ...se ha sentido calmado y tranquilo?	1	2	3	4	5	6
27. ...ha tenido mucha energía?	1	2	3	4	5	6

28. ...se ha sentido desanimado y triste?	1	2	3	4	5	6
29. ...se ha sentido agotado?	1	2	3	4	5	6
30. ...se ha sentido feliz?	1	2	3	4	5	6
31. ...se ha sentido cansado?	1	2	3	4	5	6
32. ...se ha sentido descansado al despertarse por la mañana?	1	2	3	4	5	6

33. Durante el último mes, ¿en qué medida su salud física o sus problemas de salud física o problemas emocionales han interferido con sus actividades sociales (como visitas a amigos, familiares, etc.)?

Todo el tiempo1 La mayor parte del tiempo 2 Algo de tiempo 3

Un poco de tiempo 4 Nada de tiempo 5

SALUD EN GENERAL

34-37. ¿Hasta qué punto es cierto o falso lo siguiente para usted?

	Completa- mente cierto	En gran parte cierto	No estoy seguro	En gran parte falso	Completa- mente falso
34. Parece que enfermo con más facilidad que otras personas	1	2	3	4	5
35. Estoy igual de sano que las personas que conozco	1	2	3	4	5
36. Preveo que mi salud va a empeorar	1	2	3	4	5
37. Mi salud es excelente	1	2	3	4	5

ANSIEDAD POR LA SALUD

38-41. *¿Cuánto tiempo durante el último mes...*

	Siempre	Muchas veces	Bastantes veces	A veces	Pocas veces	Nunca
38. ...le han desanimado sus problemas de salud?	1	2	3	4	5	6
39. ...se ha sentido frustrado por su salud?	1	2	3	4	5	6
40. ...ha sido la salud una preocupación en su vida?	1	2	3	4	5	6
41. ...se ha sentido abrumado por sus problemas de salud?	1	2	3	4	5	6

FUNCIÓN COGNITIVA

42-45. *¿Cuánto tiempo durante el último mes...*

	Siempre	Muchas veces	Bastantes veces	A veces	Pocas veces	Nunca
42. ...ha tenido dificultades para concentrarse y pensar?	1	2	3	4	5	6
43. ...le ha costado centrar la atención en una actividad durante bastante tiempo?	1	2	3	4	5	6
44. ...ha tenido problemas de memoria?	1	2	3	4	5	6
45. ...han notado otras personas, como familiares o amigos, que tiene problemas de memoria o concentración?	1	2	3	4	5	6

FUNCIÓN SEXUAL

46-49. La siguiente serie de preguntas es sobre su función sexual y su satisfacción con su función sexual. Por favor, responda con la mayor precisión posible sobre su función durante las últimas 4 semanas solamente. En el último mes, ¿cuál ha sido el problema de cada uno de los siguientes aspectos?

HOMBRES	Nada problemático	Un poco problemático	Bastante problemático	Muy problemático
46. Falta de interés sexual	1	2	3	4
47. Dificultad para lograr o mantener una erección	1	2	3	4
48. Dificultad para tener un orgasmo	1	2	3	4
49. Capacidad para satisfacer a su pareja sexual	1	2	3	4

MUJERES	Nada problemático	Un poco problemático	Bastante problemático	Muy problemático
46. Falta de interés sexual	1	2	3	4
47. Lubricación inadecuada	1	2	3	4
48. Dificultad para tener un orgasmo	1	2	3	4
49. Capacidad para satisfacer a su pareja sexual	1	2	3	4

50. En general, ¿cuál es su grado de satisfacción con su función sexual durante las últimas 4 semanas?

Muy satisfecho 1 Algo satisfecho 2 Ni satisfecho ni insatisfecho3
Algo insatisfecho 4 Muy insatisfecho 5

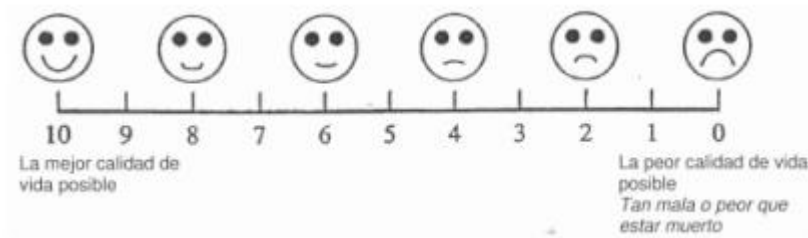
51. Durante las últimas 4 semanas, ¿hasta qué punto los problemas de la función intestinal o de la vejiga interferido con sus actividades sociales normales con la familia, amigos, vecinos o grupos?

En absoluto 1 Ligeramente 2 Moderadamente 3
Bastante 4 Extremadamente 5

52. Durante las últimas 4 semanas, ¿en qué medida ha interferido el dolor en su disfrute de la vida?

En absoluto 1 Ligeramente 2 Moderadamente 3
Bastante 4 Extremadamente 5

53. En general, como valoraría su calidad de vida...



54. ¿Cuál es la que mejor describe cómo te sientes con respecto a tu vida en general?

Terrible 1 Infeliz 2 Mayormente insatisfecho 3

Mixto - aproximadamente a partes iguales satisfechos e insatisfechos 4

Mayoritariamente satisfecho 5 Satisfecho 6 Encantado 7

Anexo 4: Escala de discapacidad EDSS (56–58)

Tenemos una escala de 0 a 10 que se incrementa de 0,5. A cuanto mayor es el resultado, mayor es el nivel de discapacidad. La puntuación se basa en medidas de dificultad de ocho sistemas: piramidal, cerebelar, bulbo raquídeo, función intestinal y vesical, función visual, función cerebral y otras.

Puntuación entre 1 y 4.5, son personas que pueden caminar sin ayudas. Puntuaciones entre 5 y 9.5 necesitan ayuda para la marcha e incluso incapacidad para esta. Una puntuación de 10 es fallecimiento del paciente.

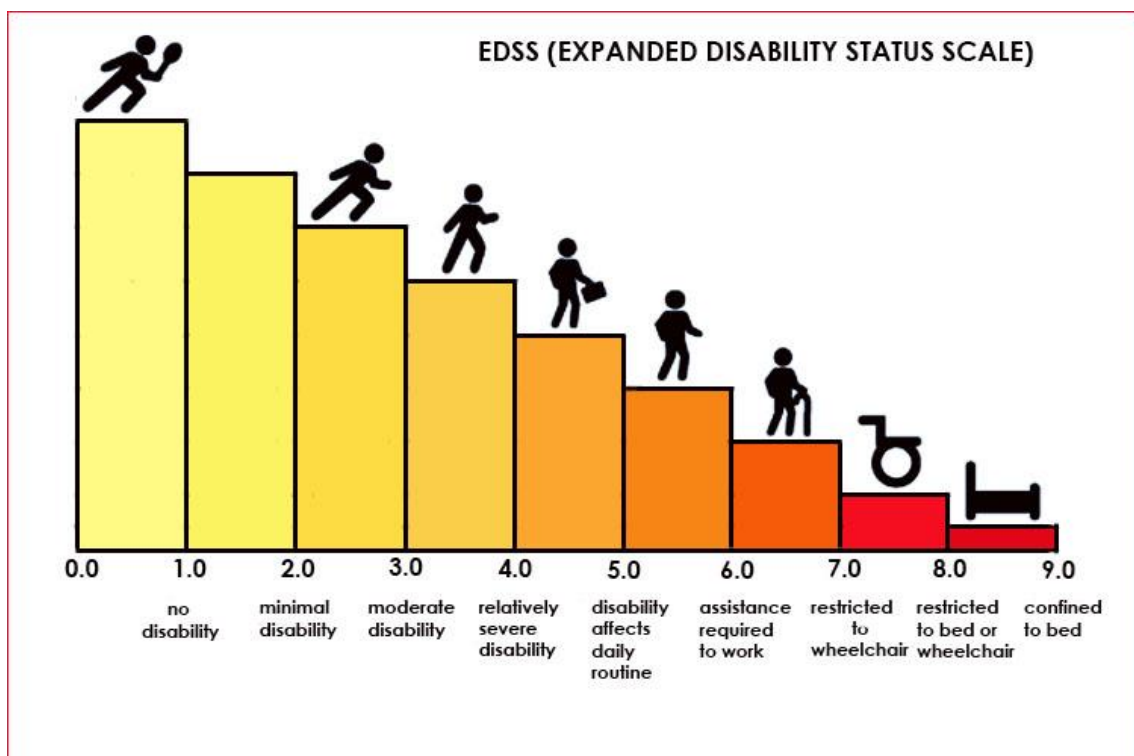


Tabla 6. Expanded Disability Status Scale de Kurtzke (EDSS)	
<p>Función piramidal</p> <p>0. Normal. 1. Presencia únicamente de signos sin afectación funcional. 2. Mínima paresia. 3. Paresia o hemiparesia moderada. Monoparesia grave. 4. Marcada paresia. Monoplejía, tetraparesia moderada. 5. Paraplejía, hemiplejía o marcada tetraparesia. 6. Tetraplejía</p>	<p>Función cerebelosa</p> <p>0. Normal. 1. Presencia únicamente de signos sin afectación funcional. 2. Ataxia leve. 3. Ataxia moderada de tronco o extremidades. 4. Ataxia grave de las cuatro extremidades. 5. Incapacidad de realizar movimientos coordinados. X Desconocido o no valorable por afectación piramidal.</p>
<p>Función de tronco cerebral</p> <p>0. Normal. 1. Presencia únicamente de signos sin afectación funcional. 2. Nistagmo moderado u otra afectación leve de los cuales el paciente es consciente. 3. Nistagmo intenso, paresia extraocular, afectación moderada de otro par craneal. 4. Disartría, disfagia u otra alteración marcada. 5. Anartría o incapacidad de tragar.</p>	<p>Función mental</p> <p>0. Normal. 1. Alteración del humor (no afecta al EDSS). 2. Leve afectación en funciones superiores 3. Moderada afectación de funciones superiores. 4. Síndrome cerebral orgánico moderado o disminución mental marcada. 5. Demencia o síndrome cerebral orgánico crónico grave.</p>
<p>Función sensitiva</p> <p>0. Normal. 1. Disminución de la sensibilidad vibratoria leve en una o dos extremidades. 2. Disminución leve de la sensibilidad táctil o algésica o artrocinética, o moderada de la vibratoria en dos extremidades, o leve de la vibratoria en tres o cuatro extremidades 3. Disminución moderada de la sensibilidad táctil, algésica o artrocinética, o pérdida de la sensibilidad vibratoria en 1-2 extremidades, o disminución moderada de la vibratoria en 3-4 extremidades, o disminución ligera de la tactoalgésica en 3-4 extremidades. 4. Disminución marcada de la sensibilidad táctil, algésica o pérdida de la artrocinética en 1-2 extremidades, o moderada pérdida de sensibilidad artrocinética táctil o algésica, en 3-4 extremidades. 5. Pérdida de la sensibilidad en uno o más miembros, o disminución moderada de las sensibilidades por debajo de la cabeza. 6. Sensibilidad perdida por debajo de la cabeza.</p>	
<p>Función visual</p> <p>0. Normal. 1. Escotoma con agudeza visual mejor de 20/30 2. Agudeza visual entre 20/30 y 20/59 o escotoma importante 3. Gran escotoma o afectación moderada de campos visuales, pero con agudeza entre 20/60 y 20/99. 4. Afectación grave de campos visuales o agudeza visual entre 20/100 y 20/200, o grado 3 con agudeza del ojo mejor menor de 20/60. 5. Agudeza visual máxima menor de 20/200 o grado 4 con ojo mejor con agudeza menor de 20/60 6. Grado 5 con agudeza visual del ojo mejor menor de 20/60.</p>	<p>Función intestinal y vesical</p> <p>1. Ligera disfunción (urgencia o retención) urinaria. 2. Moderada urgencia o retención o escasa incontinencia urinaria. 3. Frecuente incontinencia. 4. Precisa sondaje urinario. 5. Pérdida de la función vesical. 6. Pérdida de la función vesical e intestinal.</p>

Anexo 5: Tabla detallada de temas del juego JUST DANCE 2022

Esta tabla está diseñada con las canciones que entran en la versión básica del juego de JUST DANCE 2022®. Esta tabla será la referencia que se utilizará para seleccionar las canciones de cada una de las fases de intervención. La canción que este incluida en la dificultad demandada podrá ser seleccionada libremente por cada participante.

Las canciones están divididas en Dificultad e Intensidad, dependiendo de su nivel de complicación por los movimientos demandados y de la intensidad física demandada.



CANCIÓN	ARTISTA	MODO	DIFICULTAD	INTENSIDAD
Judas	Lady Gaga	Solo	NORMAL	BAJA
Poster Girl	Zara Larsson	Solo	NORMAL	BAJA
Human	Sevdaliza	Solo	DIFÍCIL	BAJA
Baianá	Bakermat	Solo	FÁCIL	MODERADA
Build A B***	Bella Poarch	Solo	FÁCIL	MODERADA
Chacarrón	El Chombo	Solo	FÁCIL	MODERADA
I'm Outta Love	Anastacia	Solo	FÁCIL	MODERADA
Levitating	Dua Lipa	Solo	FÁCIL	MODERADA
Mr. Blue Sky	The Sunlight Shakers	Solo	FÁCIL	MODERADA
Boss Witch	Skarlett Klaw	Solo	NORMAL	MODERADA
Chandelier	Sia	Solo	NORMAL	MODERADA
Freed from Desire	Gala	Solo	NORMAL	MODERADA
Happier Than Ever	Billie Eilish	Solo	NORMAL	MODERADA
Last Friday Night	Katy Perry	Solo	NORMAL	MODERADA
Nails, Hair, Hips, Heels	Todrick Hall	Solo	NORMAL	MODERADA

CANCIÓN	ARTISTA	MODO	DIFICULTAD	INTENSIDAD
Rock Your Body	Justin Timberlake	Solo	NORMAL	MODERADA
Think About Things	Daoi Freyr	Solo	NORMAL	MODERADA
You Make Me Feel	Sylvester	Solo	NORMAL	MODERADA
Girl Like Me	Black Eyed Peas x Shakira	Solo	DIFÍCIL	MODERADA
Sua Cara	Major Lazer ft. Anitta & Pabllo Vittar	Solo	FÁCIL	INTENSA
You Can Dance	Chilly Gonzalez	Solo	FÁCIL	INTENSA
Smalltown Boy	Bronski Beat	Solo	NORMAL	INTENSA

Anexo 6: Ejercicios de Calentamiento previos a la intervención (59)

Utilizaremos este calentamiento para aumentar las pulsaciones y calentar las estructuras implicadas durante la intervención.

TIEMPO	EJERCICIO
MIN 1 45 segundos activos – 15 segundos descanso	Trote en el lugar con rodillas arriba, en la medida de lo posible.
MIN 2 45 segundos activos – 15 segundos descanso	Movilización en círculos de los brazos, en forma de molino
MIN 3 45 segundos activos – 15 segundos descanso	Rotaciones de columna vertebral, girando el torso de un lado al otro
MIN 4- MIN 5 45 segundos activos – 15 segundos descanso – 45 segundos activos – 15 segundos descanso	Sentadillas

MIN 6 45 segundos activos – 15 segundos descanso	Movilización activa de flexión dorsal a flexión plantar de tobillos
MIN 7 45 segundos activos – 15 segundos descanso	Estiramiento balístico de cuádriceps e isquiotibiales
MIN 8 45 segundos activos – 15 segundos descanso	Estiramientos balísticos abductores
MIN 9 - MIN 10	DESCANSO