

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA



Efectividad de la musicoterapia en esclerosis múltiple. Una Revisión Bibliográfica

AUTOR: Bru Maciá, Francisco

TUTOR: Nouni Garcia, Rauf

Departamento: Fisioterapia

Curso académico 2019-2023.

Convocatoria de junio

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVOS.....	5
MATERIAL y MÉTODOS.....	6
RESULTADOS.....	10
DISCUSIÓN.....	11
CONCLUSIÓN.....	14
ANEXOS.....	15
BIBLIOGRAFÍA.....	25



RESUMEN

Introducción: La esclerosis múltiple (EM) es una enfermedad crónica que afecta al sistema nervioso central, con diversos síntomas que reducen la calidad de vida de los pacientes. La musicoterapia es un enfoque emergente que utiliza la música y elementos musicales como intervención terapéutica. Este método ha sido utilizado en rehabilitación para estimular las funciones cerebrales involucradas en el movimiento, las emociones, el habla, para apoyar en la ejecución del movimiento y de la marcha. El objetivo de este trabajo es revisar la evidencia científica sobre la efectividad de la musicoterapia en pacientes con EM.

Objetivos: examinar la efectividad en el ámbito neuro-psicomotor de la musicoterapia en pacientes diagnosticados de esclerosis.

Método: Se realizó una revisión bibliográfica en bases de datos como Pubmed, Embase, Scopus y Web of Science. Se aplicaron criterios de inclusión y exclusión para seleccionar los estudios relevantes.

Resultados: Se incluyeron 14 estudios en la revisión. La mayoría de los estudios mostraron que la musicoterapia tuvo efectos positivos en la reducción de la fatiga, mejora del estado de ánimo, calidad de vida y patrón de marcha de los pacientes con EM.

Conclusión: Los resultados de esta revisión indican que la musicoterapia puede ser efectiva en el ámbito neuro-psicomotor de los pacientes con esclerosis múltiple, comparada con otras terapias. Sin embargo, se necesita más investigación para establecer protocolos de intervención más específicos y determinar los mecanismos exactos por los cuales la musicoterapia beneficia a los pacientes con EM.

Palabras clave: Esclerosis múltiple; musicoterapia, terapia de danza

ABSTRACT

Introduction: Multiple sclerosis (MS) is a chronic disease that affects the central nervous system, with various symptoms that reduce the quality of life of patients. Music therapy is an emerging approach that uses music and musical elements as a therapeutic intervention. This method has been used in rehabilitation to stimulate the brain functions involved in movement, emotions, speech, to support the execution of movement and walking. The objective of this work is to review the scientific evidence on the effectiveness of music therapy in patients with MS.

Objectives: to examine the effectiveness in the neuro-psychomotor field of music therapy in patients diagnosed with sclerosis.

Method: A bibliographic review was carried out in databases such as Pubmed, Embase, Scopus and Web of Science. Inclusion and exclusion criteria were applied to select relevant studies.

Results: 14 studies were included in the review. Most studies showed that music therapy had positive effects on reducing fatigue, improving mood, quality of life, and gait pattern in MS patients.

Conclusion: The results of this review indicate that music therapy can be effective in the neuro-psychomotor field of patients with multiple sclerosis, compared to other therapies. However, more research is needed to establish more specific intervention protocols and determine the exact mechanisms by which music therapy benefits people with MS.

Keywords: Multiple sclerosis; music therapy, dance therapy

INTRODUCCIÓN

La esclerosis múltiple (EM) es una enfermedad inflamatoria de carácter crónico del sistema nervioso central que produce desmielinización y degeneración axonal (1). El curso de la enfermedad es impredecible y presenta diferentes formas de manifestación. La más frecuente, en un 80% de los casos, es la “recurrente-remite” que se caracteriza por la aparición de exacerbaciones y remisiones. La forma “primaria-progresiva” afecta a un 15% de todos los casos de EM y se caracteriza por un desarrollo de una discapacidad escalonada. La EM “progresiva-recurrente” aparece en un 5% de todos los casos y se caracteriza por que empeora escalonadamente además de producirse ataques discretos (2).

Las personas que padecen de EM presentan una combinación de síntomas, como pueden ser de déficits funcionales: debilidad motora, espasticidad, disfunción sensorial, pérdida visual, ataxia, fatiga, dolor, incontinencia; déficits cognitivos: memoria, atención disfunciones de ejecución y problemas psicosociales, conductuales y ambientales (2) reduciendo su calidad de vida (3).

La etapa de inicio de la enfermedad ocurre entre los 20 y 40 años, con una preponderancia de 3:1 de veces más frecuentes en las mujeres (4). La prevalencia media global de la esclerosis múltiple es 33 por cada 100 000 personas (4). En España, la prevalencia ronda en torno a 100 casos por 100 000 habitantes, perteneciendo a regiones de medio y alto riesgo en términos de área de prevalencia. (5).

Esta alta prevalencia ha dado lugar a la aparición de diferentes estrategias y enfoques posibles, como nuevos tratamientos para la EM, debido a la gran cantidad de síntomas que reducen la calidad de vida de las personas que padecen EM (6).

El ejercicio físico en pacientes con EM es un ejemplo de tratamiento actual con un impacto positivo en la pluralidad de síntomas que pueden presentar, principalmente en la fatiga y el equilibrio, mejorando la calidad de vida de los pacientes sin presentar efectos adversos, siempre que la actividad física se realice con la intensidad adecuada (7).

Un nuevo enfoque para abordar la EM es la musicoterapia, la cual se define como el uso de la música y elementos musicales, como escribir música, cantar canciones de repertorio ligero, clásico y popular, asociación ritmo-movimiento (desde la relajación física hasta los gestos libres o secuencias rítmicas estructuradas o de baile), la improvisación instrumental y la escucha de pistas musicales (8,9,10). A su vez, la musicoterapia se divide en 3 principales ramas: receptiva (pasiva), música activa (participa activamente el paciente) y música integrativa (combina música con otras formas de arte) (11). Este método ha sido utilizado en rehabilitación para estimular las funciones cerebrales involucradas en el movimiento, las emociones, el habla, para apoyar en la ejecución del movimiento y de la marcha, para reducir el dolor mediante el canto o para abordar las necesidades emocionales y conseguir una sensación de bienestar. Dentro de ámbito de la rehabilitación, este abordaje puede incluir escuchar música y moverse al ritmo de esta (rutinas de movimiento múltiple acompañado de música (M2M) o estímulo rítmico auditivo (RAS), tocar un instrumento, improvisar música a través de la voz, actividades del hablar mediante el empleo del canto y música combinada con otras modalidades. En el ámbito fisioterapéutico, la musicoterapia utiliza mayoritariamente como medio de empleo la actividad física, para la estimulación motora y cognitiva, siendo la musicoterapia una herramienta muy útil y efectiva para potenciar y mejorar los resultados del tratamiento (9).

De forma complementaria, las estrategias de musicoterapia con enfoque terapéutico y junto con el ejercicio físico ayudan a evocar cambios en el estado de ánimo. A su vez, en las últimas décadas se ha investigado el potencial que generan los estímulos musicales para activar áreas de “percepción” y “producción” (12), además de dar respuestas de mayor actividad en regiones del cerebro ubicados en el estriado ventral, el tálamo y liberando dopamina en el núcleo accumbens provocando mejoras en el

sistema de recompensa meso-cortico-límbico dando ganancias positivas en el aprendizaje por refuerzo con la música (13). Por otro lado, la musicoterapia se incorpora dentro de las intervenciones para la neurorrehabilitación ayudando el movimiento de las extremidades (12,14), mejorando la movilidad y resistencia al caminar y contribuyendo a reducir la fatiga percibida durante la marcha (15) (16), justificado por las vías dopaminérgicas del circuito mesolímbicos y de recompensa(15).

Los tratamientos de la EM se centran en recibir tratamiento farmacológico, los más comunes son los corticosteroides, inmunomoduladores e inmunosupresores entre otros, realizando tratamiento combinando de varios fármacos con diferentes mecanismos para ser más eficaces y aliviar los síntomas del paciente (17). En la rehabilitación de pacientes con EM son tratados por los síntomas como la espasticidad, la fatiga, la ataxia entre muchos otros (18). Sin embargo, sería conveniente integrar la parte cognitiva del paciente a las terapias rehabilitadoras convencionales (11). Actualmente, fruto del avance de la medicina integrativa, se utilizan terapias complementarias al tratamiento convencional que pueden aportar beneficios a estos pacientes con pocos riesgos. La musicoterapia se puede catalogar como un tratamiento complementario económico y se puede aplicar como intervención en el hogar. Sin embargo, se conoce poco sobre la efectividad y beneficios que brinda la musicoterapia como tratamiento combinado con otras modalidades como, por ejemplo, el ejercicio para la esclerosis múltiple. Por consecuente, el objetivo de este trabajo es revisar y comprobar la evidencia científica sobre la efectividad de la musicoterapia en la mejora de la calidad de vida y en otros aspectos como el estado de ánimo, la marcha, la fatiga la coordinación, en pacientes con esclerosis múltiple.

PICO

P: Pacientes diagnosticados de esclerosis múltiple

I: Musicoterapia

C: Otras terapias

O: Ámbito neuro-psicomotor.

¿Es efectiva la musicoterapia en pacientes con esclerosis múltiple en el ámbito neuro-psicomotor comparado con otras terapias?

OBJETIVOS

Objetivo general

-Conocer la efectividad en el ámbito neuro-psicomotor de la musicoterapia en pacientes diagnosticados de esclerosis.

Objetivos específicos

- Comprobar si la musicoterapia reduce la fatiga.
- Comprobar si la musicoterapia mejora el estado de ánimo y la calidad de vida de los pacientes.
- Verificar si la musicoterapia aporta beneficios en el patrón de la marcha.



MATERIAL y MÉTODOS

La revisión ha sido aprobada por la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández de Elche con el COIR: **TFG.GFL.RNG.FBM.230130**

-METODOLOGÍA DE LA BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica utilizando las bases de datos-Pubmed, Embase, Scopus, y Web of Science el 9 de marzo de 2023.

Se realizó una búsqueda de las palabras clave a través de los descriptores en ciencias de la salud (DeCS). Las palabras clave-empleadas para la búsqueda bibliográfica fueron “multiple sclerosis”, “music therapy”, “dance therapy”, “dancing”, “music” como términos Mesh y como términos libres: “rhythm”, “acoustic”. Estas se combinaron utilizando operadores booleanos AND y/o OR.

La selección y extracción de los datos se hizo de acuerdo con recomendaciones PRISMA para revisiones sistemáticas (19). También se realizó búsqueda manual por autores relevantes (Lousin Moumdjian y Barbara Seebacher)

Los filtros de búsqueda establecidos fueron los siguientes: publicados los últimos 10 años; humanos; idioma en inglés y español; y ensayos clínicos y estudios observacionales

Criterios de inclusión:

- Artículos que traten con Imaginería motora asociado a la musicoterapia
- Pacientes con cualquier variante diagnosticada de EM
- Artículos con una puntuación de 6 o más en la escala Pedro
- Artículos con una puntuación de 6 o más en la escala JBI Tools

Criterios de Exclusión:

- Estudios que no incluyan resultados sobre fatiga, funcionalidad, calidad de vida, marcha.
- Artículos de terapias musicales de voz únicamente o de tocar solo instrumentos.
- Estudios con menos de 3 participantes.
- Participantes diagnosticados con demencia
- Estudios sin grupo comparacional

Las ecuaciones de búsqueda se muestran en la **Tabla 1**.

Pubmed	(("multiple sclerosis"[MeSH Terms]) OR ("multiple sclerosis"[Title/Abstract])) AND (((((((("music therapy"[Title/Abstract]) OR (music therapy[MeSH Terms])) OR (dance therapy[MeSH Terms]) OR ("dance therapy"[Title/Abstract])) OR ("dancing"[MeSH Terms]) OR ("dancing"[Title/Abstract])) OR ("rhythm"[Title/Abstract])) OR ("music"[Title/Abstract])) OR ("music"[MeSH Terms]))
Embase	'multiple sclerosis'/exp OR 'multiple sclerosis':ti,ab,kw AND ('music therapy':ab,ti OR 'dance therapy':ab,ti) AND 'therapy':ti OR 'music'/exp OR 'music' OR 'rhythm'/exp OR 'rhythm'
Scopus	TITLE-ABS-KEY (multiple AND sclerosis) AND TITLE-ABS (music AND therapy) OR TITLE-ABS (dance AND therapy) OR TITLE-ABS (music) OR TITLE-ABS (acoustic)
Web of Science	((TS=("multiple sclerosis")) OR TI=("multiple sclerosis")) OR AB=("multiple sclerosis")AND ((AB=("music therapy")) OR AB=("dance therapy")) OR AB=("music")

Tabla 1. Estrategias de búsqueda. Elaboración propia.

Tras una identificación inicial se aplicaron los filtros de búsqueda propuestos. Posteriormente se realizó un cribado de los títulos y resúmenes pertinentes mediante lectura crítica de los mismos, descartándose los que estuviesen duplicados y aquellos cuyo contenido no cumplía el objetivo del estudio o no se ajustaban a los criterios de inclusión. A continuación, se muestra en la Figura 1 el diagrama de flujo de los resultados obtenidos durante el proceso de búsqueda de artículos de esta revisión bibliográfica, siguiendo las normas PRISMA.

Diagrama de flujo BASES DE DATOS

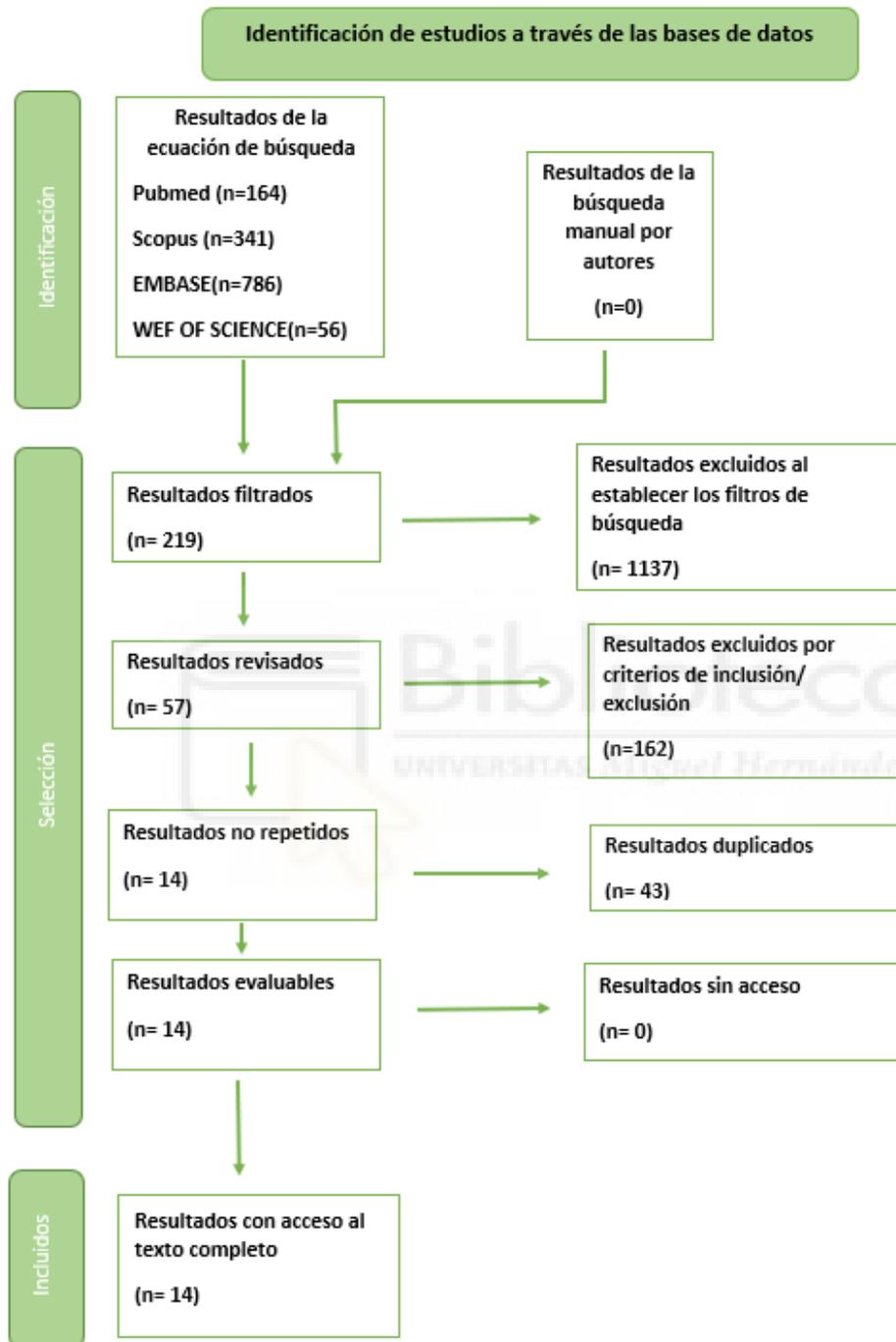


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA. Elaboración propia

Una vez finalizada la selección de los artículos, se procedió a la evaluación de la calidad metodológica y el riesgo de sesgo de estos mediante las escalas Pedro para ensayos clínicos y las herramientas propuestas por JBI tools para el resto de los estudios con un diseño diferente.

La escala Pedro califica a los estudios con una calidad metodológica excelente a aquellos que consiguen 9-10 puntos, con una calidad metodológica buena a los que consiguen 6-8 puntos, con una calidad metodológica regular aquellos que consiguen 4-5 puntos, con una calidad metodológica mala para los que consiguen menos de 4 puntos(20). Para valorar la calidad de los casos controles se utilizó la escala JBI Tools para casos controles cuya escala presenta la misma calificación que la escala Pedro.



RESULTADOS

El número de artículos seleccionados finalmente para esta revisión ha sido de 14 artículos. Toda la información extraída de estos artículos se puede consultar en la **Tabla 2. Resumen estudios analizados.**

En total, se incluyeron a 622 participantes con una distribución de 454 mujeres y 195 hombres. La edad media de los participantes fue de 49.15 años. El diagnóstico de la variante de EM predominante es la “recurrente-remitente” fue diagnosticada en 123 participantes. El mayor tamaño muestral fue de 81 participantes (24) y el menor tamaño de 15 participantes(23) . La duración de intervención máxima fue de 40 sesiones (29), en cambio la mínima fue de 1 sesión en casos controles (26) y 2 días para los ECA (30). En diversos estudios, las intervenciones presentan una variabilidad en su duración. Algunos de ellos tienen una duración aproximada de 12 minutos(15,25,31), mientras que otros se extienden por 17 min.(21,22,23,30). Además, se identificaron intervenciones de 30(26), 60(14,24,27,29) y 90 min. (28) respectivamente.

Los objetivos de los estudios incluidos fueron varios; la música se utilizó para influir en mejorar la fatiga (15,21,22,23,24,25,26,27,28), la marcha (15,21,22,23,24,26,27,28), la destreza manual (14), cambios en la calidad de vida (22,23,24,27,29) cambios al nivel cognitivo (15,30) y de ánimo (12,15,25,26). Para demostrar la efectividad de las intervenciones se compararon con un grupo control en blanco (24), con tratamientos de rehabilitación convencional (12,14,29), con actividades sin música(14,21,22,23,24,27).

Cuatro ensayos emplearon la IM con claves auditivas y metrónomos marcando el ritmo de la marcha (21,22,23,27); 2 artículos utilizaron el dispositivo AMPEL (30,31); 4 casos y controles emplearon la marcha con diferentes ritmos(15,25,26,29); 5 ensayos clínicos utilizaron ejercicios basados en casa como intervenciones. (12,21,22,23,27); 1 ensayo clínico empleo tocar el piano; 1 ensayo clínico empleó baile(28).

Se incluyen un total de 9 ECA en el estudio, la evaluación de la calidad destaca la ausencia del cegamiento de los pacientes como también de la evaluación por lo que pueden tener riesgo de sesgo de detección, sin embargo, la calidad metodológica de los ECA califica a todas con una calidad buena.

Ver tabla 3. Calidad metodológica escala Pedro. En los casos y controles el número total incluidos son 4, destacan la ausencia de factores de confusión y estrategias para tratarlas. La calidad metodológica califica como buena calidad a los estudios de casos y controles analizados. **Ver tabla 4. Calidad metodológica escala JBI Tools para casos y controles.**

DISCUSIÓN

El propósito de esta revisión sistemática fue evaluar la efectividad de la musicoterapia en el ámbito neuro-psicomotor en los pacientes con esclerosis múltiple. El resultado muestra que la musicoterapia junto con otras terapias puede resultar útil para mejorar varias funciones del paciente como la marcha, reducir la fatiga y la calidad de vida de los pacientes con EM.

Dentro del ámbito de la musicoterapia, habitualmente se utiliza para abordar el dolor a través de escuchar música, cantar, etc. Además, con el objetivo de atender las necesidades emocionales y promover una sensación de bienestar utilizando esta herramienta a través de improvisaciones musicales, componiendo o cantando (9). El presente estudio se enfoca en el uso de la musicoterapia en entornos de rehabilitación, donde investigaciones, han demostrado que se potencia el efecto de las intervenciones físicas combinándola con la musicoterapia estimulando a su vez la parte cognitiva de los pacientes(7,8,11,33).

Fatiga

Varios estudios demuestran que la fatiga en pacientes con EM mejora al utilizar la musicoterapia combinada con la imaginación motora(21,22,23,30). Para evaluar adecuadamente la fatiga en la técnica de imaginación motora, se debe considerar la influencia directa de los mecanismos cognitivos en la fatiga, lo que resalta la importancia del uso de la escala de impacto del cansancio modificada (MFIS) (32), la cual, tiene en cuenta la fatiga mental y la física. Debido a su enfoque integral, la IM es una técnica que requiere una carga cognitiva significativa en comparación con otras técnicas de fisioterapia. Por ello, se recomienda que las sesiones deben ser cortas(34); los estudios incluidos rondan los 17 minutos por sesión (21,22,23,26). Complementando la IM con la musicoterapia, Seebacher et al.(21) comenta que los pacientes aseguran que las intervenciones con IM con claves rítmicas son seguras y convenientes debido a que pueden practicar mientras estaban sentados en sus hogares. La música mejora la calidad de vida por excitación, atención y esfuerzo percibido contribuyendo a que perciban una mejora de la fatiga física los pacientes que utilizan la IM junto con claves rítmicas(22,23,30). En estudios anteriores (15, 25, 26, 29), se ha constatado que los pacientes experimentan una menor fatiga al utilizar música en lugar de metrónomos (es un dispositivo que reproduce una nota musical en intervalos de tiempo predefinidos). Estos aparatos, a pesar de ser pulsos estables e inequívocos en comparación con las complejidades rítmicas de la música, suelen resultar monótonos para los pacientes. Otras técnicas como la danza también han demostrado que disminuyen la fatiga de los pacientes(28). Una de las hipótesis por la que se reduce la fatiga con la música es debido a que la música libera dopamina, a causa de la estimulación de los circuitos dopaminérgico-mesolímbico y de recompensa en el área ventral tegmental del mesencéfalo(13). Además, Zerpa et al. (35) contemplan que la IM requiere como mínimo de 16 sesiones para que el tratamiento sea eficaz. Por otro lado, la realización de la IM se ve influenciada por varios factores, entre ellos el grado de discapacidad, la cronicidad de la enfermedad y la edad de los sujetos. Estos factores tienen un impacto significativo en las habilidades de imaginación del paciente y, por lo tanto, en la eficacia de la técnica empleada, dado que la capacidad cognitiva del paciente tiende a disminuir y con ello la capacidad de imaginación(36). Seebacher B et al. (22) encontraron una mejora en la fatiga psicológica en todos los grupos de intervención en comparación al grupo control, sin embargo, sólo encontraron mejora en la fatiga física en el grupo que realizó IM con guía musical. Por el contrario, en un estudio posterior de Seebacher et al. (27) solo la música con guía musical y verbal mejora la fatiga psicológica. Estas discrepancias en los resultados pueden deberse a las diferentes escalas utilizadas entre los estudios para medir la variable en cuestión, así como la heterogeneidad de los grupos que los hace difícilmente

comparables. Sería conveniente para futuros estudios homogeneizar los grupos de estudio y las herramientas de medición de las variables a estudio.

Calidad de vida

La calidad de vida ha sido siempre una variable para tener en cuenta en las terapias de fisioterapia. En varios estudios incluidos en esta revisión(12,15,25,26,29)se puede observar resultados positivos respecto a la mejora de calidad de los pacientes. Siendo este campo prometedor para una investigación futura. Esta mejora se puede deber a los déficits en el control motor que presentan las personas al inicio del estudio con EM y que afectan directamente en la calidad de vida. (35). Los resultados afirman que la música junto con la danza mejora la autoestima, la esperanza y la autoeficacia contribuyendo a la mejora de calidad de vida(28). La IM también ayuda a aumentar calidad de vida (15,25,26,29). Impellizzeri et al. (12) respalda que la musicoterapia neurológica (NMT) es un método para influenciar el estado de ánimo como también mejorar la motivación, el estado emocional y funciones cognitivas como el almacenamiento de la memoria a largo plazo y recuerdos de retardado de información visual-espacial contribuyendo en una mejora de la calidad de vida de los pacientes. Esto se debe probablemente la capacidad de la música para estimular la producción de dopamina, a través de la activación del área ventral tegmental concretamente en los circuitos dopaminérgico-mesolímbico y de recompensa (12,15,25,26,29).

Marcha

Varios estudios(15,21,22,23,24,25,26,27,28) indican resultados positivos para la marcha en pacientes con EM. Zerpa et al.(35) exponen que, un aspecto importante al combinar la música con la IM es el tipo de IM utilizado, que puede implementarse como metrónomo, guías verbales, musicales, entre otros y siguiendo el modelo physical, environment, task ,timing, learning ,emotion, perspective (PETTLEP). Este modelo es un enfoque utilizado con el objetivo de mejorar el rendimiento de los pacientes mediante la simulación de las características y condiciones del entorno de competencia. Además, ha demostrado que existen mejoras más relevantes con guías externas; en el contexto de la IM, uno de los enfoques utilizados es la perspectiva en tercera persona, que se puede llevar a cabo a través de los modos kinestésico o visual ,es decir, pacientes con EM podían imaginar mejor los movimientos si se observa a sí mismo realizando el movimiento a distancia durante la intervención facilitando el aprendizaje motor. Seebacher et al. (23) demostraron que, para pacientes con EM que han sufrido un infarto de miocardio, a través del ensayo repetido que supone imaginar caminar, se facilita su aprendizaje, siendo más efectiva la imaginación motora si se aplicaba con señales musicales. Seebacher et al. (21,23) también demostraron una mejora significativa de los pacientes tanto en la velocidad de la marcha como en la prueba de 6MWT. Moumdjian et al. (15,25,26) teoriza que esta mejora de la marcha puede deberse a que los pacientes con la música salen de su zona de confort cuando caminan con música y al ritmo de los tempos marcados a la vez que se obtiene mejor sincronización con música que con metrónomos debido a que estos requieren más recursos cognitivos. Seebacher et al. (22) respalda que los pacientes tienen una mejor percepción de la marcha con metrónomos en comparación con pistas musicales. Un tratamiento empleando las dos formas sería mejor ya que la combinación resultaría una terapia más completa. En definitiva, la IM combinada con musicoterapia puede ser un posible tratamiento para el hogar, pero se requieren más estudios futuros para respaldarlo debido a que actualmente en el estudio los resultados son descritos y valorados a interpretación de los pacientes sin supervisión de un evaluador. Esta técnica tiene como limitación que requiere una buena capacidad de visualización motora para poder ser efectiva(21,22,23,27). Young et

al. (24) hallaron una mejora significativa en la distancia 6MWT tras una intervención de fitness "Move 2 Music" para personas con EM, en la que se realizaban diferentes movimientos con música, con una parte específica centrada en la aptitud cardiorrespiratoria. También obtuvieron una mejora significativa en la prueba timed up and go (TUG) mejorando el equilibrio los pacientes con EM, defendiendo que la mejora de la distancia recorrida se debe a que la terapia con M2M se diseñó para centrarse en la mejora de la movilidad mediante la mejora de la amplitud de movimiento, la fuerza muscular, la resistencia y el equilibrio. Young et al. (24) afirma que la terapia M2M es un método viable y más atractivo que otras formas técnicas para el tratamiento de pacientes con EM. Maggio et al. (29) obtuvieron mejoras significativas en el equilibrio estático y dinámico con el empleo del dispositivo gait trainer 3 (GP3) aplicando estímulos auditivos rítmicos (RAS). Los autores afirman que las mejoras pueden deberse a un efecto de estimulación asociativa emparejada (estimulación de abajo arriba a través de la cinta rodante y estimulación de arriba abajo gracias a la estimulación acústica) incrementando la plasticidad neuronal de las vías disfuncionales. Veldkamp et al. (30) y Moundjian et al. (31) encontraron mejoras en los tiempos de los pasos al utilizar el dispositivo Plataforma de movimiento aumentado para el aprendizaje incorporado (AMPEL). La secuencia de melodía con AMPEL, produce una retroalimentación que mejoró tanto la velocidad de ejecución como el tiempo de respuesta, y se demostró que era un complemento eficaz para el entrenamiento de la marcha, al integrar el sistema cognitivo y motor como una unidad funcional. Aunque la velocidad de la marcha aumenta con la aplicación de la IM (21,22,23,27) puede haber cambios en la variabilidad de la longitud de los pasos, siendo los pasos más cortos con metrónomos y más largos con guías musicales (15,26,27). Esto puede ser debido a que el empleo de la música o los metrónomos supone una sobrecarga de estimulación cognitiva diferenciada para los pacientes. Moundjian et al. (15) encontraron que los pacientes sincronizan mejor la marcha con los metrónomos combinada con IM en comparación con la música combinada IM. Por el contrario, en un estudio posterior, Moundjian et al. (26) detectaron que los pacientes sincronizaban mejor los pasos con música combinada con IM, probablemente debido a que las sesiones duraban más tiempo que en su estudio previo (15) y a que los pacientes, a medida que aumenta el tiempo de la sesión, percibían menos fatiga cognitiva con la música que con los metrónomos y sincronizan mejor los pasos.

Esta revisión presenta varias limitaciones a pesar de que ha sido realizada siguiendo las directrices PRISMA(19) mediante la obtención de artículos científicos en las diferentes bases de datos localizadas. Estas pueden ser las sujetas a los términos de búsqueda y estrategias utilizadas y los estudios que puedan haber escapado a las mismas. También se han podido ignorar ciertos artículos por los filtros utilizados y por qué estén en un idioma diferente al inglés y español, suponiendo un sesgo de localización por idioma. También es posible que esté presente un sesgo de la literatura publicada por el cual los trabajos con malos resultados presenten mayor dificultad para ser publicados y/o localizados. Además, esta revisión fue realizada por una única persona. Dentro de los artículos incluidos en esta revisión destacan una serie de limitaciones, como tamaños pequeños de muestra, desbalanceo de los grupos respecto al sexo, estudios sin identificación de los tipos de EM de los pacientes y ausencia de cegamiento de los sujetos, evaluadores y terapeutas. Finalmente, sería ventajoso para estudios futuros, realizar ensayos clínicos bien diseñados empleando muestras de mayor tamaño con el fin de aportar mayores niveles de evidencia, Asimismo, se recomienda asegurar la homogeneidad de los grupos funcionales, lo cual contribuirá a obtener resultados más confiables, así como equilibrar los grupos en términos de género y tipos de esclerosis múltiple (EM). Una sugerencia adicional para perspectivas futuras es implementar un enmascaramiento (cegamiento) de los pacientes, evaluadores y terapeutas, con el objetivo de lograr resultados más uniformes.

CONCLUSIÓN

Los resultados del presente estudio evidencian la efectividad de la musicoterapia en la esclerosis múltiple demostrando:

- 1) La musicoterapia ha demostrado ser efectiva en el ámbito neuro-psicomotor de las personas con EM.
- 2) Disminuye la fatiga con el empleo de la musico terapia aplicado con otras terapias
- 3) La musicoterapia ha mostrado una efectividad en la calidad de vida y un aumento en estado de ánimo en las personas con EM.
- 4) Mejora el patrón de la marcha la musicoterapia en conjunto con otras terapias.



ANEXOS

Tabla 2. Resumen estudios analizados. Elaboración propia.

Autor	Tipo estudios	Muestra	Descripción Intervención/exposición	Escala	Resultados
Gatti, Tettamanti, Lambiase, Rossi et al 2015.	ECA	n=19 M=12 H=7 Edad: 46±9.6	EG: Tocar el piano encendido 30 min por día durante 2 semanas Fisioterapia convencional 30 min, 5 días durante 3 semanas GC: Tocar piano apagado 30 min por día durante 2 semanas y fisioterapia normal	ABILHAND 9HPT Dinamómetro de Jamary Pitch	Mejora la velocidad y precisión del movimiento manual (p = 0.003) ABILHAND
Seebacher, Kuisma, Glynn, Berger et al 2015.	ECA	n=30 M=22 H=8 Edad: 45.13 EDSS: 2.6	EG: IM con música y señales verbales EG: IM con metrónomo y señales verbales GC: IM 17 min. 6 veces por semana durante 4 semanas.	MFIS MSQL1 T25FW 6MWT	Mejora Fatiga Mejora velocidad marcha: Media grupo A y B : -0.9 s (95 % CI -1.3, -0.5) grupo C: s 0.4 s (95 % CI -0.3, 1.1) Mejora la distancia recorrida: Media grupo A: 68.1 m (95 % CI 51.4, 84.7) grupo B: 92.9 m (95 %

					CI 55.2, 130.5
Seebacher, Kuisma, Glynn, Berger et al 2017.	ECA	n=59 M:46 H:13 Edad: 44.4±15.4 EDSS:2.0	EG: n=19) Música con señales y IM con señales verbales; 6 veces por semana durante 4 semanas EG: (n=20) IM con señales de música; 6 veces por semana durante 4 semanas GC: (n=20) IM; 6 veces por semana durante 4 semanas 17 min. 6 veces por semana durante 4 semanas.	T25FW 6MTW MSWS-12 MFIS MSIS-29 CVRS SF-36	Mejora la velocidad de la marcha: Con música: (p=0,033); con metrónomos: (p=0,006) Mejora distancia recorrida con música: 6MWT → (p<0.0001) Mejora la percepción de caminar con metrónomos: (p = 0.001) Mejora la fatiga física (p=0.001) Mejora la calidad de vida, vitalidad y funcionamiento del rol social: <u>SF-36:</u> Funcionamiento físico: (p= 0.0006); Vitalidad: (p = 0.003); Dolor: (p <0.0001); Percepción general de salud: (p = 0.004); Rol social funcional: (p = 0.00041) ;Salud mental: (p = 0.018)
Seebacher, Kuisma, Glynn, Berger et al	ECA	n=15 M:13 H:2 Edad: 48 EDSS: 3.17	EG: n=5)IM con acompañamiento musical y verbal ; 6 veces por semana durante 4 semanas EG: (n=5) IM con música ; 6 veces por semana durante 4 semanas GC: (n=5) IM; 6 veces por semana durante 4 semanas	T25FW 6MTW MFIS MSQL1 MSIS-29 KVIQ-10 TDMI	Mejora la velocidad marcha MVM: -0.1 (-0.7, -0.1); MMI -0.4 (-0.9, -0.3); MI: -0.4 (- 0.4, - 0.3) Mejora la distancia recorrida de la marcha MVM: 85.5 (59.4, 97.1); MMI 65.1 (39.5, 74.8); MI: 33.6 (11.6, 77.7) Mejora la fatiga en

2018.			17 min. 6 veces por semana durante 4 semanas.		<p>todos los grupos: MVM: -9.0 (-13.0, 4.5); MMI -6.0 (-23.5, -3.0); MI: -9.0 (- 10.5, -4.5)</p> <p>Mejora la calidad de vida: MVM: -1.2 (- 11.9, 3.7; MMI -7.5 (- 13.7, - 2.5); MI: - 2.5 (-8.1, 6.2)</p>
Young, Mehta, Herman, Wang et al 2019	ECA	<p>n=81 M:66 H:15 Edad: 49,67±10.33 EDSS: 2.37 Duración enfermedad: 12.64</p>	<p>EG: (N=27) M2M 60 min, 3 veces por semana durante 12 semanas</p> <p>EG: (n= 26) Fit Yoga, 60 min. 3 veces a la semana durante 12 semanas</p> <p>CG: (n=28) Sin intervención</p>	<p>TUG 6MWT FTSST PROMIS</p>	<p>Sin diferencias significativas en comparación con los grupos.</p> <p>Mejora el equilibrio y la movilidad al caminar: TUG: -1,9 s [-3,3 a -0,5], P = 0,01, d = 0,7)</p> <p>Mejora la resistencia al caminar: 6MWT: (41,0 m [2,2-80,0] , p = 0,04, d = 0,6)</p>
Moumdjian, Moens, Vanzeir, Klerck et al 2019	Casos y controles	<p>n=61 M:45 H:16 Años: 52.61 Duración enfermedad: 17.19±9.83 Diagnóstico RR:20 SP:6</p>	<p>EG: (N=31) 3 sesiones, una descriptiva y dos sesiones experimentales con 1 semana descanso entre sesión.</p> <p>Caminar a 6 ritmos; igualando PWC hasta un 10%</p> <p>1° caminar 15s en silencio; 3 min. estímulos auditivos; 3 min. descanso</p> <p>Segunda sesión pista musical</p> <p>“Sanctum de Shades of the Abyss”</p>	<p>DGI TUG T25FW 6MWT 7/24 SRT SDMT PASAT Buschke SRT</p>	<p>Menos percepción de fatiga (p<0.0001)</p> <p>Mayor motivación con música (p =0.0003)</p> <p>Compas más cerca del PWC los pasos ocurrieron antes y en tempo más altos ocurrieron después del compás</p>

		PP:4	CG: (n=30) Mismo tratamiento.		
Moumdjian, Moens, Maes, Nieuwenhoven et al 2019	Casos y controles	n=61 M:45 H:16 Años:52.61 Duración enfermedad: 17.19±9.83 Diagnóstico RR:20 SP:6 PP:4	EG: (N=31) 3 sesiones una descriptiva y dos sesiones experimentales. Caminar a 6 ritmos; igualando PWC hasta un 10% 1º caminar 15s en silencio; 3 min. estímulos auditivos; 3 min. descanso Segunda sesión pista musical “Sanctum de Shades of the Abyss” CG: (n=30) Mismo tratamiento.	TUG DGI T25FW 6MWT 7/24 SRT PASAT SDMT Buschke SRT	Ritmo marcha más cercana con música que con metrónomo (p < 0.0001) Menos fatiga con música (p<0.0001) Más percepción fatiga con metrónomos (p<0.0001) Mayor motivación con música (p < 0.0001) CG, zancada más corta con música
Moumdjian, Moens, Maes, Geel et al 2019	Casos y controles	n=61 M:46 H:16 Años:52.61 Duración enfermedad: 17.19±9.83 Diagnóstico RR:20 SP:6 PP:4	EG: (N=31) Caminar 12 min. en diferentes condiciones: con música, con metrónomo y en silencio. 15 min de descanso entre cada condición CG: (n=30) Caminar 12 min. en diferentes condiciones: con música, con metrónomo y en silencio. 15 min de descanso entre cada condición	T25FW 6MWT Likert Scale MSWS MFIS Borg Scale	Caminar con música menos fatigante comparado con metrónomos (p = 0.0002) Mayor motivación con música (p < 0.0001) Mejor cadencia, el caminar con música y metrónomos en comparación con caminar en silencio(p < 0.0001) Mayor velocidad marcha en música en comparación con los metrónomos (t = 3.21, p = 0.0042) Menores pasos con música que con

					metrónomos. ($t = 5$, $p < 0.0001$)
Seebacher, Kuisma, Glynn, Berger et al 2019	ECA	<p>n=60</p> <p>M:48 H:12</p> <p>Edad:44.36</p> <p>EDSS: 2.6 (1.5, 4.5)</p>	<p>EG: (N=19) IM con claves rítmicas</p> <p>17 min. sesión, 6 veces a la semana durante 4 semanas</p> <p>EG: (n= 20) IM con metrónomo</p> <p>17 min. sesión, 6 veces a la semana durante 4 semanas</p> <p>CG: (n=20) IM</p> <p>17 min. sesión, 6 veces a la semana durante 4 semanas</p>	<p>T25FW</p> <p>6MWT</p> <p>MFIS</p> <p>MSIS-29</p> <p>KVIQ-10</p> <p>TDMI</p>	<p>Mejora la fatiga ($p < 0.01$)</p> <p>Psicológica solo en MVMI ($p=0.030$)</p> <p>Mejor calidad de vida ($p=0.030$)</p> <p>Mayor velocidad de la marcha</p> <p>T25FW :($p = 0.013$)</p> <p>Mayor distancia recorrida:</p> <p>6MWT: ($p = 0.036$)</p> <p><u>Marcha:</u></p> <p>Con música rápida:</p> <p>Longitud paso ($p = 0.045$) MI con música</p> <p>Tiempo del paso: ($p = 0.030$)</p> <p>Música lenta:</p> <p>Longitud paso ($p = 0.003$) MI con música</p> <p>Tiempo del paso: ($p = 0.018$)</p>
Impellizzeri, Leonardi, Latella, Maggio et al 2020.	ECA	<p>n=30</p> <p>M:11 H:19</p> <p>Edad:51.33±10.1</p> <p>Duración enfermedad:9±2 años</p> <p>EDSS:5±1</p> <p>Diagnóstico:</p> <p>RR:15</p> <p>PP:7</p> <p>SP:8</p>	<p>EG: (N=15) NMT con CCR</p> <p>NMT: 3 veces a la semana durante 8 semanas 60 min. por sesión</p> <p>CCR:3 veces por semana</p> <p>CG: (n=15) CCR</p> <p>6 veces a la semana durante 8 semanas 60 min. por sesión</p>	<p>BRB-N</p> <p>MSQOL</p> <p>BDI</p> <p>EAQ</p> <p>MF</p>	<p>Mejora la memoria a largo plazo ($p=<0,007$)</p> <p>Mejora el recuerdo selectivo: ($p < 0,000$) y espacial ($p = 0,001$)</p> <p>Mejora el estado de ánimo y la calidad de vida: ($p < 0,000$)</p> <p>Mejora la orientación cognitiva espacial ($p=(0,001)$)</p> <p>Mejora la motivación: MFAC: ($p=0.002$)</p>

					MMP: (p=0.008)
Geel, Asch, Veldkamp, Feys et al 2020.	ECA	n=17 M:16 H:1 Edad: 29-65 EDSS:4 Duración enfermedad: 3-21 años	EG: (N=7) Danza. 90 min, por sesión, 2 veces a la semana durante 10 semanas CG: (n=10) Actividades artísticas(fotografía, recitar...)90 min, por sesión, 2 veces a la semana durante 10 semanas	MFIS FSS DWI CFI 6MWT T25FW DGI 5STS ABS MSWS-12 NHPT	Mejora en la movilidad durante la marcha Mejora en la resistencia de la marcha Dance (p=0.046) Mejora el equilibrio: ABC en danza: (p= 0.043) Mejora la fatiga: Danza:(p= 0.034) Arte: (p=0.005)
Maggio, Tripoli, Porcari, Manuli et al 2021	Casos y controles	n=20 M:7 H:13 Edad: 45.3±9.7 Años Duración enfermedad:17,7±5,3 EDSS:4.7±1.5 Diagnóstico RR:10 SP:0 PP:10	EG: (N=10) Marcha con el dispositivo GP3 con RAS 1hora, 5 veces a la semana durante 8 semanas CG: (n=10) Entrenamiento marcha convencional 1hora, 5 veces a la semana durante 8 semanas Ambos grupos 45 minutos se fisioterapia convencional 2 veces al día	BBS 10MWT TUG BDI GAS MSQOL-54	Mejor equilibrio estático y dinámico: (BBS: p 0,004) Mejora marcha y movilidad: (10mWT p < 0,002) (TUG p < 0,002). Mejora en las comparaciones previas y posteriores en equilibrio estáticos y dinámico: (BBS p < 0,002) Mejora el estado de ánimo: (BDI: p 0,004). Mayor percepción de la calidad de vida física (MSQOL-PH p < 0,002) como mental (MSQOL-MH p < 0,001)
		n=47 M:38 H:9	EG: (N=9) AMPEL	SDMT CORSI SPART	No hay diferencias de

<p>Veldkamp, Moundjian Dun, Six et al 2022.</p>	<p>ECA</p>	<p>Edad:43.2 Duración enfermedad:9±7 EDSS:3.4±1.3 Diagnóstico RR:14 SP:2 PP:3</p>	<p>implícito EG: (n= 10) AMPEL explícito CG: (n=10) AMPEL implícito CG: (n=8) AMPEL explícito Duración 2 días</p>	<p>BVMT PASAR 6MWT TUG T25FW FSST TTW-3 BBS MI R/L MSRS MSWS-12 MSNQ-P DTQ ABS MFIS</p>	<p>aprendizaje respecto a implícito y explícito Aumenta el rendimiento de la tarea (p < 0.001) Mejora en el tiempo de respuesta (p=0.001) Mejora la retención de respuesta. (p <0,001)</p>
<p>Moundjian, Six, Veldkamp, Geys et al 2022</p>	<p>Casos y controles</p>	<p>n=61 M:36 H:25 Edad:47.89 ±12 Duración enfermedad: 11.86 ±9.06 EDSS:4 Diagnóstico RR:24 SP:4</p>	<p>EG: (N=31) CG: (n=30) AMPEL con secuencias de retroalimentación visuales y melódicas 3 min descanso y después repetir la secuencia al instante y 15min. más tarde</p>	<p>TUG T25FWT 6MWT FSST MiniBEST DGI Buschke 7/24 SRT WLG PASAT SDMT MSWS-12 FES MFIS HADS</p>	<p>La condición melodía se ejecuta más rápido que las condiciones visual y auditiva: TUG parámetro y condición melodía: (78,71% ; media: - 0.09) Mejora los tiempos de los pasos cortos con la secuencia de melodía y sonido: Aprendido(sí) y condición melodía: (99,11%; media: -0,53) Aprendido(sí) y condición sonido: (81,54%; media: -0,21) Rendimiento más lento durante la condición de melodía y sonido: SDMT y condición</p>

		PP:3			melodía: (95,54%; media: 0,18) SDMT y condición melodía: (99,57%; media: 0,29)
--	--	-------------	--	--	---

ECA: Ensayos clínicos aleatorios ; EG: grupo experimento; CG: grupo control; EDSS: Escala ampliada del estado de discapacidad; M: mujer; H: hombres; Min.: minutos; RR: recurrente-remitente; SP: progresiva-remitente; PP: primaria-progresiva CCR: fisioterapia convencional; IM: imaginería motora; M2M: rutinas de movimiento múltiple acompañado de música; PWC: cadencia de marcha preferida; NMT: Música de terapia neurológica; RAS: estímulo rítmico auditivo; GP3: gait trainer 3; AMPEL: Plataforma de movimiento aumentado para el aprendizaje incorporado; SDMT: velocidad de procesamiento de información cuantificada.



Tabla 3. Calidad metodológica escala Pedro. Elaboración propia.

	1. Criterios de selección	2. Asignación aleatoria	3. Asignación oculta	4. Grupos similares	5. Sujetos cegados	6. Terapeutas cegados	7. Evaluadores cegados	8. Seguimiento	9. Intención de tratar	10. Comparación entre grupos	11. Medidas puntuales	TOTAL
1. Gatti, Tettamanti, Lambiasi, Rossi et al (2015).	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	7/10
2. Seebacher, Kuisma, Glynn, Berger et al (2015).	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7/10
3. Seebacher, Kuisma, Glynn, Berger et al (2017).	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7/10
4. Seebacher, Kuisma, Glynn, Berger et al (2018).	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7/10
5. Young, Mehta, Herman, Wang et al (2019)	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	8/10
6. Seebacher, Kuisma, Glynn, Berger et al (2019)	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7/10
7. Impellizzeri, Leonardi, Latella, Maggio et al (2020).	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	8/10
8. Geel, Asch, Veldkamp, Feys et al 2020.	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	7/10
9. Veldkamp, Moudjian Dun, Six et al (2022)	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6/10

Tabla 4. Calidad metodológica escala JBI Tools para casos y controles. Elaboración propia.

	1. Los grupos eran comparables	2. Se emparejaron adecuadamente los casos	3. Mismos criterios para identificación	4. Se midió la exposición de forma estándar, válida y fiable	5. Se midió de la misma manera la exposición	6. Factores de confusión	7. Estrategias para tratar factores de confusión	8. Evaluaron los resultados	9. Período de exposición suficientemente largo	10. Análisis estadístico adecuado	Total
1. Moundjian, Moens, Vanzeir, Klerck et al (2019)	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	SÍ	NO	SÍ	7/10
2. Moundjian, Moens, Maes, Nieuwenhoven et al (2019)	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	SÍ	NO	SÍ	7/10
3. Moundjian, Moens, Maes, Geel et al (2019)	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	SÍ	NO	SÍ	7/10
4. Maggio, Tripoli, Porcari, Manuli et al (2021)	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	9/10
5. Moundjian, Six, Veldkamp, Geys et al (2022)	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	SÍ	NO	SÍ	7/10

BIBLIOGRAFÍA

1. Klineova S, Lublin FD. Clinical Course of Multiple Sclerosis. *Cold Spring Harb Perspect Med*. 2018 Sep 4;8(9):a028928.
2. Amatya B, Khan F, Galea M. Rehabilitation for people with multiple sclerosis: an overview of Cochrane Reviews. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019 Jan 14;1(1).
3. Pittock SJ, Mayr WT, McClelland RL, Jorgensen NW, Weigand SD, Noseworthy JH, et al. Quality of Life Is Favorable for Most Patients With Multiple Sclerosis: a population-based cohort study. *Arch Neurol*. 2004 May 1;61(5):679-86.
4. Oh J, Vidal-Jordana A, Montalban X. Multiple sclerosis : clinical aspects. *Curr Opin Neurol*. 2018 Dec;31(6):752–9.
5. Pérez Carmona N, Fernández Jover E, Pérez Sempere Á. Epidemiología de la esclerosis múltiple en España. *Rev Neurol* 2019 Jul 1;69(1):32–8.
6. Young CA, Mills R, Rog D, Sharrack B, Majeed T, Constantinescu CS, Kalra S, Harrower T, Santander H, Courtald G, Ford HL, Woolmore J, Tennant A. Quality of life in multiple sclerosis is dominated by fatigue, disability and self-efficacy. *J Neurol Sci*. 2021 Jul 15;426:117437.
7. Reynolds, Eric R.; Ashbaugh, Andrew D.; Hockenberry, Brandon J.; McGrew, Christopher A. (2018). Multiple Sclerosis and Exercise : A Literature Review. *Curr Sports Med Rep*. 2018 Jan;17(1), 31–5.
8. Vink A, Hanser S. Music-Based Therapeutic Interventions for People with Dementia: A Mini-Review. *Medicines (Basel)*. 2018 Oct 8;5(4):109.
9. Magee WL, Clark I, Tamplin J, Bradt J. Music interventions for acquired brain injury. *Cochrane Database Syst Rev*.. 2017 Jan 20;1(1).
10. Lopes J, Keppers II. Music-based therapy in rehabilitation of people with multiple sclerosis: a systematic review of clinical trials. *Arq Neuropsiquiatr*. 2021 Jun;79(6):527-35.
11. E. A. Boiko, E. V. Ivanchuk, M. M. Gunchenko... (2017). The Potential of Music Therapy in Neurology Using Multiple Sclerosis as an Example *Neurosci Behav Physi*, 2017 May 16;47(5), 570–72.
12. Impellizzeri F, Leonardi S, Latella D, Maggio MG, Foti Cuzzola M, Russo M, Sessa E, Bramanti P, De Luca R, Calabrò RS. An integrative cognitive rehabilitation using neurologic music therapy in multiple sclerosis: A pilot study. *Medicine (Baltimore)*. 2020 Jan;99(4):e18866.
13. Gold BP, Frank MJ, Bogert B, Brattico E. Pleasurable music affects reinforcement learning according to the listener. *Front Psychol*. 2013 Aug 21;4:541.

14. Gatti R, Tettamanti A, Lambiase S, Rossi P, Comola M. Improving hand functional use in subjects with multiple sclerosis using a musical keyboard: a randomized controlled trial *Physiother Res Int*. 2015 Jun;20(2):100-7.
15. Moumdjian L, Moens B, Maes PJ, Van Nieuwenhoven J, Van Wijmeersch B, Leman M, Feys P. Walking to Music and Metronome at Various Tempi in Persons With Multiple Sclerosis: A Basis for Rehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair*. 2019 Jun;33(6):464-75.
16. Ghai S, Ghai I. Effects of Rhythmic Auditory Cueing in Gait Rehabilitation for Multiple Sclerosis: A Mini Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Neurol*. 2018 Jun 11;9:386.
17. Fernández O, Fernández VE, Guerrero M. Tratamiento de la esclerosis múltiple. *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*. 2015 Apr;11(77):4622–33.
18. Terré-Boliart R, Orient-López F. Tratamiento rehabilitador en la esclerosis múltiple. *Rev Neurol*. 2007;44 (7):426-31
19. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Med*. 2009 Jul 21;6(7)
20. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther*. 2003 Aug 1;83(8):713–21.
21. Seebacher B, Kuisma R, Glynn A, Berger T. Rhythmic cued motor imagery and walking in people with multiple sclerosis: a randomised controlled feasibility study. *Pilot Feasibility Stud*. 2015 Jul 11;1(1).
22. Seebacher B, Kuisma R, Glynn A, Berger T. The effect of rhythmic-cued motor imagery on walking, fatigue and quality of life in people with multiple sclerosis: A randomised controlled trial. *Mult Scler*. 2017 Feb;23(2):286-96.
23. Seebacher B, Kuisma R, Glynn A, Berger T. Exploring cued and non-cued motor imagery interventions in people with multiple sclerosis: a randomised feasibility trial and reliability study. *Arch Physiother*. 2018 Mar 2;8(1).
24. Young HJ, Mehta TS, Herman C, Wang F, Rimmer JH. The Effects of M2M and Adapted Yoga on Physical and Psychosocial Outcomes in People With Multiple Sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2019 Mar;100(3):391–400.
25. Moumdjian L, Moens B, Vanzeir E, De Klerck B, Feys P, Leman M. A model of different cognitive processes during spontaneous and intentional coupling to music in multiple sclerosis *Ann N Y Acad Sci*. 2019 Jun 1;1445(1):27–38.
26. Moumdjian L, Moens B, Maes PJ, Van Geel F, Ilsbrouckx S, Borgers S, et al. Continuous 12 min walking to music, metronomes and in silence: Auditory-motor coupling and its effects on perceived fatigue, motivation and gait in persons with multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Disord*. 2019 Oct;35:92–9.
27. Seebacher B, Kuisma R, Glynn A, Berger T. Effects and mechanisms of differently cued and non-cued motor imagery in people with multiple sclerosis: A randomised controlled trial. *Mult Scler*. 2019 Oct 1;25(12):1593-604.
28. Van Geel F, Van Asch P, Veldkamp R, Feys P. Effects of a 10-week multimodal dance and art intervention program leading to a public performance in persons with multiple sclerosis - A controlled pilot-trial. *Mult Scler Relat Disord*. 2020 Sep;44:102256.

- 29.** Maggio MG, Tripoli D, Porcari B, Manuli A, Filoni S, Naro A, et al. How may patients with MS benefit from using music assisted therapy? A case-control feasibility study investigating motor outcomes and beyond. *Mult Scler Relat Disord.* 2021 Feb;48:102713.
- 30.** Veldkamp R, Moumdjian L, van Dun K, Six J, Vanbeylen A, Kos D, et al. Motor sequence learning in a goal-directed stepping task in persons with multiple sclerosis: a pilot study. *Ann N Y Acad Sci.* 2022 Feb 1;1508(1):155–71.
- 31.** Moumdjian L, Six J, Veldkamp R, Geys J, Van Der Linden C, Goetschalckx M, Van Nieuwenhoven J, Bosmans I, Leman M, Feys P. Embodied learning in multiple sclerosis using melodic, sound, and visual feedback: a potential rehabilitation approach. *Ann N Y Acad Sci.* 2022 Jul 1;1513(1):153-69.
- 32.** Mills RJ, Young CA, Pallant JF, Tennant A. Rasch analysis of the Modified Fatigue Impact Scale (MFIS) in multiple sclerosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2010 Sep;81(9):1049-51.
- 33.** Moumdjian L, Sarkamo T, Leone C, Leman M, Feys P. Effectiveness of music-based interventions on motricity or cognitive functioning in neurological populations: a systematic review. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2017 Jun;53(3):466-82.
- 34.** Guillemin C., Lommers E., Delrue G., Gester E., Maquet P., Collette F. Subjective feeling of fatigue and cognitive performances: A specific link in multiple sclerosis. *Front Neurol.* 2019;12
- 35.** Gil-Bermejo-Bernardez-Zerpa A, Moral-Munoz JA, Lucena-Anton D, Luque-Moreno C. Effectiveness of Motor Imagery on Motor Recovery in Patients with Multiple Sclerosis: Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Jan 9;18(2):498.
- 36.** Seebacher B, Reindl M, Kahraman T. Factors and strategies affecting motor imagery ability in people with multiple sclerosis: a systematic review. *Physiotherapy.* 2023 Mar;118:64-78.