



**Universitat**  
de les Illes Balears

## **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

# **EFFECTOS DE LA REALIDAD VIRTUAL SOBRE LA MEJORA DEL EQUILIBRIO EN PERSONAS CON ESCLEROSIS MÚLTIPLE**

**Ainhoa Echevarrena Mut**

**Grado de Fisioterapia**

**Facultad de Enfermería y Fisioterapia**

**Año Académico 2021-22**

# **EFECTOS DE LA REALIDAD VIRTUAL SOBRE LA MEJORA DEL EQUILIBRIO EN PERSONAS CON ESCLEROSIS MÚLTIPLE**

**Ainhoa Echevarrena Mut**

**Trabajo de Fin de Grado**

**Facultad de Enfermería y Fisioterapia**

**Universidad de las Illes Balears**

**Año Académico 2021-22**

Palabras clave del trabajo: Multiple sclerosis, balance, virtual reality, robotics

*Nombre de la tutora: Iosune Salinas Bueno*

Se autoriza la Universidad a incluir este trabajo en el Repositorio Institucional para su consulta en acceso abierto y difusión en línea, con fines exclusivamente académicos y de investigación

Autor		Tutor	
Sí	No	Sí	No
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## RESUMEN

**Introducción:** la esclerosis múltiple es una enfermedad discapacitante, con un gran impacto sobre el equilibrio. El tratamiento mediante realidad virtual (RV) podría ser una opción innovadora gracias a sus ventajas: la participación activa, la práctica repetitiva, el feedback y la motivación.

**Objetivo:** Determinar la efectividad de la realidad virtual comparado con el tratamiento habitual en relación con la mejora del equilibrio en personas con esclerosis múltiple.

**Metodología:** se realizó una búsqueda bibliográfica en Pubmed, Cochrane, Pedro, Scopus y WOS y se eligieron y analizaron un total de 18 estudios controlados aleatorizados (ECA) y Estudios piloto.

**Resultados:** se incluyeron 18 ECAs y Estudios piloto de los últimos 10 años que comparasen la efectividad de la RV y el tratamiento convencional y/o la no intervención sobre la mejora del equilibrio en personas con esclerosis múltiple. La RV parece ser superior en cuanto a efectividad y mantenimiento de los efectos, aparte de tener una gran cantidad de ventajas y efectos sobre otros factores y síntomas relacionados con la esclerosis múltiple.

**Conclusión:** El tratamiento mediante RV es igual o incluso mejor para la mejora del equilibrio en pacientes con esclerosis múltiple que el tratamiento convencional; y ambos siempre serán mejor que la no intervención.

## ÍNDICE

- Introducción.....	5-6
- Objetivos.....	7
- Metodología.....	7-9
• Criterios de selección.....	7-8
• Artículos seleccionados.....	8
○ Figura 1.....	8
• Extracción de datos.....	8-9
• Evaluación de la calidad metodológica.....	9
○ Tablas 1 y 2.....	9
- Resultados.....	10-17
• Calidad metodológica.....	10
• Características de los/las participantes.....	10-11
• Características de las intervenciones.....	11-12
• Valoraciones.....	12
• Efectividad sobre el equilibrio.....	13-15
• Tabla 3.....	15-17
• Efectos adversos.....	17
- Discusión.....	17-20
- Conclusiones.....	20
- Anexos.....	24-27
• Anexo 2: Escala PEDro.....	24
• Anexo 3: Clasificación de los niveles de evidencia de Oxford (OCEBM).....	25-26
• Anexo 3: Expanded Disability Status Scale (EDSS).....	26-27

## INTRODUCCIÓN

La esclerosis múltiple (EM) es una enfermedad crónica del sistema nervioso central (SNC) que se caracteriza por la existencia de inflamación, desmielinización, cicatrización glial y daño neuroaxonal, produciendo grados variables de lesión neurológica persistente. Tiene un alto impacto personal, social y sanitario por su frecuencia, su tendencia a producir discapacidad en el adulto joven, su repercusión laboral negativa, las necesidades de cuidado y los costes del tratamiento<sup>1</sup>.

Se describen principalmente tres tipos de Esclerosis Múltiple dependiendo de su evolución. La remitente recurrente (RR) es la más frecuente (90-85 %), caracterizada por la aparición de brotes intercalados con periodos de remisión de los mismos; entendiendo como brote una nueva manifestación de disfunción neurológica; que pueden producir o no secuelas<sup>2,3</sup>. Tras 10-15 años, un 50% de las personas que tenían esclerosis múltiple recurrente remitente pasan a padecer un deterioro progresivo y lento con o sin brotes, conocida como EM secundaria progresiva (SP)<sup>2,3</sup>. Por otro lado, un 10% de las personas tienen una evolución progresiva desde el principio, EM primaria progresiva (PP)<sup>2,3</sup>.

En España 47.000 personas padecen esclerosis múltiple y, cada año, se diagnostican unos 1.800 nuevos casos. Es la segunda causa de discapacidad entre los jóvenes españoles, después de los accidentes de coche; y la primera en discapacidad sobrevenida por enfermedad<sup>4</sup>. El pronóstico de la esclerosis múltiple es variable entre los individuos y a lo largo del tiempo; aunque un pequeño porcentaje de pacientes tienen una evolución benigna, se puede decir que la esclerosis múltiple es una enfermedad grave en cuanto a reducción de la esperanza de vida y discapacidad<sup>3,5</sup>. En la mayoría de los/las pacientes, las manifestaciones clínicas demuestran la implicación de los sistemas motores, sensoriales, visuales y autonómicos, pero pueden aparecer muchos otros síntomas y signos<sup>6</sup>.

Más del 50% se caen cada año, muchos/as sufren lesiones relacionadas con las caídas y muchos/as restringen sus actividades debido al desequilibrio, la disfunción de la marcha y el miedo a caerse<sup>5</sup>.

Los déficits de equilibrio en personas con esclerosis múltiple son muy comunes y se calcula que hasta un 20% los pueden sufrir en alguna ocasión, además contribuyen a graves problemas de salud, principalmente las caídas, lo que limita las actividades de la vida diaria del/la paciente<sup>7-9</sup>

La disfunción del equilibrio en la EM se suele conceptualizar como tres problemas interrelacionados: disminución de la capacidad de mantener la posición, movimiento limitado y lento hacia los límites de estabilidad, y respuestas retardadas a los desplazamientos y perturbaciones posturales<sup>5</sup>. Parece que la disfunción del equilibrio en la esclerosis múltiple tiene una fuerte contribución sensorial y afecta al rendimiento

cuando se está quieto, inclinado y responde a las perturbaciones producidas por la inclinación que probablemente contribuyen en parte a la discapacidad para caminar en la esclerosis múltiple<sup>5</sup>

A pesar de los avances en la atención a la esclerosis múltiple, los beneficios a largo plazo para contrarrestar la discapacidad y la mejora de la participación social de los pacientes es escasa<sup>10</sup>. Además, la esclerosis múltiple es una condición crónica que requiere fisioterapia de largo plazo, de modo que son necesarias herramientas innovadoras para mejorar la adherencia al ejercicio<sup>7</sup>.

Debido a estas necesidades, se ha ido avanzando en la investigación de la neurorrehabilitación, que se encuentran entre las terapias más populares destinadas a reducir las discapacidades y las desventajas sociales derivadas de la esclerosis múltiple<sup>11</sup>.

Han ido surgiendo nuevas terapias y entre estas se encuentra el uso de la realidad virtual (RV), definida como un entorno artificial que se experimenta mediante estímulos sensoriales (imágenes y sonido) proporcionado por un ordenador y en el que las acciones de uno mismo determinan parcialmente lo que ocurre en el entorno<sup>12,13</sup>. Esta se puede clasificar en tres tipos que se diferencian principalmente por el grado de inmersión en ese entorno artificial. La que proporciona una mayor inmersión sería la inmersiva, aquella en la que el uso de la tecnología digital permite al usuario experimentar entornos artificiales como si fuesen el mundo real, generado mediante elementos visuales, táctiles y auditivos. Le seguiría la semiinmersiva, proporcionando un nivel elevado de inmersión al usuario mientras mantiene la conexión con el mundo real. Por último la no inmersiva, que es la más común y usada en el día a día al ser la menos inmersiva y la más barata, en la que se suele presentar el entorno virtual en una pantalla de ordenador con dispositivos de control como teclados, ratones y mandos; de manera que el usuario no tiene la sensación de estar realmente en un entorno virtual<sup>12,14</sup>.

Su uso es cada vez más popular y recientemente, los estudios relacionados con la aplicación de esta tecnología en diferentes campos y los beneficios que puede proporcionar han aumentado en el campo de la neurorrehabilitación<sup>9,11,12</sup>. Esta tiene ventajas como la participación activa, la práctica repetitiva, el feedback, la motivación y estimulación, la aproximación al mundo real, además de proporcionar información instructiva, interactiva y directa para mejorar la motivación del paciente<sup>15,16</sup>. La inclusión de un entorno de realidad virtual en el ejercicio es un posible enfoque para pacientes que, de otro modo, podrían carecer de motivación para realizar un programa de fisioterapia<sup>7</sup>.

Por lo tanto, este estudio se hizo con el objetivo de conocer si la implementación de la realidad virtual en la rehabilitación para personas con esclerosis múltiple podría ser más efectiva y beneficiosa para la mejora del equilibrio comparada con una rehabilitación convencional.

## OBJETIVOS

**Objetivo:** Determinar la efectividad de la realidad virtual comparado con el tratamiento habitual en relación con la mejora del equilibrio.

### Objetivos específicos

- Identificar en qué momento de la patología tiene una mayor efectividad realizar el tratamiento con realidad virtual.
- Determinar qué tipo de realidad virtual es más eficiente para el mantenimiento del equilibrio en personas con esclerosis múltiple.
- Determinar los posibles efectos adversos que puede causar el tratamiento mediante realidad virtual en personas con esclerosis múltiple.

## METODOLOGÍA

Este estudio es un análisis sistemático de la literatura científica, concretamente de ensayos controlados aleatorizados (ECA) y estudios piloto.

Se realizó una búsqueda bibliográfica en 5 bases de datos diferentes: Pubmed, Cochrane, Pedro, Scopus y WOS. En un principio la búsqueda fue en base a los últimos 5 años, pero la escasez de artículos hizo que se ampliara a 10 años, por lo que finalmente se hizo desde enero de 2012 hasta mayo de 2022.

Después de todo se utilizó un único nivel de booleanos: (Multiple Sclerosis) AND (Virtual Reality) AND (Balance).

### Criterios de selección

Para que los diferentes artículos fuesen seleccionados debían seguir la pregunta PICO: ¿Tiene una mayor efectividad realizar un entrenamiento con Realidad Virtual (RV) frente al entrenamiento convencional para la mejora del equilibrio en personas con esclerosis múltiple?

#### PICO

- P: personas con esclerosis múltiple
- I: entrenamiento con realidad virtual
- C: entrenamiento convencional
- O: mejora del equilibrio

#### Criterios de Inclusión/Exclusión:

- Inclusión: aquellos artículos que estaban finalizados, los que contenían el texto entero y estuviesen escritos en inglés o español.

- Exclusión: artículos duplicados, fuera del rango de 10 años de antigüedad y que no fuesen de interés para el estudio.

### Artículos seleccionados

Tras la búsqueda bibliográfica con un único nivel de booleanos en las diferentes bases de datos y la aplicación de los criterios de inclusión/exclusión, además de añadir los artículos encontrados mediante la búsqueda en bola de nieve, se han conseguido un total de 18 artículos, en los que se incluyen Estudios Controlados Aleatorizados y Estudios Piloto de ECA. Esta búsqueda se puede visualizar de manera esquematizada en la Figura 1.

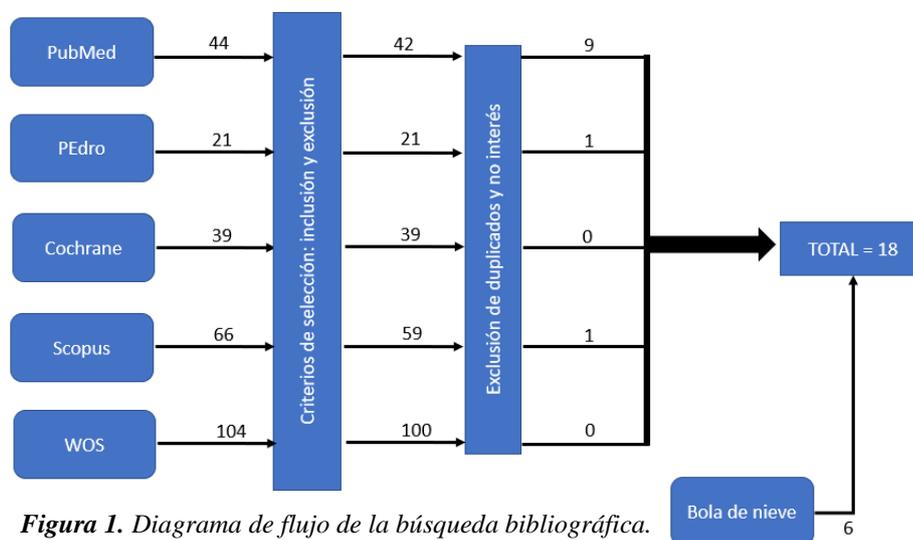


Figura 1. Diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica.

### Extracción de datos

De cada uno de los estudios que han sido incluidos en el estudio, se extrajeron ciertos datos y algunos se incluyeron en una tabla creada en un documento Word de Microsoft, de manera que fuese más fácil comparar los resultados (Tabla 3)

Datos incluidos en la tabla:

1. Autores
2. Año de publicación
3. Muestra total
4. Tipo de Esclerosis Múltiple
5. Media de duración de la enfermedad en cada grupo
6. VR: tipo y tecnología utilizada
7. Número de participantes en cada grupo
8. Intervención: número de participantes en cada grupo y tratamiento realizado (tanto de intervención como control/es)

9. Dosis del tratamiento: semanas, días por semana, duración de las sesiones y sesiones y tiempo total
10. Las escalas de valoración de equilibrio
11. Resultados principales

Otros datos:

12. Calidad metodológica
13. Efectos adversos
14. Otros datos relevantes para el estudio

### Evaluación de la calidad

Para evaluar la calidad de cada uno de los estudios incluidos se hizo uso de 2 escalas para ensayos clínicos aleatorizados. Se utilizó la escala PEDro<sup>17</sup> (tabla 1) para evaluar la calidad metodológica y para comprobar los resultados, se verificaron las puntuaciones en la base de datos PEDro de aquellos que estaban incluidos en esta. Por otra parte, se utilizó la escala Oxford<sup>18</sup> (tabla 2) para evaluar de la misma manera el nivel de evidencia y el grado de recomendación.

	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	Total
Celesti A, 2022	SÍ	X	-	X	-	-	X	X	-	X	X	6/10
Molhemi F, 2020	SÍ	X	X	X	X	-	-	X	X	X	X	8/10
Yazgan YZ, 2020	SÍ	X	-	X	-	-	-	X	-	X	X	5/10
Munari D, 2020	SÍ	X	X	X	-	-	X	X	-	X	X	7/10
Ozdogar A, 2020	NO	X	-	X	-	-	-	X	-	X	X	5/10
Maggio M, 2020	SÍ	X	X	X	-	-	X	X	-	X	X	7/10
Ozkul C, 2020	SÍ	X	-	X	-	-	-	X	-	X	X	5/10
Tollár J, 2020	SÍ	X	X	X	-	-	X	X	-	X	X	7/10
Russo M, 2018	SÍ	X	X	X	-	-	X	X	-	X	X	7/10
Khalil H, 2018	SÍ	X	X	X	-	-	X	-	-	X	X	6/10
Calabro R, 2017	SÍ	X	X	X	-	-	X	X	X	X	X	8/10
Peruzzi A, 2017	SÍ	X	-	X	-	-	X	-	-	X	X	5/10
Kalron A, 2016	NO	X	X	X	-	-	X	X	-	X	X	7/10
Eftekharsadat B, 2015	SÍ	X	-	X	-	-	X	X	-	X	X	6/10
Robinson J, 2015	SÍ	X	-	X	-	-	-	-	X	X	X	5/10
Gutiérrez RO, 2013	SÍ	-	-	X	-	-	X	X	-	X	X	5/10
Brichetto G, 2013	SÍ	X	-	X	-	-	X	-	-	X	X	5/10
Nilsagård YE, 2012	SÍ	X	X	X	-	-	X	X	-	X	X	7/10

**Tabla 1.** Escala PEDro: Calidad metodológica

	Grado de recomendación	Nivel de evidencia
Celesti A, 2022	A	1b
Molhemi F, 2020	A	1b
Yazgan YZ, 2020	B	2b
Munari D, 2020	A	1b
Ozdogar A, 2020	B	2b
Maggio M, 2020	A	1b
Ozkul C, 2020	B	2b
Tollár J, 2020	A	1b
Russo M, 2018	A	1b
Khalil H, 2018	A	1b
Calabro R, 2017	A	1b
Peruzzi A, 2017	B	2b
Kalron A, 2016	A	1b
Eftekharsadat B, 2015	A	1b
Robinson J, 2015	B	2b
Gutiérrez RO, 2013	B	2b
Brichetto G, 2013	B	2b
Nilsagård YE, 2012	A	1b

**Tabla 2.** Escala Oxford: grado de recomendación y nivel de evidencia

## RESULTADOS

Finalmente se han analizado un total de 18 artículos. La información extraída que se va a ir viendo durante todo el apartado de resultados es: calidad metodológica, características de los/las participantes y de las intervenciones, valoraciones, efectividad sobre el equilibrio y efectos adversos.

### Calidad metodológica (tabla 1 y 2)

La puntuación que ha sido obtenida de los diferentes estudios incluidos en este trabajo mediante la escala PEDro (Anexo 1) se describe en la tabla 1. La media de la puntuación fue de 6, siendo moderada-alta, con un rango de 5-8 sobre 10.

El grado de recomendación y el nivel de evidencia obtenidos mediante la escala Oxford (Anexo 2) se describe en la tabla 2. El grado de recomendación fue de A o B, siendo un 61% de A; y el nivel de evidencia fue de 1b o 2b con un 61% de 1b. Con esto comprobamos que la mayoría de estos estudios son recomendados, con una evidencia de moderada a alta.

### Características de los/las participantes

#### *Muestra (tabla 3)*

El número de participantes varió mucho en cada artículo (total: n=740) entre los estudios, con un rango de 15-80 y una media de 41. Uno de los límites más comentados en general fue la escasez de participantes finales que realizaron la intervención<sup>7,10,15,19-24</sup>.

#### *Tipo de EM (tabla 3)*

El tipo de EM es uno de los criterios de inclusión que imponen en ciertos estudios para poder participar. En todos ellos hay participantes con recurrente-remite, siendo exclusiva en seis de ellos (n=198)<sup>7,15,21-23,25</sup>. En cuatro incluyeron a personas con remite-recurrente o secundaria progresiva<sup>9,19,20,26</sup>. Por último, en cinco incluyen todos<sup>10,11,16,27,28</sup> y tres no aportan el dato<sup>24,29,30</sup>.

#### *Duración de la enfermedad (tabla 3)*

La media de duración de la enfermedad total de todos/as los/las participantes es de 11 años. En estos datos se excluyen dos estudios donde no se aportaron ni la media total ni la media de cada grupo<sup>29,30</sup>.

#### *Seguimiento*

En todos los estudios se realizó una valoración tanto al inicio del tratamiento como al finalizar. Además, uno de ellos hizo también una valoración en momentos intermedios, en el que se valoraron en tres momentos distintos: al inicio de la intervención, 6 semanas después, al final de la intervención y 1 mes después<sup>25</sup>. Además, unos pocos lo realizaron

tiempo después para hacer un seguimiento postratamiento, de manera que uno lo hizo tres meses después<sup>19</sup> y otros dos un mes después<sup>20,25</sup>.

#### *Otros datos (tabla 3)*

Es muy común que haya como criterios de selección la ausencia de un brote o exacerbación de los síntomas durante los meses anteriores a la intervención, con un rango de 1-6 meses; y que tengan una puntuación mínima del grado de discapacidad medido mediante la EDSS (Expanded Disability Status Scale), con un máximo de 7 en un único estudio<sup>29</sup>, un máximo de 6 en cuatro<sup>19,21,24,30</sup> y un rango variable de 2-6,5 en el resto. Dos estudios no tienen como criterio de selección el grado de discapacidad medido con EDSS<sup>9,28</sup>; y en uno de ellos tampoco la aparición de brotes en los últimos meses<sup>9</sup>.

La EDSS es la escala que se usa para cuantificar la discapacidad en personas con esclerosis múltiple y evaluar los cambios en los niveles de la discapacidad durante el tiempo, siendo 1 un examen neurológico normal y 10 muerte por esclerosis múltiple (Anexo 1).

### **Características de las intervenciones (tabla 3)**

#### *Realidad virtual*

El tipo de RV más utilizado fue la semiinmersiva en doce<sup>7,10,11,16,19,24,26-30</sup>, seguida de la inmersiva en tres<sup>9,21,23</sup> y la no inmersiva en uno<sup>20</sup>. Por otro lado, dos estudios no aportaron ni el tipo ni el dispositivo utilizado<sup>15,25</sup>.

En cuanto a los dispositivos utilizados, dentro de la semiinmersiva se hizo uso del dispositivo Nintendo Wii Fit® Balance Board (WFBB) de Nintendo Wii, una plataforma con sensores de presión conectada a una pantalla con o sin sensor de movimiento Kinect, en 6/12<sup>7,10,16,24,28,30</sup>; seguido de la Xbox 360/One con un sensor de movimiento Kinect conectados a una pantalla, en 4/12<sup>11,19,26,27</sup>; el BTS-Nirvana, un sistema terapéutico que genera escenarios virtuales realistas proyectados en la pared, en uno<sup>29</sup>; y el uso de un tapiz rodante con sensores de inercia y una pantalla donde se proyectan los juegos, en otro<sup>22</sup>. En la inmersiva se utilizó el sistema RAGU (Augmented Reality Applications in Rehabilitation) con el sensor de movimiento Microsoft's Kinect y las gafas Oculus VR<sup>21</sup>; el sistema CAREN (Computer Assisted Rehabilitation Environment) que utiliza una plataforma de movimiento y una gran pantalla<sup>23</sup>; y Biodex Balance System, que consiste en una plataforma que valora el equilibrio, conectado a una pantalla<sup>9</sup>. En la no inmersiva no se incluyen los datos del dispositivo<sup>20</sup>.

#### *Comparaciones*

En diez estudios se realizó la comparación del tratamiento de RV frente al tratamiento convencional<sup>10,11,15,19-24,29</sup>. Otros dos estudios lo hicieron comparando el tratamiento de RV con la no intervención<sup>9,28</sup> y tres realizaron todo en un estudio comparando el tratamiento de RV con el tratamiento convencional y a su vez con la no intervención<sup>26,27,30</sup>. Para terminar, dos estudios realizaron una combinación del tratamiento con RV y tratamiento convencional para compararlo con solo el tratamiento convencional<sup>7,25</sup>. A

parte, en cuatro estudios se realizó el tratamiento de RV, combinado con RAGT (Robot-Assisted Gait Training) en tres<sup>15,20,25</sup> y con cinta rodante en uno<sup>22</sup>; comparado en los tres con los mismos dispositivos pero sin RV

*En los estudios de Tollár y Ozkul, el tratamiento con RV y el tratamiento convencional se compararon con otros, pero no se han analizado y han sido descartados los datos al no ser de interés para este estudio.*

### *Dosis*

Es muy variable entre los estudios: las horas totales del tratamiento van desde 3 horas hasta 54 y de todas estas, el tiempo más realizado es de 6 horas en cuatro artículos<sup>19,20,23,28</sup>; las semanas totales durante las que se realiza la intervención va desde 4 a 18 con una media de 7 semanas; el número de días por semana es 2-5 con media de 2.75; el rango de sesiones totales es de 8-54 con una media de 20; finalmente, el rango de minutos por sesión es de 20-70 con una media de 46,18 minutos.

*No se ha podido realizar una media fiable de los minutos por sesión ni de las horas totales debido a que en el artículo de Khalil no se aporta el dato y que en los artículos de Robinson y Gutiérrez los minutos por sesión varían.*

### **Valoraciones (tabla 3)**

Utilizaron diferentes escalas, test y cuestionarios y se han tenido en cuenta solamente los del equilibrio. Se han obtenido los datos de las siguientes medidas de desenlace: BBS, TUG, TUG-cog, ABC, estabilometría, SSST, Tinetti, FRT, 4-SST, TCS y DGI. Todas estas valoran diferentes aspectos del equilibrio, como el equilibrio estático, dinámico e incluso la percepción propia de equilibrio.

La escala más utilizada fue la BBS (Berg Balance Scale) para el equilibrio estático, valorada en trece artículos<sup>7,9-11,15,16,19-24,27</sup>; seguida por TUG (Timed Up and Go) para la movilidad funcional<sup>7,9,15,16,19,21,22,25,28,29</sup> y la estabilometría para analizar el control postural mediante una plataforma estabilométrica<sup>11,20,21,23,24,30</sup>, valoradas en diez y seis respectivamente. Tinetti<sup>11,25,27,29</sup> utilizada para el equilibrio estático se valora en cuatro; el cuestionario ABC (Activities-specific Balance Confidence) para conocer el nivel de confianza del equilibrio percibido en uno/a mismo/a<sup>19,26</sup>; 4-SST (four step square test) para el equilibrio dinámico<sup>23,28</sup>; y TUG-cog, una modificación de TUG añadiendo una tarea cognitiva<sup>19,21,28</sup> en tres. Finalmente SSST (Six Spot Step Test)<sup>26</sup> para el equilibrio durante la marcha, FRT (Functional Reach Test)<sup>23</sup> para la estabilidad postural; TCS (Timed Chair Stand Test) para el equilibrio; y DGI (Dynamic Gait Index) para el equilibrio dinámico durante la marcha<sup>28</sup>; todos ellos en uno.

### **Efectividad sobre el equilibrio (tabla 3)**

El objetivo inicial de este estudio era comparar la efectividad del tratamiento del equilibrio con Realidad Virtual (RV) vs el tratamiento convencional (TC), pero la escasez de artículos llevó a realizar una búsqueda más amplia e incluir artículos con diferentes intervenciones y enfoques, con gran heterogeneidad entre los tratamientos.

En todos los artículos se llega a la conclusión de que tanto el tratamiento con RV como el tratamiento convencional son efectivos para la mejora del equilibrio, mientras que la no intervención no mejora e incluso empeora en algunos casos. Aun así, hay diferentes enfoques y matices que diferencian la efectividad de los dos grupos en los que se realiza un tratamiento.

Se describe a continuación la efectividad de las diferentes intervenciones, incluyendo el p-valor de aquellos estudios que muestran los resultados de cada intervención o la diferencia entre grupos, con diferencias entre las intervenciones. Un valor  $p < 0,05$  indicaría una diferencia estadísticamente significativa; y cuanto más pequeño es este valor, más fiable es el resultado.

#### *Tratamiento con RV vs tratamiento convencional*

En seis estudios, el tratamiento con RV fue superior en cuanto a efectividad de manera general para la mejora del equilibrio<sup>10,11,22-24,29</sup>. En el estudio de Celesti, el grupo de RV demostró una mejora significativa en BBS superior al grupo de TC ( $p < 0,001$ )<sup>10</sup>. Maggio demostró que en TUG solamente RV tuvo mejoras significativas ( $p < 0,01$  en RV y  $p = 0,08$  en TC), mientras que en Tinetti mejoraron ambos grupos ( $p < 0,01$ ) sin diferencias apreciables<sup>29</sup>. Peruzzi obtuvo mejoras con diferencias a favor del grupo de RV en BBS ( $p = 0,086$  en TC y  $p = 0,003$  en RV) y en TUG ( $p = 0,087$  en TC y  $p = 0,042$  en RV)<sup>22</sup>. Kalron, en cuanto a BBS ( $p = 0,215$ ), la estabilometría en ojos cerrados y 4-SST ( $p = 0,031$ ), obtuvo mejoras en ambos grupos sin grandes diferencias, pero en FRT ( $p = 0,009$ ) y en la estabilometría en ojos abiertos, ambos mejoraron con diferencias a favor del grupo de RV<sup>23</sup>. En el de Gutiérrez, tanto en BBS ( $p < 0,001$  en RV y  $p = 0,02$  en TC) como en la estabilometría hubo mejoras en ambos grupos, pero con diferencias a favor de RV, mientras que en Tinetti solo se vieron mejoras en RV ( $p < 0,001$ )<sup>11</sup>. Finalmente Brichetto, que valorando mediante BBS y estabilometría, ambos grupos mejoraron, pero con diferencias a favor del grupo de RV ( $p < 0,05$ )<sup>24</sup>.

Por otra parte, en tres no hubo diferencias significativas<sup>15,19,20</sup>. En el de Molhemi se comparan ambos grupos valorados mediante BBS, TUG, TUG-cog y ABC; aun así, la retención de las mejoras se observó únicamente en el grupo de RV<sup>19</sup>. Munari comenta que en BBS y la estabilometría mejoraron de manera significativa ambos grupos, sin diferencias apreciables; y las mejoras en este caso también se mantuvieron solamente en el grupo de RV<sup>20</sup>. De la misma manera, Calabró reportó mejoras estadísticamente significativas en ambos grupos sin diferencias relevantes en BBS y TUG<sup>15</sup>.

Por último, en el estudio de Ozkul, el tratamiento con RV fue más efectivo en ciertos aspectos y el tratamiento convencional en otros. Primero, en BBS mejoró el grupo de TC ( $p=0,026$ ) y no el de RV ( $p=0,343$ ); en TUG y TUG-cog hubo mejoras en ambos grupos sin diferencias significativas; y en la estabilometría, el grupo de RV mejoró en estabilidad postural con los ojos cerrados en superficie firme ( $p=0,028$  en RV y  $p=0,889$  en TC), el grupo de TC en la estabilidad a una pierna en el pie derecho ( $p=0,114$  en RV y  $p=0,012$  en TC) y ambos mejoraron en la puntuación global<sup>21</sup>.

#### *Tratamiento con RV vs no intervención*

Dos estudios realizaron esta comparación, donde en ambos en términos generales el tratamiento con RV es más efectivo<sup>9,28</sup>. Eftekharsadat, mediante TUG, BBS y estabilometría demostró que hay mejoras significativas en RV en cuanto a TUG y la estabilometría en comparación con la no intervención, pero que ambos empeoran en BBS<sup>9</sup>. En otro estudio, Nilsagård obtiene diferentes resultados; en TUG no hubo mejoras significativas en ningún grupo, en TUG-cog y en TCS sí que hay mejoras a favor del grupo de RV; y en 4-SST y DGI hay mejoras en ambos grupos sin diferencias entre estos<sup>28</sup>.

#### *Tratamiento con RV vs tratamiento convencional vs no intervención*

En este caso hay cuatro estudios, que coinciden en que tanto el tratamiento con RV como el tratamiento convencional (grupos de intervención) demuestran mejoras superiores frente a la no intervención<sup>16,26,27,30</sup>. Yazgan mediante BBS y TUG, mostró en el grupo de tratamiento convencional un cambio significativo en BBS ( $p=0,004$ ) y TUG ( $p=0,003$ ), siendo superior el grupo de RV en BBS ( $p=0,001$ ), sin diferencias en TUG; mientras que el grupo de no intervención obtuvo mejoras solo en BBS ( $p=0,028$ ) y no en TUG ( $p=0,712$ )<sup>16</sup>. Ozdogar con ABC y SSST, comenta que se obtuvieron mejoras significativas en los grupos de intervención, sin diferencias significativas entre estos; y se encontraron diferencias demostrando superioridad en los grupos de intervención comparados con la no intervención, incluso hubo un empeoramiento en SSST<sup>26</sup>. En el estudio de Tollár se demuestra que los grupos de intervención consiguen mejoras; de manera que en Tinetti solo hay mejoras en el grupo de RV, mientras que en BBS hay mejoras en ambos grupos sin diferencias significativas; y en el grupo de la no intervención no hay mejoras en ninguna medida<sup>27</sup>. En el de Robinson, únicamente se valora el equilibrio mediante Estabilometría, que demuestra mejoras en los grupos de intervención, sin diferencias significativas entre estos y siendo superiores a las del grupo de no intervención<sup>30</sup>.

#### *Tratamiento con RV y tratamiento convencional vs tratamiento convencional*

Para terminar, los otros dos estudios combinaron RV y TC para compararlo con solo TC. Russo hizo una medida de los datos de cada escala tres veces a lo largo de la intervención: a las seis semanas desde el inicio se muestran mejoras en Tinetti ( $p<0,001$  en RV+TC y  $p=0,34$  en TC) y TUG ( $p<0,001$ ) en cuanto a RV+TC, mientras que TC solo en TUG ( $p<0,001$ ); al final del entrenamiento, los resultados cambian y pasa a ser al contrario, el grupo de TC obtiene mejoras en Tinetti ( $p=0,01$  en TC y  $p=1$  en RV+TC) y TUG ( $p<0,001$ ), mientras que RV+TC solo en TUG ( $p<0,001$ ); y finalmente, se vuelven a valorar un mes después del tratamiento y se observa un empeoramiento en ambos grupos

en TUG ( $p < 0,001$ ) en TC y  $p < 0,01$  en RV+TC), mientras que en Tinetti solo en el grupo de RV+TC ( $p < 0,01$  en TC y  $p = 0,27$  en RV+TC)<sup>25</sup>. En cuanto al último estudio, el de Khalil, se demuestra que hay diferencia a favor de la RV en BBS ( $p = 0,012$ ), pero no hay mejoras en TUG en ningún grupo ( $p = 0,97$ )<sup>7</sup>.

	Participantes	RV	Grupo intervención	Grupo control	Dosis	Medidas	Resultados de equilibrio
Celesti A, 2022	Participantes: 42 Tipo de EM: todos Duración EM: 14,2 EDSS: 4-6,5	Semiinmersiva  Nintendo Wii Fit® Balance Board (WFBB)	n=20  Tratamiento del equilibrio con VR.	n=22  Tratamiento convencional: estiramientos entrenamiento del equilibrio y marcha, además de terapia ocupacional.	4 semanas 5 días/semana 60 min/sesión Sesiones: 20 Horas: 20	BBS	GI demostró una mejora significativa y superior comparado con GC.
Molhemi F, 2020	Participantes: 39 Tipo de MS: RR y SP Duración EM: 9,45 - GI: 7,7 - GC: 11,2 EDSS: < 6	Semiinmersiva  Xbox 360 + Kinect	n=19  Calentamiento o 5 min + entrenamiento o del equilibrio con RV 30 min.	n=20  Calentamiento 5 min + entrenamiento convencional del equilibrio 30 min	6 semanas 3 días/semana 35 min/sesión Sesiones: 18 Horas: 10,5	BBS TUG TUG-cog ABC	Sin diferencias estadísticamente significativas.  GI más eficaz para mejorar la función cognitiva-motora y reducir las caídas  GC mejor control direccional.
Yazgan YZ, 2020	Participantes: 42 Tipo de EM: todos Duración EM: 12,68 - GI: 12,06 - GCI: 14,91 - GCII: 11,06 EDSS: 2.5-6	Semiinmersiva  Nintendo Wii Fit® Balance Board (WFBB)	n=15  Calentamiento o 10 min + Entrenamiento o del equilibrio mediante RV 50 min	GCI n=12: Calentamiento 10 min + Entrenamiento del equilibrio mediante balance trainer 50 min  GCII n=15: sin intervención	8 semanas 2 días/semana 60 min/sesión Sesiones: 16 Horas: 16	BBS TUG	BBS: mejoras estadísticamente significativas en GI y GCI, con cambios más altos en el GI.  TUG: mejoras significativas en GI y en GCI. No hay diferencias.  En GCII sólo se observó un cambio significativo en BBS.  Mejoras significativas en GI y GCI, superiores a GCII.
Munari D, 2020	Participantes: 15 Tipo de EM: RR y SP Duración EM: 15,8 - GI: 17,7 - GC: 13,9 EDSS: 3-6	No inmersiva  Combinada con RAGT	n=8  Tratamiento de marcha con mediante RV	n=7  Tratamiento convencional de marcha	6 semanas 2 días/semana 30 min/sesión Sesiones: 12 Horas: 6	BBS Estabilometría	Mejoras significativas en ambos grupos. No hay diferencias significativas
Ozdogar A, 2020	Participantes: 60 Tipo EM: RR y SP Duración EM: 6,62 - GI: 7,5 - GCI: 6,43 - GCII: 5,93 EDSS: 2-5	Semiinmersiva  Xbox One + Kinect	n=21  Tratamiento del equilibrio, brazo y de estabilización de core mediante VR.	GCI n=19 Tratamiento convencional del equilibrio, brazo y de estabilización de core.  GCII n=20 No intervención	8 semanas 1 días/semana 45 min/sesión Sesiones: 8 Horas: 6	ABC SSST	Mejoras significativas a favor de los grupos G.I y GCI. Sin diferencias significativas entre G.I y GCI. Diferencias significativas en GCII comparadas con G.I y GCI  SSST: empeoramiento en el GCII
Maggio M, 2020	Participantes: 60 Tipo EM: RR y SP Duración EM: no aportado EDSS: <7	Semiinmersiva  BTS-Nirvana	n=30 30 min de acondicionamiento + 30 min Entrenamiento o cognitivo mediante RV	n=30 30 min de acondicionamiento + 30 min Entrenamiento cognitivo convencional.	8 semanas 3 días/semana 60 min/sesión Sesiones: 24 Horas: 24	TUG Tinetti	TUG: solo GI tuvo una mejora significativa.  Tinetti: mejora en ambos grupos. Sin diferencias significativas.

Ozkul C, 2020	Participantes: 26 Tipo EM: RR Duración EM: 4 - GI: 4 - GC: 4 EDSS: < 6	Inmersiva RAGU System	n=13 Calentamiento o 10 min + entrenamiento del equilibrio con VR 25 min	n=13 Calentamiento 10 min + entrenamiento convencional del equilibrio 25 min	8 semanas 2 días/semana 55 min/sesión Sesiones: 16 Horas: 14.5	BBS TUG TUG-cog Estabilometría	BBS: aumentó en GC, pero no en GI.  TUG y TUG-cog: mejoras en ambos grupos  Estabilometría - La estabilidad postural con ojos cerrados en superficie firme solo mejoró en GI - La estabilidad de una pierna en el pie derecho aumentó en el GC pero no se detectó ningún cambio en el GI. - La puntuación global de los límites de estabilidad mejoró sin diferencias entre ambos grupos,
Tollár J, 2020	Participantes: 40 Tipo EM: todos Duración EM: 13,05 - GI: 12,1 - GCII: 13,6 - GCII: 14 EDSS: 4-6	Semiinmersiva Xbox 360 + Kinect	n=14 Calentamiento o 10 min + entrenamiento del equilibrio con VR 40 min + estiramientos 10 min.	GCI n=14 Tratamiento convencional del equilibrio.  GCII n=12 Sin intervención	5 semanas 5 días/semana 60 min/sesión Sesiones: 25 Horas: 25	BBS Tinetti	Tinetti: solo hubo mejoras en GI.  BBS: mejoras en GI y GCI, sin diferencias significativas.  No hubo mejoras en GCII  <i>*Solamente se extraen los resultados de EXE, BAL y CON</i>
Russo M, 2018	Participantes: 45 Tipo EM: RR Duración EM: 11,8 - GI: 11,4 - GC: 12,27 EDSS: 3-5,5	No aportado Combinada con RAGT	n=30 Tratamiento mediante RV de la marcha y el equilibrio 6 semanas + tratamiento convencional *	n=15 * Tratamiento convencional del equilibrio y la marcha: calentamiento 5 min + fuerza 15 min + 40 entrenamiento de marcha y equilibrio	18 semanas 3 días/semana 60 min/sesión Sesiones: 54 Horas: 54	TUG Tinetti	T0 a T1: el grupo GI tuvo mejoras estadísticamente significativas en todas las medidas, mientras que GC solo en TUG.  T1 a T2: los resultados fueron inversos, el grupo GI solo mejoró en TUG, mientras que GC en todas las medidas.  T2 a T3 - TUG: empeoramiento en ambos grupos - Tinetti: empeoramiento solo en GC
Khalil H, 2018	Participantes: 32 Tipo EM: RR Duración EM: 18,8 - GI: 8,38 - GC: 10,43 EDSS: 3-6,5	Semiinmersiva Nintendo Wii Fit® Balance Board (WFBB) + Kinect	n=16 2 días de entrenamiento o con RV + 1 día de ejercicios de equilibrio en casa a la semana	n=16 Tratamiento convencional del equilibrio en casa	6 semanas 2 días/semana Sesiones: 12	BBS TUG	BBS: mejoras significativas a favor de GI.  TUG: sin mejoras significativas
Calabro R, 2017	Participantes: 40 Tipo EM: RR Duración EM: 11,5 - GI: 11,5 - GC: 11,5 EDSS: 4-5,5	No aportado Combinado con RAGT	n=20 30 min acondicionamiento general + 40 min mediante RV	n=20 30 min acondicionamiento general + 40 min de entrenamiento convencional	8 semanas 5 días/semana 70 min/sesión Sesiones: 45 Horas: 46,5	BBS TUG	Mejoras estadísticamente significativas en ambos grupos. Sin diferencias significativas.
Peruzzi A, 2017	Participantes: 25 Tipo EM: RR Duración EM: 12,1 - GI: 11,8 - GC: 12,4 EDSS: 3-5,5	Semiinmersivo Combinado con tapiz rodante	n=14 Tratamiento convencional de la marcha mediante RV	n=11 Tratamiento convencional de la marcha	6 semanas 3 días/semana 30 min/sesión Sesiones: 18 Horas: 9	BBS TUG	Mejoras significativas a favor de GI
Kalron A, 2016	Participantes: 30 Tipo EM: RR Duración EM: 11 - GI: 11,6 - GC: 10,4 EDSS: 4-5,5	Inmersiva CAREN	n=15 Tratamiento del equilibrio mediante RV	n=15 Tratamiento convencional: Estiramientos 10 min + entrenamiento del equilibrio 20 min	6 semanas 2 días/semana 30 min/sesión Sesiones: 12 Horas: 6	BBS Estabilometría FRT 4-SST	BBS: ambos grupos mejoran de forma estadísticamente significativas. Sin diferencias significativas entre los grupos.  Estabilometría: mejora estadísticamente significativa en ambos grupos en ojos abiertos pero no en ojos cerrados.  FRT: diferencias estadísticamente significativas a favor de la RV en comparación con el grupo control.  4-SST: mejora en ambos grupos.
Eftekharsadat B, 2015	Participantes: 30 Tipo EM: RR y SP Duración EM: 9,35 - GI: 14 - GC: 4,7 EDSS: no aportado	Inmersiva Biodex Balance System	n=15 Tratamiento del equilibrio con RV	n=15 No intervención	12 semanas 2 días/semana 20 min/sesión Sesiones: 24 Horas: 8	BBS TUG Estabilometría	TUG: diferencias estadísticamente significativas a favor de la RV en comparación con el grupo control  BBS: ambos grupos empeoran sin significación estadística. Sin diferencias entre grupos.  Estabilometría: diferencias estadísticamente significativas a favor de la RV en comparación con el grupo control.

Eftekharsadat B, 2015	Participantes: 30 Tipo EM: RR y SP Duración EM: 9,35 - GI: 14 - GC: 4,7 EDSS: no aportado	Inmersiva Biodex Balance System	n=15 Tratamiento del equilibrio con RV	n=15 No intervención	12 semanas 2 días/semana 20 min/sesión Sesiones: 24 Horas: 8	BBS TUG Estabilometría	TUG: diferencias estadísticamente significativas a favor de la RV en comparación con el grupo control  BBS: ambos grupos empeoran sin significación estadística. Sin diferencias entre grupos.  Estabilometría: diferencias estadísticamente significativas a favor de la RV en comparación con el grupo control.
Robinson J, 2015	Participantes: 51 Tipo EM: no aportado Duración EM: no aportado EDSS: ≤ 6	Semiinmersiva Nintendo Wii Fit® Balance Board (WFBB)	n= 20 Tratamiento del equilibrio con RV	G.II n=16 Tratamiento convencional del equilibrio  G.III n=15 No intervención	4 semanas 2 días/semana 40-60 min/sesión Sesiones: 8 Horas: 5-8	Estabilometría	Mejoras estadísticamente significativas en GI y GCI en comparación con GCII. No hay diferencias estadísticamente significativas entre GI y GCI.
Gutiérrez RO, 2013	Participantes: 47 Tipo EM: todos Duración EM: 10,27 - GI: 9,68 - GC: 10,86 EDSS: 3-5	Semiinmersiva Xbox 360 + Microsoft Kinect	n=24 Tratamiento del equilibrio mediante RV a través de la telerehabilitación	n=23 Tratamiento convencional: ejercicios de fuerza 10 min + entrenamiento convencional del equilibrio 30 min + estiramientos 10 min	GI 10 semanas 2 días/semana 40 min/sesión Sesiones: 20 Horas: 13,5  GC 10 semanas 4 días/semana 20 min sesión Sesiones: 40 Horas: 13,5	BBS Estabilometría Tinetti	BBS: diferencias en ambos grupos, siendo mejor en GI.  Tinetti: diferencias solo encontradas en GI.  Estabilometría: demuestra una mejora a favor de GI
Brichetto G, 2013	Participantes: 36 Tipo EM: no aportado Duración EM: 4,1 - GI: 3,9 - GC: 4,3 EDSS: ≤ 6	Semiinmersiva Nintendo Wii Fit® Balance Board (WFBB)	n=18 Tratamiento del equilibrio con RV	n=18 Tratamiento convencional del equilibrio	4 semanas 3 días/semana 60 min/sesión Sesiones: 12 Horas: 12	BBS Estabilometría	Ambos grupos mejoran de forma estadísticamente significativa. Diferencias significativas a favor de GI.
Nilsagård YE, 2012	Participantes: 80 Tipo EM: todos Duración EM: 12,3 - GI: 12,5 - GC: 12,2 EDSS: no aportado	Semiinmersiva Nintendo Wii Fit® Balance Board (WFBB)	n=41 Tratamiento del equilibrio con RV	n=39 Sin intervención	6-7 semanas 2 días/semana 30 min/sesión Sesiones: 12 Horas: 6	TUG 4-SST TUG-C TCS DGI	TUG: no hubo mejoras estadísticamente significativas.  TUG-C, TCS: mejoras significativas en GI.  4-SST, DGI: mejoras en ambos grupos. Sin diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 3. Análisis de los artículos

### Efectos adversos

Se reportaron efectos adversos en dos estudios, siendo estos caídas, lesiones, fatiga<sup>10</sup> y mareos<sup>21</sup>. No se comentaron en otros cinco<sup>9,11,24,26,30</sup>, mientras que en el resto (once), se informa de manera directa que no hubo efectos adversos.

### DISCUSIÓN

Por lo observado en los 18 artículos analizados y respondiendo a la pregunta principal de este estudio, los resultados parecen indicar que el tratamiento con RV para la mejora del equilibrio en personas con esclerosis múltiple es más efectivo y con una gran cantidad de beneficios en comparación con el tratamiento convencional. Además, en cualquier caso ambos son mejores que la no intervención.

Aun así, los resultados a cerca de los tratamientos encontrados son variados entre sí. Unos comentan que el tratamiento con realidad virtual es mejor que el tratamiento convencional para la mejora del equilibrio en pacientes con esclerosis múltiple, mientras que otros aseguran que el tratamiento convencional es igual de eficaz que el tratamiento con RV. En nueve estudios los resultados indican que el tratamiento con RV es mejor en cuanto a efectividad global para mejorar el equilibrio en pacientes con esclerosis múltiple<sup>7,10,11,16,22-24,27,29</sup>, mientras que a favor del tratamiento convencional no hay

ninguno y en cuatro hay diferencias específicas pero no globales en cuanto a efectividad<sup>15,19-21</sup>.

La falta de concordancia entre los estudios podría deberse a las diferencias que hay entre la dosificación de los tratamientos y la escasez de participantes en la muestra<sup>7,10,15,19-24</sup>. Esta podría ser insuficiente para detectar una diferencia significativa entre los grupos<sup>15</sup>, no se podría detectar una mejora significativa<sup>20</sup> y limita la generalización<sup>7</sup> y que haya variedad en los resultados<sup>22</sup>, puesto que tiene bajo poder estadístico<sup>21</sup>. A esto se le añadiría la falta de cegamiento<sup>11,16,19,30</sup> en algunos, aparte de que las medidas para la valoración de la efectividad del equilibrio son diferentes en cada estudio. Por esta razón, la comparación de los estudios no es demasiado fiable, debido a la falta de concordancia entre los diferentes aspectos.

Cabe destacar que se han visto grandes ventajas sobre otros aspectos en la RV y que no se han visto en el tratamiento convencional.

Primero, contribuye a aumentar la concentración en lo que se está realizando, permite estar más presente y prestar más atención<sup>15,19,30</sup> posiblemente a causa de los desafíos cognitivo-motores proporcionados por los ejercicios de RV<sup>19</sup>, las personas son más conscientes de lo que tienen que hacer y se implican más en el ejercicio<sup>30</sup>.

Al mismo tiempo, en general las personas que utilizaron RV disfrutaron del tratamiento, les pareció motivador<sup>15,19,28,29</sup>, más fácil de usar<sup>27,30</sup> y sintieron que era útil y afectaba de manera positiva a su rehabilitación<sup>19,30</sup>, incluso una gran parte de los/las participantes comunicaron que querían seguir con el tratamiento<sup>7,23</sup>. Todo esto estimula la actividad física<sup>28</sup> hace que se pueda realizar una práctica repetitiva y con una mayor intensidad durante un periodo de tiempo prolongado<sup>19,20,25,29,30</sup>. Asimismo, se ha visto que induce una mayor plasticidad sináptica<sup>7,15,25,29</sup>, teniendo un mayor impacto en los resultados tanto motrices como cognitivos<sup>20,29</sup>, así como reducir los niveles de depresión<sup>26,29</sup>.

Por otro lado, es una buena herramienta para el tratamiento a distancia, es decir, para aquellas personas con problemas de movilidad en cuanto a transporte, acceso geográfico o incluso ambos<sup>11</sup>.

También se ha visto que produce un efecto más temprano, la mejora del equilibrio se da de manera más rápida que con el tratamiento convencional<sup>25</sup>.

Por último, permite tratar varias disfunciones a la vez como el equilibrio, el riesgo de caídas, el control postural, el estado físico, la resistencia, la consciencia corporal y la fuerza, así como la sensación de torpeza, rigidez, presencia de espasmos, temblores y pesadez de las extremidades, haciendo que los participantes se sintieran menos cansados, ansiosos y dependientes de los demás<sup>27,28</sup>.

A pesar de que únicamente tres artículos han realizado un seguimiento postratamiento de 1-3 meses sobre los efectos que tienen las diferentes intervenciones sobre el equilibrio, se ha demostrado que es mediante la RV que hay una retención de las mejoras<sup>19,20,25</sup>, por lo que a largo plazo sería un buen tratamiento para disminuir y conservar la sintomatología relacionada con las capacidades motrices de las personas con esclerosis múltiple.

En cuanto al tipo de esclerosis múltiple y en qué momento sería mejor realizar el tratamiento mediante RV sigue sin ser claro, debido a que las características de la muestra, las edades y el tiempo que llevan los/las pacientes desde el inicio de la enfermedad es muy variado. La mayoría de los/las participantes padecían EM remitente recurrente, coincidiendo con que es la más frecuente; aunque en este caso la razón principal era que en la mayoría de los estudios se pedía como criterio de inclusión personas con RR y no otro tipo, o RR y SP y en menos de la mitad cualquier tipo de EM, de manera que muy pocos participantes tenían PP; y no se especifica la razón de esto. Además, en cuanto a la EDSS, siempre es inferior a 7 y superior a 2.5, lo que significaría que las personas que han realizado la intervención varían en cuanto a discapacidad entre una incapacidad mínima (2.5) y una incapacidad de caminar más de unos pasos (7)<sup>31</sup>. De esta manera, los/las participantes serían capaces de realizar los tratamientos de manera adecuada aunque sea con alguna dificultad, teniendo al menos una pequeña incapacidad para que los resultados sean apreciables. De la misma manera, ha sido imprescindible en todos los estudios que los/las pacientes no hubiesen padecido ninguna exacerbación reciente en el momento del estudio. Todo ello podría significar que la RV solamente funcionaría o sería más seguro realizarla en un momento de la enfermedad donde no tengan un pico elevado de sintomatología y que sean capaces de mantener una estabilidad postural adecuada para realizar los ejercicios.

Aun así, no se podría afirmar cual es el perfil de paciente más adecuado para realizar el tratamiento mediante el entrenamiento con RV debido a la heterogeneidad de los/las participantes y que los estudios no especifican cuando es mejor realizar la terapia en cuanto a tipo de EM, edad, duración de la enfermedad y grado de discapacidad, simplemente ponen unos rangos y unos límites que podría ser tanto para realizar la intervención de manera más adecuada y fluida como para estudiar una población no tan amplia que pueda beneficiarse del uso de la técnica en cuestión.

En lo que respecta al tipo de Realidad Virtual más eficiente para poder utilizarla de manera terapéutica, sería la semiinmersiva. Es la opción más utilizada debido a que son dispositivos portátiles, baratos, que ocupan poco espacio y fáciles de instalar<sup>7,16</sup>, pudiéndose utilizar desde casa<sup>11</sup>; incluso en ocasiones se hace uso de consolas comerciales como la Nintendo Wii y la Xbox.. De todos modos, se ha visto que la Nintendo Wii Fit® Balance Board puede provocar caídas, ya que es necesario mantener una postura erguida con control dinámico postural, por lo que no sería segura en casos de personas con niveles altos de discapacidad<sup>10</sup>.

Por otra parte, la realidad virtual totalmente inmersiva consigue una experiencia más completa, que mediante varios dispositivos de audio y visuales es capaz de permitir una mayor interacción para sumergir a la persona en “otra realidad”<sup>20</sup>; y a su vez hay una menor distracción y mejor concentración en aquello que se está realizando<sup>21</sup>. Sin embargo, son dispositivos que tienen requisitos financieros y espaciales mucho más elevados; además, al llevar dispositivos que impiden ver lo que está pasando en la realidad, las personas que no están acostumbradas a estos no tienen tanta confianza y podría impedir que realicen las actividades de equilibrio dinámico de manera óptima debido al miedo a caerse<sup>21</sup>; asimismo se registraron mareos en uno de los estudios que usaron la inmersiva.

La Realidad Virtual no inmersiva solo se utilizó en un estudio y fue combinada con RAGT, de manera que no se ha podido evaluar su efectividad adecuadamente comparada con los otros dos tipos de RV.

Por otra parte, el uso de RAGT combinado con RV parece ser una técnica muy segura, que reduce el riesgo de caídas y que se beneficia de ambas tecnologías, aunque es la más cara y con la que se necesita un espacio más grande<sup>15,25</sup>.

En definitiva, la semiinmersiva parece ser la más adecuada para utilizarla tanto en casa como en un espacio adaptado, siempre y cuando no la utilice una persona que tenga una gran limitación en cuanto al control postural, pues se ha visto que puede no ser segura para personas con altos niveles de discapacidad; en este caso se realizaría la no inmersiva o cualquier tipo de RV combinada con RAGT.

Finalmente comentar que los efectos secundarios de la RV son mínimos, habiéndose registrado solamente en dos estudios, en los que los mareos fueron por el uso de una RV inmersiva<sup>21</sup> y las caídas por el dispositivo en concreto<sup>10</sup>, posiblemente también por el nivel de discapacidad de aquellas personas que sufrieron este inconveniente y no tanto por la RV en sí.

## CONCLUSIÓN

El tratamiento mediante RV es igual o incluso más efectivo que el tratamiento convencional para la mejora del equilibrio en personas con esclerosis múltiple; y ambos mejores que la no intervención. Además, la RV es una opción estimulante, que disminuye el grado de depresión, permite una mayor intensidad y aporta un feedback continuo, que ayuda a las personas a mejorar de manera más independiente y con más motivación.

Cada tipo de RV tiene sus ventajas y desventajas, aunque en cuanto a coste-efecto la semiinmersiva es la más adecuada, a pesar de que el dispositivo que se vaya a aplicar dependerá del grado de discapacidad que tenga la persona que la utiliza. En general, la RV no tiene o tiene efectos adversos mínimos; los pocos mareos que se han registrado han sido mediante el uso de la RV inmersiva.

No obstante, para conocer la efectividad real del tratamiento con RV sería más adecuado realizar estudios con una dosis y una población más homogénea entre estos. También sería necesario que realicen un seguimiento posterior al tratamiento y así conocer el mantenimiento de los efectos, así como investigar y especificar el tipo y el momento de la enfermedad en el que es mejor aplicar el tratamiento.

## BIBLIOGRAFÍA

1. García Merino A, Ramón Ara Callizo J, Fernández Fernández O, et al. Consenso para el tratamiento de la esclerosis múltiple 2016. Sociedad Española de Neurología. *Neurología* 2017; 32: 113–119.
2. Fernández O, Fernández VE, Guerrero M. Esclerosis múltiple. *Med - Programa Form Médica Contin Acreditado* 2015; 11: 4610–4621.
3. Álvarez-Cermeño JC, Arroyo González R, Casanova Estruch V, et al. *Guía Oficial de Práctica Clínica en Esclerosis Múltiple*, [https://www.sen.es/pdf/guias/Guia\\_oficial\\_de\\_practica\\_clinica\\_en\\_esclerosis\\_multiple\\_2014.pdf](https://www.sen.es/pdf/guias/Guia_oficial_de_practica_clinica_en_esclerosis_multiple_2014.pdf) (2014, accessed 20 May 2022).
4. 27 de mayo: Día Mundial de la Esclerosis Múltiple, <https://www.sen.es/saladeprensa/pdf/Link164.pdf> (accessed 20 May 2022).
5. Cameron MH, Nilsagard Y. Balance, gait, and falls in multiple sclerosis. *Handb Clin Neurol* 2018; 159: 237–250.
6. Compston A, Coles A. Multiple sclerosis. *Lancet* 2008; 372: 1502–1517.
7. Khalil H, Al-Sharman A, El-Salem K, et al. The development and pilot evaluation of virtual reality balance scenarios in people with multiple sclerosis (MS): A feasibility study. *NeuroRehabilitation* 2019; 43: 473–482.
8. Problemas de equilibrio - Fundación Esclerosis Múltiple, <https://www.fem.es/es/comunidad-em/observatorio-esclerosis-multiple/sintomas/problemas-de-equilibrio/problemas-de-equilibrio/> (accessed 20 May 2022).
9. Eftekharsadat B, Babaei-Ghazani A, Mohammadzadeh M, et al. Effect of virtual reality-based balance training in multiple sclerosis. <http://dx.doi.org/10.1179/1743132815Y0000000013> 2015; 37: 539–544.
10. Celesti A, Cimino V, Naro A, et al. Recent Considerations on Gaming Console Based Training for Multiple Sclerosis Rehabilitation. *Med Sci (Basel, Switzerland)* 2022; 10: 13.
11. Gutiérrez RO, Galán Del Río F, Cano-De La Cuerda R, et al. A telerehabilitation program by virtual reality-video games improves balance and postural control in multiple sclerosis patients. *NeuroRehabilitation* 2013; 33: 545–554.
12. Martirosov S, Bureš M, Zítka T. Cyber sickness in low-immersive, semi-immersive, and fully immersive virtual reality. *Virtual Real* 2022; 26: 15–32.
13. Virtual reality Definition & Meaning - Merriam-Webster, [https://www.merriam-webster.com/dictionary/virtual reality](https://www.merriam-webster.com/dictionary/virtual%20reality) (accessed 26 May 2022).
14. The 3 Types of Virtual Reality - Heizenrader, <https://heizenrader.com/the-3-types-of-virtual-reality/> (accessed 26 May 2022).
15. Calabrò RS, Russo M, Naro A, et al. Robotic gait training in multiple sclerosis rehabilitation: Can virtual reality make the difference? Findings from a randomized controlled trial. *J Neurol Sci* 2017; 377: 25–30.
16. Yazgan YZ, Tarakci E, Tarakci D, et al. Comparison of the effects of two different exergaming systems on balance, functionality, fatigue, and quality of life in people with multiple sclerosis: A randomized controlled trial. *Mult Scler Relat Disord*; 39.

- Epub ahead of print 1 April 2020. DOI: 10.1016/j.msard.2019.101902.
17. Herbert R, Moseley A, Sherrington C, et al. Escala PEDro-Español. *Physiotherapy* 2000; 86: 55.
  18. Sousa M, Navas Z, Laborde M, et al. Niveles de Evidencia Clínica y Grados de Recomendación Levels of scientific evidence and degrees of recommendation.
  19. Molhemi F, Monjezi S, Mehravar M, et al. Effects of Virtual Reality vs Conventional Balance Training on Balance and Falls in People With Multiple Sclerosis: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2020; 102: 290–299.
  20. Munari D, Fonte C, Varalta V, et al. Effects of robot-assisted gait training combined with virtual reality on motor and cognitive functions in patients with multiple sclerosis: A pilot, single-blind, randomized controlled trial. *Restor Neurol Neurosci* 2020; 38: 151–154.
  21. Ozkul C, Guclu-Gunduz A, Yazici G, et al. Effect of immersive virtual reality on balance, mobility, and fatigue in patients with multiple sclerosis: A single-blinded randomized controlled trial. *Eur J Integr Med* 2020; 35: 101092.
  22. Peruzzi A, Zarbo IR, Cereatti A, et al. An innovative training program based on virtual reality and treadmill: effects on gait of persons with multiple sclerosis. *Disabil Rehabil* 2017; 39: 1557–1563.
  23. Kalron A, Fonkatz I, Frid L, et al. The effect of balance training on postural control in people with multiple sclerosis using the CAREN virtual reality system: A pilot randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil* 2016; 13: 1–10.
  24. Bricchetto G, Spallarossa P, De Carvalho MLL, et al. The effect of Nintendo® Wii® on balance in people with multiple sclerosis: A pilot randomized control study. *Mult Scler J* 2013; 19: 1219–1221.
  25. Russo M, Dattola V, De Cola MC, et al. The role of robotic gait training coupled with virtual reality in boosting the rehabilitative outcomes in patients with multiple sclerosis. *Int J Rehabil Res* 2018; 41: 166–172.
  26. Ozdogar AT, Ertekin O, Kahraman T, et al. Effect of video-based exergaming on arm and cognitive function in persons with multiple sclerosis: A randomized controlled trial. *Mult Scler Relat Disord*; 40. Epub ahead of print 1 May 2020. DOI: 10.1016/J.MSARD.2020.101966.
  27. Tollár J, Nagy F, Tóth BE, et al. Exercise Effects on Multiple Sclerosis Quality of Life and Clinical-Motor Symptoms. *Med Sci Sports Exerc* 2020; 52: 1007–1014.
  28. 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* 2013; 19: 209–16.
  29. Maggio MG, De Luca R, Manuli A, et al. Do patients with multiple sclerosis benefit from semi-immersive virtual reality? A randomized clinical trial on cognitive and mot1. Maggio MG, De Luca R, Manuli A, Buda A, Foti Cuzzola M, Leonardi S, et al. Do patients with multiple sclerosis benefit from. *Appl Neuropsychol Adult* 2022; 29: 59–65.
  30. Robinson J, Dixon J, Macsween A, et al. The effects of exergaming on balance, gait, technology acceptance and flow experience in people with multiple sclerosis:

- a randomized controlled trial. *BMC Sport Sci Med Rehabil*; 7. Epub ahead of print 17 April 2015. DOI: 10.1186/S13102-015-0001-1.
31. Jf K, Edss E, Funcional E. Expanded Disability Status Scale ( EDSS ) de Kurtzke. 1983; 2–5.

## ANEXOS

### Anexo 1: Escala PEDro

#### Escala PEDro-Español

---

1. Los criterios de elección fueron especificados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
3. La asignación fue oculta	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
5. Todos los sujetos fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar"	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	donde:

---

\*1. Este ítem no se utiliza para calcular la puntuación PEDro

## Anexo 2: Clasificación de los niveles de evidencia de Oxford (OCEBM)

Grado de recomendación	Nivel de evidencia	Tratamiento, prevención, etiología y daño	Pronóstico e historia natural	Diagnóstico	Diagnóstico diferencial y estudios de prevalencia	Estudios económicos y análisis de decisión
<b>A</b>	<b>1a</b>	RS con homogeneidad de EC controlados con asignación aleatoria	RS de estudios de cohortes, con homogeneidad, o sea que incluya estudios con resultados comparables, en la misma dirección y validados en diferentes poblaciones	RS de estudios diagnósticos de nivel 1 (alta calidad), con homogeneidad, o sea que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección y en diferentes centros clínicos	RS con homogeneidad de estudios de cohortes prospectivas	RS con homogeneidad de estudios económicos de nivel 1
	<b>1b</b>	EC individual con intervalo de confianza estrecho	Estudios de cohortes individuales con un seguimiento mayor de 80% de la cohorte y validados en una sola población	Estudios de cohortes que validen la calidad de una prueba específica, con estándar de referencia adecuado (independientes de la prueba) o a partir de algoritmos de estimación del pronóstico o de categorización del diagnóstico o probado en un centro clínico	Estudio de cohortes prospectiva con buen seguimiento	Análisis basado en costes o alternativas clínicamente sensibles; RS de la evidencia; e incluyendo análisis de la sensibilidad
	<b>1c</b>	Eficiencia demostrada por la práctica clínica. Considera cuando algunos pacientes mueren antes de ser evaluados	Resultados a partir de la efectividad y no de su eficacia demostrada a través de un estudio de cohortes. Series de casos todos o ninguno	Pruebas diagnósticas con especificidad tan alta que un resultado positivo confirma el diagnóstico y con sensibilidad tan alta que un resultado negativo descarta el diagnóstico	Series de casos todos o ninguno	Análisis absoluto en términos de mayor valor o peor valor
<b>B</b>	<b>2a</b>	RS de estudios de cohortes, con homogeneidad	RS de estudios de cohorte retrospectiva o de grupos controles no tratados en un EC, con homogeneidad	RS de estudios diagnósticos de nivel 2 (mediana calidad) con homogeneidad	RS (con homogeneidad de estudios 2b y mejores)	RS (con homogeneidad) de estudios económicos con nivel mayor a 2
	<b>2b</b>	Estudio de cohortes individual con seguimiento inferior a 80% (incluye EC de baja calidad)	Estudio de cohorte retrospectiva o seguimiento de controles no tratados en un EC, o GPC no validadas	Estudios exploratorios que, a través de una regresión logística, determinan factores significativos, y validados con estándar de referencia adecuado (independientes de la prueba)	Estudios de cohortes retrospectivas o de seguimiento insuficiente	Análisis basados en costes o alternativas clínicamente sensibles; limitado a revisión de la evidencia; e incluyendo un análisis de sensibilidad
	<b>2c</b>	Estudios ecológicos o de resultados en salud	Investigación de resultados en salud		Estudios ecológicos	Auditorías o estudios de resultados en salud
	<b>3a</b>	RS de estudios de casos y controles, con homogeneidad		RS con homogeneidad de estudios 3b y de mejor calidad	RS con homogeneidad de estudios 3b y mejores	RS con homogeneidad de estudios 3b y mejores
	<b>3b</b>	Estudios de casos y controles individuales		Comparación enmascarada y objetiva de un espectro de una cohorte de pacientes que podría normalmente ser examinado trastorno, pero el estándar de referencia no se aplica a todos los pacientes del estudio. Estudios no consecutivos o sin la aplicación de un estándar de referencia		Estudio no consecutivo de cohorte, o análisis muy limitado de la población basado en pocas alternativas o costes, estimaciones de datos de mala calidad, pero incluyendo análisis de la sensibilidad que incorporan variaciones clínicamente sensibles

Grado de recomendación	Nivel de evidencia	Tratamiento, prevención, etiología y daño	Pronóstico e historia natural	Diagnóstico	Diagnóstico diferencial y estudios de prevalencia	Estudios económicos y análisis de decisión
<b>C</b>	<b>4</b>	Serie de casos, estudios de cohortes, y de casos y controles de baja calidad	Serie de casos y estudios de cohortes de pronóstico de poca calidad	Estudio de casos y controles, con escasos o sin estándares de referencia independiente	Serie de casos o estándares de referencia obsoletos	Análisis sin análisis de sensibilidad
<b>D</b>	<b>5</b>	Opinión de expertos sin evaluación crítica explícita, ni basada en fisiología, ni en trabajo de investigación juicioso ni en "principios fundamentales"	Opinión de expertos sin evaluación crítica explícita, ni basada en fisiología, ni en trabajo de investigación juicioso ni en "principios fundamentales"	Opinión de expertos sin evaluación crítica explícita, ni basada en fisiología, ni en trabajo de investigación juicioso ni en "principios fundamentales"	Opinión de expertos sin evaluación crítica explícita, ni basada en fisiología, ni en trabajo de investigación juicioso ni en "principios fundamentales"	Opinión de expertos sin evaluación crítica o basado en teoría económica o en "principios fundamentales"

### Anexo 3: EDSS

0	Examen neurológico normal.
1.0	Sin incapacidad, signos mínimos en un sistema funcional.
1.5	Sin incapacidad, signos mínimos en más de un sistema funcional.
2.0	Incapacidad mínima en un sistema funcional.
2.5	Incapacidad mínima en dos sistemas funcionales.
3.0	Incapacidad moderada en un sistema funcional, o discapacidad leve en tres o cuatro sistemas funcionales aunque completamente ambulatorio.
3.5	Totalmente ambulatorio pero con incapacidad moderada en tres o cuatro sistemas funcionales.
4.0	Completamente ambulatorio sin ayuda, autosuficiente, hasta unas 12 horas al día a pesar de una incapacidad relativamente grave. Capaz de caminar sin ayuda o descansar unos 500 metros.
4.5	Totalmente ambulatorio sin ayuda, levantado durante gran parte del día, capaz de trabajar un día completo, de lo contrario podría tener alguna limitación de actividad completa o requerir asistencia mínima, caracterizada por una incapacidad relativamente grave. Capaz de caminar sin ayuda o descansar durante unos 300 metros.
5.0	Ambulatorio sin ayuda o descanso por unos 200 metros; incapacidad lo suficientemente grave como para imposibilitar actividades diarias completas (por ejemplo, para trabajar todo el día sin disposiciones especiales).
5.5	Ambulatorio sin ayuda o descanso por unos 100 metros; incapacidad lo suficientemente severa como para imposibilitar actividades diarias completas.
6.0	Ayuda constante intermitente o unilateral (bastón, muleta o corsé) para caminar unos 100 metros con o sin descanso.

6.5	Asistencia bilateral constante (bastones, muletas o aparatos ortopédicos) requiere caminar unos 20 metros sin descansar.
7.0	No puede caminar más de 5 metros incluso con ayuda. Esencialmente restringido a una silla de ruedas. Puede usar silla de ruedas manual estándar y puede transferirse solo. Activo en silla de ruedas alrededor de 12 horas al día.
7.5	Incapaz de realizar más de unos pocos pasos. Restringido a silla de ruedas. Puede necesitar ayuda para transferir. Silla manual, pero no puede continuar en una silla de ruedas estándar un día completo. Puede requerir una silla de ruedas motorizada.
8.0	Incapaz de caminar, esencialmente restringido a la cama, silla o silla de ruedas, pero puede estar fuera de la cama la mayor parte del día. Retiene muchas funciones de cuidado personal. Generalmente tiene un uso efectivo de los brazos.
8.5	Esencialmente restringido a la cama la mayor parte del día. Tiene algún uso efectivo de brazo(s). Conserva algunas funciones de cuidado personal.
9.0	Paciente en cama incapacitado. Puede comunicarse y comer.
9.5	Paciente en cama totalmente incapacitado. Incapaz de comunicarse efectivamente o comer/tragar.
10	Muerte por esclerosis múltiple.