

Dispositivos musicais na reabilitação neurológica no membro superior: uma revisão integrativa

Musical devices in neurological rehabilitation in the upper limb: an integrative review

Dispositivos musicales en la rehabilitación neurológica del miembro superior: una revisión integrativa

Recebido: 10/03/2022 | Revisado: 17/03/2022 | Aceito: 24/03/2022 | Publicado: 30/03/2022

Yasmim Fernandes Moniz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6454-9500>

Universidade de Mogi das Cruzes, Brasil

E-mail: yasmimfernandes08@hotmail.com

Alessandro Pereira da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4766-8617>

Universidade de Mogi das Cruzes, Brasil

E-mail: alessandrops@umc.br

Bruno Toshio Gomes Gunji

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5936-0137>

Universidade de Mogi das Cruzes, Brasil

E-mail: bruno-toshio2013@hotmail.com

Terigi Augusto Scardovelli

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6523-9376>

Universidade de Mogi das Cruzes, Brasil

E-mail: terigiscardovelli@umc.br

Silvia Cristina Martini

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3442-9932>

Universidade de Mogi das Cruzes, Brasil

E-mail: silviac@umc.br

Silvia Regina Matos da Silva Boschi

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8125-8844>

Universidade de Mogi das Cruzes, Brasil

E-mail: boschi@umc.br

Resumo

Introdução: A reabilitação neurológica do membro superior é um processo desafiador que exige alta adesão do paciente para resultados efetivos. Uma das estratégias para promover a neuroplasticidade e a motivação dos pacientes é a utilização de música na reabilitação. Os progressos nesta área motivaram a criação de dispositivos/jogos musicais que visam a reabilitação de forma lúdica, funcional e menos fatigante. **Objetivos:** Sintetizar e analisar por meio de uma revisão integrativa os benefícios, usabilidade, limitações e possíveis aprimoramentos dos dispositivos musicais aplicados a reabilitação neurológica. **Metodologia:** A busca dos artigos foi realizada nas bases de dados PubMed, Scielo, PeDro e Cochrane Library. Utilizou-se os seguintes descritores: “*Music Intervention*”, “*Rehabilitation*”, “*Music Device*”, “*Neurologic Disease*”, “*Upper Limb*”, associados aos booleanos “and” e “or” sendo os descritores indicados no título ou no resumo do artigo. Foram admitidos artigos publicados nos últimos 10 anos e sem restrição de idioma. **Resultados:** Foram encontrados 5 artigos que satisfaziam os critérios de inclusão. Os dispositivos foram desenvolvidos para pacientes com Acidente Vascular Encefálico e Doença de Parkinson. Os principais benefícios foram: aumento da repetição das tarefas, melhora nas habilidades rítmicas, aumento coerência da fase cortiço muscular, aumento da motivação do voluntário e melhora na suavidade dos movimentos. **Conclusão:** A utilização de dispositivos musicais na reabilitação neurológica do membro superior se mostrou benéfica, viável e sem riscos aparentes. Ainda há um número escasso de artigos, principalmente ensaios clínicos randomizados, além de amostras não tão representativas, são necessários mais estudos para validar a utilização destes dispositivos.

Palavras-chave: Reabilitação; Dispositivo; Extremidade superior; Música.

Abstract

Introduction: Neurologic rehabilitation of upper limb is a challenge process require patient high adherence to therapeutic protocol for effective results. One of the strategies to promote the neuroplasticity and the patient motivation is the use of music in rehabilitation. The progress in the field motivate the development of music devices/games that aim rehabilitation be ludic, functional and less tiring. **Objetives:** To synthesize and analyze through an integrative review the benefits, usability, limitations and possible improvements of devices for

neurological recovery. Methods: Research articles use the data bases dados PubMed, Scielo, PeDro and Cochrane Library. Used the follow keywords: “Music Intervention”, “Rehabilitation”, “Music Device”, “Neurologic Disease”, “Upper Limb”, along with the booleans “and” and “or”, seek in tittle and abstract of the articles. Was admitted articles with no more that 10 years of publication and we did not exclude any language. Results: Was found 5 articles the satisfied the inclusion criteria. The devices were developed to attend patients with Stroke and Parkinson Disease. The main benefits were increased repetition of tasks, improvement in rhythmic skills, increased coherence cortico-muscular, increase of voluntary motivation and improvement smoothness of movements. Conclusion: The use of music devices in neurologic rehabilitation of upper limb proves beneficial, viable and without apparent risks. Although, there are a scarce number of articles, principally randomized clinical trials, beyond samples not so representative, it’s necessary more studies to validate the use of this devices.

Keywords: Rehabilitation; Device; Upper extremity; Music.

Resumen

Introducción: La rehabilitación neurológica de miembros superiores es un proceso desafiante que requiere un alto cumplimiento por parte del paciente para obtener resultados efectivos. Una de las estrategias para promover la neuroplasticidad y la motivación del paciente es el uso de la música en la rehabilitación. Los avances en este ámbito han motivado la creación de dispositivos/juegos musicales destinados a la rehabilitación de forma lúdica, funcional y menos agotadora. Objetivos: Sintetizar y analizar mediante una revisión integradora los beneficios, usabilidad, limitaciones y posibles mejoras de los dispositivos musicales aplicados a la rehabilitación neurológica. Metodología: La búsqueda de artículos se realizó en las bases de datos PubMed, Scielo, PeDro y Cochrane Library. Se utilizaron los siguientes descriptores: “Intervención musical”, “Rehabilitación”, “Dispositivo musical”, “Enfermedad neurológica”, “Extremidad superior”, asociados a los booleanos “y” y “o”, con los descriptores indicados en el título o resumen del artículo. Se admitieron artículos publicados en los últimos 10 años y sin restricción de idioma. Resultados: Se encontraron 5 artículos que cumplieron con los criterios de inclusión. Los dispositivos fueron desarrollados para pacientes con accidente cerebrovascular y enfermedad de Parkinson. Los principales beneficios fueron: aumento de la repetición de tareas, mejora de las habilidades rítmicas, aumento de la coherencia de la fase de tensión muscular, aumento de la motivación de los voluntarios y mejora de la suavidad de los movimientos. Conclusión: El uso de aparatos musicales en la rehabilitación neurológica del miembro superior se mostró beneficioso, factible y sin riesgos aparentes. Todavía existe un número escaso de artículos, principalmente ensayos clínicos aleatorizados, además de muestras no tan representativas, se necesitan más estudios para validar el utilización de estos dispositivos.

Palabras clave: Rehabilitación; Dispositivo; Extremidad superior; Música.

1. Introdução

Os distúrbios neurológicos têm um alto grau de comprometimento, tanto a nível funcional como psicossocial, este fato faz com que o paciente acometido por esse tipo de patologia necessite a longo prazo de serviços de reabilitação especializados. Para o sucesso do processo de recuperação motora é necessário um planejamento abrangente que compreenda tratamentos que explorem e induzam os processos neuroplásticos (Bowles *et al.*, 2019; Hanky, 2017).

A reabilitação física ou a fisioterapia propriamente dita, compreende uma ampla seleção de diferentes abordagens para alcançar o resultado terapêutico, sendo eficaz na recuperação da função em inúmeras patologias neurológicas, como, por exemplo, AVE (Acidente Vascular Cerebral) e Doença de Parkinson (Burr & Choudhury, 2021; Schwarz *et al.*, 2019).

Embora em uma revisão sistemática que comparou inúmeras estratégias de reabilitação motora, não ter evidenciado nenhuma técnica mais eficaz que outra na recuperação após o AVE, para o reaprendizado motor e consequente recuperação da função (independente do diagnóstico neurológico) (Burr & Choudhury, 2021), é necessário levar em conta os princípios da neuroplasticidade após o dano cerebral.

Para que uma terapia seja efetiva e possibilite a neuroplasticidade, se faz necessário ponderar alguns princípios que afetaram diretamente na recuperação do paciente, alguns são imutáveis por que dependem de fatores individuais de cada paciente e de sua lesão, e outros estão relacionados ao gerenciamento da terapia, sendo mais relevantes: a necessidade de ativação de circuitos neurais (que estão ligados a uma atividade), quando você usa constantemente um circuito, o desempenho tende a melhorar; repetir uma tarefa ou habilidade mesmo depois de reaprende-la é importante para sua manutenção, assim como a repetição é importante para o aprendizado motor inédito; a intensidade deve levar em consideração o nível ideal para cada condição e patologia (Cooper & Cooper, 2019; Kleim & Jones, 2008).

Alguns pontos essenciais para a qualidade da reabilitação são por vezes desafiadores na prática clínica, principalmente no que tange a repetição, uma das principais barreiras que impedem o alcance dos objetivos na reabilitação no Acidente Vascular Encefálico (AVE), é justamente o tempo insuficiente de terapia ativa, que pode estar relacionado ao gerenciamento e organização do sistema de reabilitação ou também pela motivação do paciente que por vezes pode ter um desempenho quantitativo menos em decorrência da terapia ser desencorajante ou ser monótona depois de algum tempo (Dauvergne *et al.*, 2018; Friedman *et al.*, 2011)

Uma abordagem para engajar o movimento de forma repetida e funcional seria a utilização de intervenções baseadas em música, estudos sugerem que tanto de forma passiva (apreciação musical) quanto de forma ativa (tocando um instrumento musical), essa experiência favorece a motivação do praticante e conseqüentemente aumenta o nível de rendimento motor (Grau-Sánchez *et al.*, 2020; Saposnik *et al.*, 2016)

Tocar um instrumento musical é uma experiência intensa multissensorial e motora que comumente se inicia em tenra idade e requer a aquisição e manutenção de uma gama variada de habilidades sensório-motoras do praticante (Khan *et al.*, 2016).

Na literatura há evidências crescentes que a música pode promover a neuroplasticidade por meio do aumento da ativação das vias auditivas motoras, cortico-espinais e das vias dopaminérgicas mesolímbicas, o que provavelmente fornece ativos motivacionais que influenciam a intensidade e empenho no treinamento motor (Lampe, Turova & Alves-Pinto, 2017).

Em uma revisão sistemática recente foi evidenciado que as intervenções musicais com objetivos terapêuticos a pacientes neurológicos parecem ser favoráveis em vários aspectos, como por exemplo, cognição, humor e qualidade de vida particularmente na reabilitação motora para pessoas com AVE (Luker *et al.*, 2015).

O ato de tocar um instrumento ou cantar tem efeitos promissores na reabilitação de pacientes pós AVE, sendo evidenciado na literatura a melhora na função motora e além disso parece ter aplicações potenciais na síndrome de negligência, que é uma condição comum (estatística) pós AVE, que compromete diretamente o desempenho motor e a interação com o ambiente (Maier *et al.*, 2019).

Embora o treino musical seja uma terapia em potencial para pessoas com alterações motoras, determinadas condições podem tornar inviável a prática de um instrumento de forma tradicional, uma solução para esta problemática é a criação de dispositivos musicais adaptados e jogos musicais com especificidade na reabilitação levando em consideração limitações funcionais dos pacientes e os objetivos terapêuticos propostos (Moumdjian *et al.*, 2017; Nikmaram *et al.*, 2019).

Há um número crescente de estudos na literatura, descrevendo tais sistemas tecnológicos de reabilitação, assim o objetivo desse estudo foi sintetizar e analisar por meio de uma revisão integrativa os benefícios, usabilidade, limitações e possíveis aprimoramentos dos dispositivos musicais aplicados a reabilitação neurológica.

2. Metodologia

2.1 Estratégia de busca

A busca dos artigos utilizou as bases de dados PubMed, Scielo, PeDro e Cochrane Library. Utilizou-se os seguintes descritores: “*Music Intervention*”, “*Rehabilitation*”, “*Music Device*”, “*Neurologic Disease*”, “*Upper Limb*”, juntamente com os operadores booleanos “*and*” e “*or*” sendo os descritores indicados no título ou no resumo do estudo. Os artigos deveriam ter no máximo 10 anos de publicação e não foi restringido nenhum idioma.

A busca foi realizada de forma independente por dois pesquisadores, sendo pré-selecionados os artigos potenciais pelo título, prosseguiu-se para leitura dos resumos que estavam de acordo com os critérios de inclusão. Caso houvesse divergência na escolha ou não de um artigo, um terceiro avaliador verificaria se este era elegível ou não.

Os artigos selecionados, foram lidos na íntegra, e posteriormente foram analisados quanto ao dispositivo musical supracitado e, também quanto sua metodologia.

2.2 Critérios de inclusão

Os artigos selecionados deveriam ser artigos concluídos e que descrevessem dispositivos musicais projetados para a população com algum tipo de patologia neurológica com comprometimento de membro superior.

2.3 Critérios de exclusão

Foram excluídos os artigos que não eram indexados, artigos de revisão ou estudo de caso, estudos que além do dispositivo musical recorriam a um dispositivo externo para assistência (seja manual ou robótico), artigos que não abrangessem o tema desta revisão, artigos que utilizassem a música apenas para apreciação e artigos que não relatassem desfecho motor ou quantitativo de desempenho e artigos com mais de 10 anos de sua publicação.

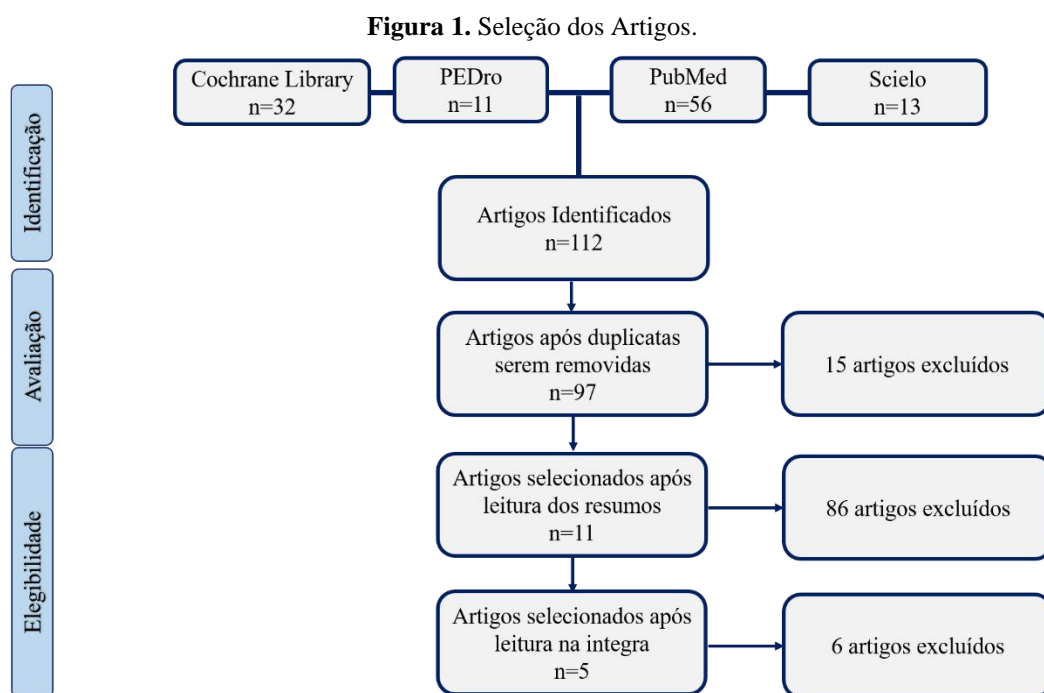
2.4 Extração e avaliação dos artigos

Após feita a seleção dos artigos, foi feita a extração dos dados respectivos a conclusões, resultados e objetivos de cada um dos estudos, sendo realizada por dois revisores de forma cega, e em caso de divergência em algum aspecto um terceiro revisor decidia sobre a questão. Os dispositivos musicais foram analisados de forma qualitativa e descritiva de forma individual, caso um dispositivo estivesse presente em mais de um estudo, era adotado aquele que continha a descrição mais detalhada.

3. Resultados

Foram encontrados 112 artigos provindos das bases PubMed, Lilacs, Cochrane Library, Scielo, PeDro e Embase no período de 18/01/2021 a 05/10/2021.

Dos artigos encontrados 32 foram provenientes da Cochrane Library, 11 da PEDro, 56 da Pubmed e 13 da Scielo. Destes artigos foram retirados os artigos duplicados, sendo 15 artigos, restando 97 artigos. Ao ler o resumo de acordo com os critérios estabelecidos apenas 11 artigos abordaram a proposta, excluindo assim 86 artigos. Os 11 artigos restantes foram lidos na íntegra e após análise 6 foram excluídos, chegando finalmente aos 5 artigos selecionados nesta revisão, como pode ser observado na Figura 1.



Fonte: Autores.

Os dados referentes a autor e ano, amostra, objetivo, principais achados e conclusão foram sintetizados e descritos no Quadro 1.

Quadro 1. Resumo dos Artigos Selecionados.

Autor e Ano	Amostra	Objetivo	Principais achados	Conclusão
Schaffert <i>et al.</i> , (2020)	21 indivíduos saudáveis	Descrever um novo dispositivo musical terapêutico chamado “SONATA” e conduzir um estudo pré-clínico com indivíduos saudáveis.	Os voluntários tiveram mais rapidez quando expostas notas em sequência do que em situação aleatorizada. Acurácia é inversamente proporcional ao número de notas de uma sequência.	O estudo sugere que o dispositivo é viável e adequado em indivíduos saudáveis. Novas pesquisas são necessárias para implementar o dispositivo na reabilitação de pacientes neurológicos
Nikmarm <i>et al.</i> , (2019)	39 voluntários pós AVE	Replicar os resultados de um estudo anterior; replicar conceitualmente os resultados anteriores com um sistema de rastreamento mais econômico; comparar os resultados de ambos subestudos para estimar a eficiência da musicoterapia neurológica.	Não foi demonstrado evidências que sustentam um efeito adicional da sonificação nas avaliações de mobilidade clínica. No entanto, os dados de movimentos combinados mostraram ligeiras melhorias na suavidade dos movimentos para o grupo tratamento. Em análises exploratórias de coerência de fase EEG-EMG durante o movimento do braço parético, sugeriu-se um aumento na coerência da fase cortiço muscular especificamente no hemisfério ipsilateral após a terapia de sonificação, não	A sonificação dos movimentos é uma terapia complementar viável para os métodos atuais de neuroreabilitação, porém com benefícios limitados. No entanto, dado o entusiasmo dos pacientes durante o treinamento e o baixo custo de um dos sistemas, pode ser uma terapia de reabilitação doméstica complementar.

			sendo visto o fenômeno após fisioterapia padrão.	
Dauvergne <i>et al.</i> , (2018)	16 voluntários com doença de Parkinson	Avaliar a aderência, usabilidade e aceitabilidade de um protocolo de reabilitação com música em um jogo sério e seu efeito nas habilidades rítmicas em indivíduos com doença de Parkinson	Os voluntários jogaram 57,9 % do tempo máximo esperado pelo estudo. Houve muita variância entre o desempenho dos voluntários no jogo. A maioria dos voluntários avaliou o jogo como boa/excelente. Comparação antes e depois das intervenções demonstrou uma melhor percepção de batida, e maiores índices de discriminação.	O jogo demonstrou boa/excelente usabilidade. A adesão pode ser melhorada em protocolos futuros. O jogo <i>Rhythm workers</i> pode ser promissor na reabilitação de habilidades rítmicas.
Friedman <i>et al.</i> , (2014)	12 voluntários pós AVE	Comparar o efeito do treinamento “ <i>Music Glove</i> ” com a terapia de reabilitação da mão convencional; Determinar se o treinamento “ <i>Music Glove</i> ” foi mais eficaz que uma forma de treinamento de movimento isométrico da mão; Determinar se as pontuações no jogo “ <i>Music Glove</i> ” predizem os resultados clínicos.	Os voluntários melhoraram a função da mão relacionada a preensão de pequenos objetos, mais notavelmente no grupo “ <i>Music Glove</i> ”. Não houve diferença significativa entre os grupos de treinamento na avaliação da funcionalidade da mão. Os indivíduos mantiveram melhorias na função das mãos em um mês de acompanhamento, e relataram que o <i>Music Glove</i> é um protocolo mais motivador que as outras terapias. As pontuações dos jogos <i>Music Glove</i> estão fortemente correlacionados com a pontuação no teste Box and Blocks.	Os resultados apoiam a hipótese que a terapia da mão é motivadora, incorpora um alto nível de repetição de movimentos de preensão e promove a entrada aferente, sendo uma abordagem promissora para melhorar a capacidade do voluntário manipular objetos.
Friedman <i>et al.</i> , (2011)	10 voluntários pós AVE	Criar e desenvolver o protótipo <i>Music Glove</i> , e os resultados iniciais de uma única sessão testando o dispositivo; verificar potenciais melhorias; Correlacionar os resultados da luva com escalas funcionais da mão; Verificar o uso da música no contexto da terapia motivacional	Houve uma correlação proporcional entre o desempenho no jogo e os scores no <i>Box and Blocks</i> ; Com <i>feedback</i> sonoro a taxa de acertos foi 10 % superior; Os voluntários acharam o treino motivador, desafiador e desejável para utilização domiciliar.	O <i>Music Glove</i> demonstrou ser um dispositivo motivador para o treino funcional e repetitivo da mão. Estudos futuros devem testar se o <i>Music Glove</i> é eficaz na melhora da função da mão após AVE.

Fonte: Autores.

3.1 Benefícios

No jogo *Rhythm Worker*, os resultados apontaram uma melhora significativa nas habilidades rítmicas após o treinamento e também na percepção rítmica. O jogo criado para dispositivo *tablet* parece ser mais indicado para pacientes em estágio inicial da Doença de Parkinson. O *Rhythm Worker* demonstrou ser uma solução interessante para o treinamento domiciliar de habilidades rítmicas de pacientes com Doença de Parkinson em fases iniciais da patologia (Dauvergne *et al.*, 2018).

No dispositivo *Sonata* foi demonstrado nos testes funcionais de membro superior que o dispositivo é uma ferramenta confiável para execução de sequenciais audiovisuais pré definidos e para armazenar os dados fornecidos durante o treinamento, como tempo de reação, respostas corretas/incorretas, e dados de precisão espacial (Schaffert *et al.*, 2020).

A proposta de sonificação dos movimentos embora com resultados modestos, trazem uma perspectiva de melhora na suavidade de movimento com a sonificação dos movimentos. E como relata os autores, o engajamento dos pacientes tratados com o método é um indicativo potencial para uma terapia complementar domiciliar no tratamento de neuroreabilitação (Nikmaram *et al.*, 2019).

O sistema *Music Glove* (dispositivo de interação e jogo) (Friedman *et al.*, 2011; Friedman *et al.*, 2014) melhorou o movimento de preensão de objetos pequenos e a coordenação motora da mão, sendo adequado para pacientes com grau de comprometimento leve a moderado do membro superior. Demonstrou-se uma relação proporcional entre a melhora do desempenho no jogo e a melhora dos scores no teste *Box and Blocks*, ou seja, se supõe que uma melhora de performance no jogo seja refletida também por uma melhora na funcionalidade da mão.

3.2 Riscos e efeitos adversos

No jogo *Rhythm Worker* apresentou como efeito adverso dois casos de tremor aumentado durante a execução do jogo, mas não houve além desse evento nenhum relatado. Os demais artigos não reportaram nenhum tipo de efeito colateral ou risco.

3.3 Limitações dos dispositivos

No jogo *Rhythm Worker* houve algumas limitações relacionados a baixa adesão ao protocolo inicialmente proposto pelos autores, o que poderia ser relacionado a uma carga excessiva de tempo (sugerindo um tempo de 15 minutos, ao invés, de 30 minutos) em uma atividade de certa forma repetitiva. Os voluntários relataram dificuldades técnicas com o som dos níveis do jogo, níveis de dificuldades e quanto a utilização do *tablet*.

As limitações do dispositivo *Sonata*, não podem ser claramente definidas pautando-se na população de interesse, já no citado estudo foi testado apenas com indivíduos saudáveis, entretanto os autores sugerem que alguns parâmetros terão que ser modificados tendo em vista a reabilitação neurológica. Tamanho da sequência musical, taxa de exibição e a definição de limites mínimos e máximos no jogo podem influenciar na precisão das tarefas. Além disso a interface de interação é pouco lúdica e atraente, se comparado a outros jogos terapêuticos disponíveis no mercado.

O estudo que trata da sonificação dos movimentos (Nikmaram *et al.*, 2019) poderia contar com feedback visual mais atrativo e claro quanto a execução de forma correta da sequência proposta.

No sistema *Music Glove*, o sistema de feedback quanto a acertos e erros poderia ser mais imediato, de modo, a fornecer ao voluntário informações para ajustar sua conduta motora, durante a execução do jogo (Friedman *et al.*, 2011; Friedman *et al.*, 2014).

3.4 Usabilidade e viabilidade

A usabilidade do jogo *Rhythm Worker* foi considerada boa a excelente por 10 de 12 pacientes avaliados, utilizou-se a *Suitability Evaluation Questionnaire* (SEQ) com média de 29.2/45. Foram destacados pontos considerados positivos como o design do jogo, diversão durante a execução e instruções amigáveis.

A viabilidade do dispositivo Sonata, foi analisada em virtude da ausência de necessidade de assistência externa durante os testes dos voluntários, ou seja, os participantes conseguiram realizar as tarefas com o mínimo de assistência dos pesquisadores envolvidos. Entretanto vale considerar que se tratou de uma amostra com indivíduos saudáveis.

O dispositivo de sonificação dos movimentos, principalmente sua versão de baixo custo parece ser uma opção viável e complementar interessante para tratamento domiciliar.

No sistema *Music Glove*, os usuários relataram que em comparação entre a terapia de reabilitação convencional e o treino isocinético, o jogo era sistema o mais relevante e motivador (utilizou-se o questionário *Intrinsic Motivation Inventory*). Ademais, em vista do baixo custo, a interação simples com o sistema e a popularidade do jogo, parece ser uma ferramenta viável na reabilitação neurológica do membro superior.

4. Discussão

Nesta revisão integrativa foram encontrados 5 artigos que satisfaziam os critérios de busca, os quais tratavam de 4 dispositivos distintos. Os dispositivos tinham como proposta a reabilitação neurológica do membro superior. A maioria dos artigos analisados abrangeu dispositivos para reabilitação após o Acidente Vascular Encefálico (3 artigos). Isto pode ser justificado pela alta prevalência da doença e seu alto grau de impacto na qualidade de vida do indivíduo acometido, o acidente vascular encefálico é a maior causa de morte e incapacidade do mundo, embora a mortalidade por AVE esteja diminuindo, a prevalência de pessoas que vivem com sequelas pós AVE vem aumentando (Smits-Engelsman *et al.*, 2018).

Os dispositivos/jogos analisados envolveram principalmente o movimento de coordenação motora fina do membro superior, que envolvem atos motores extremamente especializados e precisos e requerem uma integração de diversas áreas corticais, entre elas estão o córtex pré motor e motor, cerebelo, gânglios da base, tratos corticospinais e nervos periféricos, e também o processamento das funções visuoespaciais e sensoriais (Stinear *et al.*, 2020).

A utilização da música nestes dispositivos e na reabilitação neurológica é justificada por sua capacidade de produzir efeitos neuroplásticos distintos da terapia comum e motivar o paciente a aderir ao protocolo terapêutico. Para o cérebro humano a música é uma experiência múltipla, ela é sensorial, motora, cognitiva e também emocional, sendo assim uma das interações mais poderosas e complexas que o cérebro pode vivenciar (Luker *et al.*, 2015).

Os dispositivos analisados mostraram benefícios quanto a promoção da melhora motora e rítmica da mão, como se trata de uma terapia ativa, baseada em movimento tal resultado era esperado, indo de encontro com a revisão sistemática (Luker *et al.*, 2015) que avaliou a eficiência das intervenções baseadas em exercício (também incluindo jogos virtuais ativos) para pacientes com dispraxia. Foi verificado que as intervenções baseadas em exercício podem ter efeito positivo na função e habilidade motora, embora haja necessidade de estudos com qualidade metodológica mais elevada para validar tal dado.

O fator motivação é um dos norteadores diferenciais das propostas baseadas em jogos digitais e musicoterapia associada a reabilitação. A questão de engajamento é fundamental para a adesão ao protocolo terapêutico, a motivação deve ser instigada ao longo da terapia, pois traz a perspectiva de positividade frente a progressão do processo terapêutico (Grau-Sánchez *et al.*, 2020).

Dos artigos analisados apenas 2 eram ensaios clínicos, isto demonstra que faltam estudos que avaliem de forma metodológica e comparativa os efeitos destes dispositivos na função do membro superior. Além disso, observa-se amostras

pequenas, fato que afeta diretamente a análise estatística e dificulta dar crédito absoluto quanto os resultados apresentados pelos estudos.

5. Conclusão

A utilização de dispositivos musicais na reabilitação neurológica do membro superior se mostrou benéfica, viável e sem riscos associados à sua utilização. Ainda há um número escasso de artigos, principalmente ensaios clínicos randomizados. Contudo, os dispositivos musicais podem ser ferramentas valiosas e motivadoras na reabilitação neurológica principalmente com comprometimento motor de leve a moderado.

Entretanto, são necessários mais estudos para averiguar a efetividade destes dispositivos em amostras mais representativas e investigar seus efeitos a longo prazo.

Referências

- Bowles, L., Curtis, J., Davies, C., Lengerich, A., & Bugajski, A. (2019). The effect of music on mood, motivation, and exercise among patients in a cardiac rehabilitation program: A pilot study. *Nursing Forum*, 54(3), 340–344. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/nuf.12334>
- Burr, P., & Choudhury, P. (2021). *Fine Motor Disability*. Treasure Island (FL).
- Cooper, R. A., & Cooper, R. (2019). Rehabilitation Engineering: A perspective on the past 40-years and thoughts for the future. *Medical Engineering and Physics*, 72, 3–12. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2019.08.011>
- Dauvergne, C., Bégel, V., Gény, C., Puyjarinet, F., Laffont, I., & Dalla Bella, S. (2018). Home-based training of rhythmic skills with a serious game in Parkinson's disease: Usability and acceptability. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 61(6), 380–385. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2018.08.002>
- Friedman N., Chan V., Zondervan D., Bachman M., R. D. J. (2011). MusicGlove: motivating and quantifying hand. *33rd Annual International Conference of the IEEE MBS*, 2359–2363.
- Friedman, N., Chan, V., Reinkensmeyer, A. N., Beroukhim, A., Zambrano, G. J., Bachman, M., & Reinkensmeyer, D. J. (2014). Retraining and assessing hand movement after stroke using the MusicGlove: Comparison with conventional hand therapy and isometric grip training. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-76>
- Grau-Sánchez, J., Münte, T. F., Altenmüller, E., Duarte, E., & Rodríguez-Fornells, A. (2020). Potential benefits of music playing in stroke upper limb motor rehabilitation. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 112(February), 585–599. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.02.027>
- Hankey, G. J. (2017). Stroke. *The Lancet*, 389(10069), 641–654. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30962-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30962-X)
- Khan, F., Amatya, B., Galea, M. P., Gonzenbach, R., & Kesseling, J. (2016). Neurorehabilitation: applied neuroplasticity. *Journal of Neurology*, 264(3), 603–615. <https://doi.org/10.1007/s00415-016-8307-9>
- Kleim, J. A., & Jones, T. A. (2008). Principles of experience-dependent neural plasticity: Implications for rehabilitation after brain damage. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 51(1), 225–239. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2008\)018](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2008)018)
- Lampe, R., Turova, V., & Alves-Pinto, A. (2017). Piano jacket for perceiving and playing music for patients with cerebral palsy. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 14(3), 221–225. <https://doi.org/10.1080/17483107.2017.1419384>
- Luker, J., Lynch, E., Bernhardsson, S., Bennett, L., & Bernhardt, J. (2015). Stroke Survivors' Experiences of Physical Rehabilitation: A Systematic Review of Qualitative Studies. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96(9), 1698–1708.e10. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.03.017>
- Maier, M., Ballester, B. R., & Verschure, P. F. M. J. (2019). Principles of Neurorehabilitation After Stroke Based on Motor Learning and Brain Plasticity Mechanisms. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 13(December), 1–18. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2019.00074>
- Moumdjian, L., Sarkamo, T., Leone, C., Leman, M., & Feys, P. (2017). Effectiveness of music-based interventions on motricity or cognitive functioning in neurological populations: A systematic review. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 53(3), 466–482. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.16.04429-4>
- Nikmaram, N., Scholz, D. S., Großbach, M., Schmidt, S. B., Spogis, J., Belardinelli, P., ... Altenmüller, E. (2019). Musical Sonification of Arm Movements in Stroke Rehabilitation Yields Limited Benefits. *Frontiers in Neuroscience*, 13, 1378. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.01378>
- Saposnik, G., Cohen, L. G., Mamdani, M., Pooyania, S., Ploughman, M., Cheung, D., ... Bayley, M. (2016). Efficacy and safety of non-immersive virtual reality exercising in stroke rehabilitation (EVREST): a randomised, multicentre, single-blind, controlled trial. *The Lancet Neurology*, 15(10), 1019–1027. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(16\)30121-1](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(16)30121-1)
- Schaffert, N., Janzen, T. B., Ploigt, R., Schlüter, S., Vuong, V., & Thaut, M. H. (2020). Development and evaluation of a novel music-based therapeutic device for upper extremity movement training: A pre-clinical, single-arm trial. *PLoS ONE*, 15(11 November), 1–20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242552>

Schwarz, A., Kanzler, C. M., Lamberg, O., Luft, A. R., & Veerbeek, J. M. (2019). Systematic review on kinematic assessments of upper limb movements after stroke. *Stroke*, 50(3), 718–727. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.118.023531>

Smits-Engelsman, B., Vinçon, S., Blank, R., Quadrado, V. H., Polatajko, H., & Wilson, P. H. (2018). Evaluating the evidence for motor-based interventions in developmental coordination disorder: A systematic review and meta-analysis. *Research in Developmental Disabilities*, 74, 72–102. R <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2018.01.002>

Stinear, C. M., Lang, C. E., Zeiler, S., & Byblow, W. D. (2020). Advances and challenges in stroke rehabilitation. *The Lancet Neurology*, 19(4), 348–360. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(19\)30415-6](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(19)30415-6)