



TRABALHO FINAL

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

**O papel da Música na promoção
da saúde em idade pediátrica**

Sara Catarina Prior Rodríguez

2017



TRABALHO FINAL

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

O papel da Música na promoção da saúde em idade pediátrica

Sara Catarina Prior Rodríguez

Orientado por:

Prof. Dr^a. Helena Fonseca

Resumo

Introdução

Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o papel da música na promoção da saúde em idade pediátrica.

Objectivos

- Sistematizar o papel da Música na promoção da saúde em idade pediátrica nomeadamente o impacto da sua aplicação.
- Perceber as bases anatomo-fisiológicas inerentes à escuta ou prática ativa de um instrumento e possíveis repercursões daí decorrentes.
- Discutir as principais aplicações clínicas da música, no âmbito de um desenvolvimento integrado, em idade pediátrica.
- Reflectir acerca do papel da música na prevenção e como terapia complementar em idade pediátrica.

Metodologia

Foram utilizadas as bases de dados PUBMED e Google Académico com as seguintes palavras-chaves: “música”, “pediatria”, “cérebro”, “musicoterapia”, “neuroplasticidade”, “cognição”, “emoção”, “prevenção”, tendo sido incluídos 82 artigos em inglês, 4 em português, 1 em espanhol e 1 em alemão, entre 1981 e 2016 e 9 capítulos de livros de 1835 a 2016.

Resultados

Há evidência que a música, ao ativar áreas cerebrais e induzir transformações em vários sistemas, tem efeitos benéficos em diversas patologias, nomeadamente na PEDL, PEA, Epilepsia, ADHD e Perturbações Afectivas, contribuindo ainda de forma positiva para um desenvolvimento integral.

Conclusões

A implementação da música revela-se como uma ferramenta complementar efectiva na promoção de saúde em idade pediátrica.

Palavras-chave: música, idade pediátrica, prevenção, terapia complementar.

O Trabalho Final exprime a opinião do autor e não da FML.

Abstract

Introduction

Under a medical perspective, a review was made about the the role of music in promotion health promotion in pediatric population.

Objectives

- To systemize the role of music in promoting health in the pediatric age, and most notably the impact of its application.
- To understand the anatomic and physiologic foundations that are inherent in listening to music or playing an instrument, and the possible repercussions from that.
- To discuss the main clinical applications of music in the area of integrated development in the child age.
- To reflect about the role of music in prevention and complementary therapy in the cild age.

Methods

Research was conducted with the help of the databases PUBMED and Google Academic, using keywords such as: “music”, “pediatrics”, “brain”, “music therapy”, “neuroplasticity”, “cognition”, “emotion”, “prevention”. This thesis is based on 82 articles in English, 4 in Portuguese, 1 in Spanish and 1 in German, which were published between 1981 and 2016, as well as 9 chapters in monographs from 1835 to 2016.

Results

There is evidence that music, in activating brain areas and initiating transformations in various systems, has positive effects in various pathologies, namely in Specific language impairment, Autism spectrum disorders, Epilepsy, ADHD and Affective disorders, contributing also positively to an integrated development.

Conclusions

The implementation of music reveals itself as a complementing tool which is effective in the promotion of health at child age.

Keywords: music, child age, prevention, complementary therapy.

This thesis expresses the opinion of the author and not the one of the Faculty of Medicine of the University of Lisbon.

Índice

1. Introdução.....	6
2. O papel atribuído à música pelo ser humano ao longo dos tempos.....	8
3. A Música e o Sistema Nervoso: do som à atribuição de significado.....	10
4. Os efeitos da Música no Sistema Nervoso Autónomo.....	11
5. O papel da música na Neurogénese e na Plasticidade Cerebral.....	12
6. Música e Emoção	14
7. Musicoterapia.....	16
8. Efeitos terapêuticos da música.....	17
9.1 Música e o seu efeito analgésico	17
9.2. Música e linguagem.....	18
9.3. Música e Epilepsia.....	19
9.4. Música e Perturbações do Espetro do Autismo.....	20
9.5. Música e Transtorno do déficite de atenção e hiperatividade.....	21
9.6. Música e Perturbações Afetivas.....	23
9. Outras possíveis aplicações – a música como prevenção.....	24
9.1. Na promoção do exercício físico.....	24
9.2. Na melhoria do aproveitamento escolar e diminuição de comportamentos de risco.....	24
9.3. Na vertente psicológica no seguimento do tratamento do cancro	25
9.4. Na promoção da participação em terapia comportamental de grupo por jovens com dependência de substâncias.....	26
10. Conclusões.....	27
11. Agradecimentos.....	29
12. Referências bibliográficas.....	31

1. Introdução

Medicina sanat animam per corpus, musica autem corpus per animam. (1)

(A Medicina cura a mente, a alma e o espírito através do corpo, mas a música cura o corpo através da mente, da alma e do espírito.)

Giovanni Pico della Mirandola

“Music... can name the unnamable and communicate the unknowable.”(2)

Leonard Bernstein

“Music has the greatest power over man (...) comes as a fragrant odor laden with unspeakable memories”.(2)

Max Heindel

“I've never known a musician who regretted being one. Whatever deceptions life may have in store for you, music itself is not going to let you down.”(2)

Virgil Thomson

A música acompanhou sempre a história da humanidade, constituindo-se como forma de expressão transversal a todas as culturas, refletindo a época em qual se insere.

Apesar de não contribuir diretamente para a sobrevivência da espécie humana, tem marcado, ao longo dos tempos, a evolução da mesma, proporcionando prazer sensorial e estando presente nos vários momentos simbólicos ou de celebração, tendo um papel importante na vivência em sociedade.

O vivenciar, ativo ou passivo, da música conduz no ser humano a respostas objetiváveis que têm sido, ao longo das últimas décadas, alvo de estudo. O seu potencial terapêutico foi, até ao século passado, empiricamente utilizado. As repercussões da música no sistema nervoso central têm sido investigadas através de técnicas imagiológicas e neurofisiológicas, no sentido de uma aplicação personalizada com propósito terapêutico.

Assim, sendo a música uma ferramenta não invasiva, tendo uma linguagem acessível e universal com possibilidade de personalização a cada indivíduo, e não apresentando

efeitos adversos, a sua ampla aplicação ativa em idade pediátrica tem um grande potencial terapêutico.

Apesar de já ser aplicada em vários países em diversos contextos hospitalares, com carácter preventivo e terapêutico, a sua aplicação entre nós não tem sido suficientemente explorada pelo reduzido número de profissionais especializados na área. Há necessidade de realização de mais estudos que orientem e sistematizem a sua aplicação prática e conseqüente participação dos mesmos na actual formação médica.

A utilização da música em idade pediátrica é promissora, não apenas pelo seu potencial como terapia complementar, mas também, como intervenção preventiva, constituindo-se como uma ferramenta na promoção ativa da saúde.

2. O papel atribuído à música pelo ser humano ao longo dos tempos

A música é uma experiência humana intrínseca à capacidade da sua produção criativa, sendo um elemento de ligação ao mundo. (3)

Esta capacidade é independente do passado musical e revela-se como uma forma de expressão pessoal na vivência em sociedade, sendo conhecida já desde o tempo dos Neandertais e do Homo Sapiens e tendo surgido paralelamente à linguagem. (4)

Os egípcios acreditavam que a música tinha um poder generativo e curativo, possuindo cada nota uma característica específica que permitiria suscitar emoções diferentes, tendo identificado fórmulas musicais específicas para intervirem na cura em diferentes tipos de doenças. (5)

Também nos textos bíblicos se faz referência a algumas propriedades da música, como o caso da harpa que David tocava para o rei Saúl, a fim de relaxá-lo e tranquilizá-lo. (6)

Na cultura helénica, tal como na cultura egípcia, sabia-se que a música poderia suscitar, consoante as suas características, nomeadamente segundo o ritmo e a harmonia, variadas emoções e estados de espírito. O facto de na mitologia grega Apolo ser o Deus da medicina e simultaneamente o Deus da música (7) revela uma interessante simbiose entre as duas.

Na Idade Média foi prevalente a crença de que a música poderia influenciar o carácter humano, podendo ter efeito benéficos ou nefastos, relativamente à harmonia do corpo e da alma. (6)

Na Renascença, com o retomar dos valores clássicos, atribuiu-se à música o valor benéfico de harmonizar os quatro elementos do corpo – sangue, bílis amarela, bílis negra e fleuma. A música era nessa época utilizada no tratamento da dor, na estimulação da audição nos surdos, no tratamento de doenças mentais e na promoção da resistência física às pestes. (6)

Vemos assim que, ao longo da história da humanidade, a música não foi apenas vista como uma arte, mas também lhe foi atribuído um valor não só curativo, mas também preventivo.

O efeito da música como terapia complementar nas patologias psicológicas e psiquiátricas foi sendo estudado nos séculos que se seguiram. Por exemplo, Brocklesby,

em 1749, foi o primeiro médico inglês a enfatizar o poder da música no tratamento de doentes com patologias psiquiátricas, iniciando ele próprio a aplicação da música como terapia complementar. (8)

Ainda no século XVIII, um certo nobre que padecia de dor crônica devido a litíase renal e que sofria também de insónias, encomendou ao compositor Johann Sebastian Bach as variações de Goldberg, um conjunto de 30 peças para cravo, a fim de o ajudar a adormecer. (9)

No século XX, em meio hospitalar, a partir da 1ª Guerra Mundial (com os veteranos de guerra) até aos dias de hoje a música tem sido usada como meio complementar à terapêutica. (6)

Em 1938, o psiquiatra Ira Maximilian Altshuler, iniciou no Detroit Eloise Hospital, um dos primeiros programas de musicoterapia de grande escala, combinando técnicas psicoanalíticas com terapia musical de grupo. (10)

Ao longo de todos os tempos vários foram os médicos músicos que se distinguiram em ambas as áreas, por exemplo, o cirurgião Billroth, também ele pianista virtuoso, o médico patologista alemão Henle, também ele violinista e violoncelista de renome, entre muitos outros. (11)

Já neste século, numerosos estudos têm sido realizados com o intuito de compreender as bases anatómicas e fisiológicas dos efeitos da música e suas possíveis aplicações práticas. Partilhando a Medicina com a Música a qualidade de ambas serem uma arte, consideração que o Homem já desde a Antiguidade intuíra, a música poderá, no século XXI, revelar-se finalmente como uma ferramenta efetiva ao serviço da cura, mas também da prevenção, contribuindo para a saúde integral do Homem.

3. A Música e o Sistema Nervoso Central: do som à atribuição de significado

As regiões de integração localizadas nos lobos parietal e temporo-occipital combinam diferentes *inputs* do sistema auditivo, somatosensorial e visual, resultando assim, a integração da experiência musical, numa representação cerebral multisensorial. (12)

O cerebelo também tem um papel importante nesta representação nomeadamente a nível da coordenação motora, e no processamento do ritmo e sincronia (12), sendo o seu volume proporcional à experiência musical. (13)

A base e a face interna dos lobos frontais, a circunvolução cingulada, a amígdala e o hipocampo são estruturas fundamentais para a percepção emocional da música (10) e apresentam mais substância cinzenta em indivíduos com passado musical. (14)

Com a experiência musical o cérebro vai sofrendo algumas transformações, sendo o cérebro de um músico diferente, nomeadamente nas áreas envolvidas na visão, audição e movimento, do de um indivíduo sem passado musical. (15)

Uma formação em música profissional induz transformações nos potenciais evocados do córtex auditivo. A amplitude da resposta evocada P2 face a estímulos auditivos, medida no potencial evocado auditivo cortical, é superior nos indivíduos com passado musical face àqueles que não o tiveram, sendo a atividade cortical subjacente a P2 influenciada pela experiência musical. (16) A amplitude do P2 está também aumentada bilateralmente em indivíduos sem passado musical, mas que realizaram um treino focado na discriminação auditiva, o que revela a grande plasticidade do cérebro humano. (17)

Num outro estudo, indivíduos de idades compreendidas entre os 6 e os 18 anos, com diferentes passados musicais, foram avaliados com a técnica morfométrica voxel-a-voxel em imagens de Ressonância Magnética funcional. Verificou-se um aumento da espessura cortical nos córtices motor, pré-motor, motor suplementar, pré-frontal e parietal, associado à presença de um passado musical, estando os anos de prática de um instrumento positivamente associados ao aumento da maturação e espessura do córtex cerebral. (18)

4. Os efeitos da Música no Sistema Nervoso Autónimo

A música tem a capacidade de induzir, de acordo com o seu ritmo, melodia ou andamento, alterações cardiovasculares que são independentes das preferências do indivíduo. (19)

Foi realizado um estudo com 44 crianças entre os 1 e os 10 anos de idade, que foram divididas em 2 grupos: um dos grupos foi submetido a música de fundo (*lullaby*) durante a realização de ecografia, enquanto que no outro grupo não foi aplicado qualquer estímulo sonoro. Sabendo-se que a ansiedade se manifesta como disfunção autonómica, com repercussões na frequência cardíaca, este parâmetro foi avaliado antes, aquando e após a realização da ecografia. A média da variabilidade da frequência cardíaca (F.C.) após a realização do procedimento revelou um aumento de 2,5 batimentos/minuto no grupo controlo e uma diminuição de 12 batimentos/minuto no grupo experimental, tendo sido a compliance da criança significativamente superior no grupo experimental. (20)

Outra experiência consistiu na avaliação de dois fragmentos musicais (tonal e atonal) em 40 díades mães/lactentes de 3 meses. Foram efectuados, durante a audição destes dois fragmentos, os registos electrocardiográficos e da frequência respiratória às díades e verificou-se que as respostas aos dois fragmentos musicais foram significativamente diferentes. Durante a audição do fragmento tonal os lactentes revelaram níveis superiores de arritmia sinusal respiratória, sugerindo um aumento da atividade vagal associada a este tipo de fragmento musical. Esta resposta também se verificou nas mães quando tinham ao seu colo os seus filhos, experienciando os dois tipos de fragmentos musicais e preferindo o tonal. (21) Perante a audição de música agradável ao sujeito há um aumento da atividade parasimpática.

Recém-nascidos prematuros, aquando e após escutarem *lullabies*, revelaram uma diminuição da frequência cardíaca, aumento da saturação de oxigénio, uma melhoria do comportamento de sucção com conseqüente aumento de ingestão calórica. Estas canções, quando cantada pelos pais aos filhos recém-nascidos, adicionalmente às repercussões acima referidas, também contribuíram para a promoção de um vínculo afectivo entre eles, tendo também os pais revelado uma diminuição do stress. (22)

A música tem assim a capacidade de potenciar alterações autonómicas, sendo esta indução da atividade parassimpática benéfica no equilíbrio interno e recuperação de potencial stress fisiológico e ambiental (23).

Estes estudos demonstram que em contexto de cuidados intensivos neonatais a aplicação da música poderia ser extremamente benéfica. Trabalhos futuros poderão explorar a aplicação efetiva da música em cuidados neonatais.

5. O papel da música na Neurogênese e na Plasticidade Cerebral

A prática de um instrumento, nomeadamente em músicos profissionais, conduz não apenas a uma transformação a nível anatómico, havendo nos músicos um maior volume e espessura da substância cinzenta nas áreas associadas ao processamento auditivo, visual, espacial e motor, em comparação com indivíduos sem passado musical, mas também a repercussões fisiológicas do mesmo, verificando-se um aumento da oxigenação e das respostas auditivas. (24)

As repercussões acima referidas podem ser observadas também a curto prazo. Um estudo revelou que crianças que tenham tocado piano durante pelo menos quinze meses consecutivos demonstram um aumento do tamanho do voxel, verificado por ressonância magnética estrutural, no córtex motor, no corpo caloso e na circunvolução direita de Heschl. Estas transformações foram acompanhadas por um aumento da discriminação auditiva, tendo também uma repercussão positiva na sequenciação motora, quando comparadas com as crianças que não receberam qualquer formação musical. (25)

A substância branca está em contínua maturação até cerca dos 30 anos de idade, relacionando-se o seu volume e grau de mielinização com as capacidades cognitivas. (26)

O corpo caloso de músicos profissionais tem um volume superior relativamente ao dos não músicos, refletindo uma maior comunicação inter-hemisférica. (27)

Músicos profissionais que tenham começado a prática do instrumento ainda na infância, têm transformações ainda mais significativas no volume da substância branca, o que

demonstra que a plasticidade cerebral assume maiores proporções quando estimulada em fases iniciais do desenvolvimento. (28)

A neuroplasticidade associada à experiência musical pode resultar numa activação de vias de sinalização existentes a nível celular também a longo prazo, sobretudo se esta prática musical começar em fases precoces do desenvolvimento. (29)

O aumento da co-activação auditivo-motora na prática do instrumento parece induzir transformações estruturais nas vias nervosas da substância branca que une as áreas responsáveis pela integração destas faculdades. Este fenómeno contribui para uma aprendizagem auditivo-motora mais eficiente, que se repercute, por exemplo, numa maior capacidade na aprendizagem de línguas estrangeiras, nomeadamente numa melhor pronúncia destas. (30)

A música, sob a forma passiva, promove também a expressão de factores anti-apoptóticos e neurotróficos, ao regular os níveis de cortisol, estrogénios e testosterona, com propriedades neuroactivas, contribuindo assim para a neurogénesse. (31)

Um estudo, que inclui 193 indivíduos, revelou que após 70 minutos de canto houve um aumento dos níveis de citocinas GM-CSF, IL17, IL2, IL4, sIL-2 α , com consequente aumento da imunidade. Verificou-se também uma diminuição dos níveis de cortisol, oxitocina, beta-endorfina com uma regulação do stress mais eficaz (32). Estes estudos demonstram como a música pode ter um papel pertinente enquanto intervenção psico-social .

Através da medição das respostas do córtex auditivo em jovens adultos, quando estes possuíam um passado musical, apresentavam respostas do córtex auditivo tanto mais precisas e significativas quanto mais recente o término da prática do instrumento. (33)

Foram gravados os potenciais auditivos evocados em crianças que aprendem um instrumento musical em grupo, diariamente, através do programa El Sistema (sistema nacional venezuelano de orquestras para jovens e crianças), revelando estes potenciais mudanças neuronais que demonstram uma integração mais eficaz da informação, com

maior sobreposição topográfica da atividade neuronal activada, sendo que os potenciais tardios apresentam uma maior extensão neuronal e coordenação temporal. (34)

Com este mesmo programa, o El Sistema, foram investigados os efeitos da prática musical no desenvolvimento do córtex auditivo. Um estudo longitudinal que incluiu crianças de um mesmo estrato socio-económico após dois anos de prática musical, revelou uma diminuição muito mais acentuada da amplitude e latência da componente P1 (componente de Event Related Potencial, registado por EEG) quando escutaram notas provenientes de um piano (diminuição esta associada a um aumento da velocidade da transmissão neuronal) quando comparadas com o grupo que praticou desporto e com o terceiro grupo que funcionou como grupo controlo, não tendo praticado nenhuma atividade. Verificou-se um desenvolvimento mais acelerado de N1, o que aponta para uma maturação do córtex mais precoce das que foram expostas à prática musical, comparativamente às dos outros dois grupos. (35)

Tendo em conta os resultados destas investigações, mais estudos terão de ser realizados para esclarecer as alterações que ocorrem na morfologia cerebral perante um processamento auditivo mais eficaz, motor e visuo-espacial correspondente à co-ativação frontal e temporal subjacente ao treino musical.

As transformações induzidas pela musicoterapia poderão ser benéficamente aplicadas, a partir da infância, como terapia complementar na estimulação de uma área cerebral que possa ter sido eventualmente lesada, no aumento da imunidade, como contributo para uma melhor coordenação motora, e como método facilitador na aprendizagem de línguas, na vivência resiliente do stress e num desenvolvimento pessoal e social integrados, nomeadamente em crianças provenientes de meios mais desfavorecidos.

6. Música e emoção

A música é um meio de comunicação que tem não só a capacidade de expressar emoções como também evocá-las e modulá-las. (36) É um exemplo de uma linguagem

universal para o ser humano (37), podendo esta universalidade ser a chave do efeito emocional que tem em pessoas provenientes das várias partes do mundo.

A audição passiva de música, mesmo por indivíduos sem passado musical, pode elicitar prazer sensorial, activando a circunvolução subcalosa cingulada, a pré-frontal anterior cingulada, o córtex retro-esplénico, o hipocampo, a ínsula anterior e o núcleo accumbens. (38)

O sistema dos neurónios espelho está presente na circunvolução frontal pósteroinferior, sendo responsável, durante a percepção sensorial de uma música, pela ligação perceptual e comportamental da representação deste estímulo, evocando um estado emocional no indivíduo que a escuta. (39)

O estímulo auditivo é inicialmente processado na circunvolução temporal superior, sendo posteriormente combinado e sincronizado com a informação motora (relacionada com o estímulo musical) na circunvolução frontal pósteroinferior e no córtex pré-motor adjacente. (40)

O sistema dos neurónios espelho comunica com o sistema límbico através da ínsula, permitindo que a informação recebida seja avaliada em relação ao estado autonómico e emocional do ouvinte, contribuindo para uma complexa resposta afetiva. (39)

As crianças apresentam certos princípios de organização hierárquica, por exemplo, são capazes de distinguir várias tonalidades e demonstrar preferência pelos intervalos e combinações consonantes face às dissonantes. (41) Esta capacidade está na base da atribuição de significado que uma criança dá a uma determinada música e de como a experiencia sensorialmente.

Esta percepção emotiva é também relatada, e em alguns casos até potenciada, quando vivenciada e partilhada em grupo. A participação num coro ou o tocar de um instrumento em conjunto com outras crianças, por exemplo numa orquestra, promove comportamentos interpessoais, verificando-se adicionalmente a estes, uma maior percepção do ritmo e da melodia. (42)

A aplicação de uma prática musical poderá ser muito efectiva se já na infância, as escolas criarem oportunidades de vivência musical em grupo, promovendo relações entre pares e o vivenciar integrado de emoções.

7. Musicoterapia

A musicoterapia é o uso, por um musicoterapeuta qualificado, da música e dos seus elementos (ritmo, melodia, harmonia e fenómenos vibratórios) como prevenção e reabilitação no âmbito médico e educacional a um indivíduo ou a um grupo (família, escola, comunidade, etc.) de forma a otimizar a sua qualidade de vida nas diferentes esferas: física, social, emocional, intelectual e espiritual. (43)

Em 1950 foi criada a primeira associação nacional de musicoterapia no seguimento do primeiro programa de musicoterapia com carácter académico, que teve lugar em 1944 na Michigan State University. (44) A Associação Portuguesa de Musicoterapia foi fundada em 1996.

Existem duas formas através das quais a música se pode implementar no sentido de terapia complementar: musicoterapia ao vivo ou com música gravada. No caso da musicoterapia ao vivo, o musicoterapeuta produz música (através de um instrumento ou da própria voz- canto) inicialmente reproduzindo o mesmo estado emocional que o paciente está a viver e transformando gradualmente as características da música de forma a modificar o estado do paciente, tendo em vista atingir o estado emocional desejado. Nesta técnica está subjacente uma relação terapêutica. No caso da musicoterapia com música gravada o musicoterapeuta tanto pode predefinir um conjunto de músicas como o próprio paciente, caso seja autónomo, pode escolher ele próprio as músicas do seu agrado. (45)

Segundo o Dr. Marvin A. McMillen, cirurgião e director da Unidade de Cuidados Intensivos do hospital Mount Sinai Beth Israel, em Nova York, o papel da música é fundamental no estabelecimento de um ambiente propício à cura. Após ter implementado musicoterapia ao vivo na sua unidade, verificou que esta contribuiu efetivamente para um efeito terapêutico complementar. (44)

9. Efeitos terapêuticos da música

9.1. Efeito analgésico

A dor, realidade prevalente no âmbito hospitalar, é uma área na qual a musicoterapia tem tido resultados positivos. (46)

Um estudo que incluiu 196 pacientes pediátricos entre os 1 e os 18 anos de idade, que receberam sessões de musicoterapia após uma cirurgia, revelou uma redução significativa da intensidade da dor (tanto através da escala analógica visual como da observação facial da dor) e da ansiedade, face ao grupo controlo. (47)

Nos procedimentos médicos de curta duração, nomeadamente na punção venosa, a música, pode constituir um meio de distração, sendo uma técnica complementar ao controlo da dor na idade pediátrica. (48) De um modo semelhante, estudos na área da oncologia que quando a musicoterapia foi aplicada em crianças que foram submetidas a uma punção lombar, no seguimento de diagnóstico oncológico, estas revelaram parâmetros inferiores de dor (segundo avaliação subjetiva) e diminuição da frequência cardíaca e respiratória (durante e após o procedimento) quando comparadas com o grupo controlo. (49)

A música também pode ser aplicada com o objetivo de melhorar/humanizar o ambiente hospitalar, no sentido de diminuir a ansiedade relacionada com atos médicos ou cirúrgicos. (50) Em unidades de cuidados intensivos, a música ao vivo conduziu a uma diminuição da ansiedade dos pacientes e dos seus familiares, tendo também originado uma diminuição dos níveis de stress por parte da equipa médica. (51)

Foi avaliado o efeito da música com propriedades relaxantes no pós-operatório de cirurgia abdominal em adultos, tendo sido observado que 89% dos pacientes do grupo experimental revelaram uma diminuição da dor (segundo avaliação de parâmetros subjetivos da intensidade da dor) demonstrada pela diminuição do consumo de analgésicos. (52)

Demonstrou-se uma significativa diminuição da dor (avaliada por uma escala verbal) em adultos que foram submetidos a cirurgia ao septo nasal e que escutaram música de

forma intermitente nas primeiras 24h do pós-operatório, verificando-se uma diminuição da pressão arterial sistólica e da frequência cardíaca, com diminuição no consumo de analgésicos. (53)

O efeito da música foi avaliado num grupo de idosos com dor crónica devida a osteoartrite. O grupo experimental escutou durante 14 dias, 20 minutos de música diariamente. A percepção da dor foi avaliada através do “Short Form McGill Pain Questionnaire” (SF-MPQ) e de uma escala visual analógica, tendo os pacientes do grupo experimental revelado consistentemente uma menor percepção da dor. (54)

A música, tratando-se de uma técnica não invasiva e sem custos adicionais, em procedimentos médicos de curta duração, no pós-operatório e na doença crónica, tem a capacidade, quando aplicada como terapia complementar, de diminuir a percepção subjetiva da dor, contribuindo para uma diminuição do consumo de analgésicos, facto de importância acrescida em populações especiais.

9.2. Música e Linguagem

Crianças com Perturbação Específica do Desenvolvimento da Linguagem (PEDL) apresentam níveis de aquisição de linguagem e processamento musical sobreponível ao de crianças com desenvolvimento normal um ano mais novas, revelando que o processamento da linguagem e da música têm por base capacidades semelhantes. (55)

O efeito da musicoterapia foi analisado em crianças com PEDL. Após terem recebido musicoterapia ao vivo, a sua capacidade fonológica aumentou, bem como a capacidade de interpretação do discurso, repercutindo-se num ampliar das estruturas cognitivas e nível de inteligência. Estas transformações, ao longo do período do estudo, resultaram numa conversão da idade de desenvolvimento na idade biológica, nomeadamente nas áreas de comunicação interpessoal. (56)

Num outro estudo foi investigada a relação entre a percepção do ritmo da música e da linguagem. Em crianças com desenvolvimento normal, a percepção do ritmo da música foi superior à percepção do ritmo da linguagem. Já em crianças com PEDL a percepção

foi idêntica em ambas. Neste sentido as intervenções com base no ritmo da música beneficiariam em serem associadas a uma sincronização rítmica visual, auditiva e motora, de forma a contribuir benéficamente para o desenvolvimento da componente sintática e fonológica da linguagem. (57)

Verificou-se ainda que em crianças com dislexia, uma formação musical resulta numa melhoria das capacidades linguísticas (componente fonológica e da pronúncia). (58)

Indivíduos com doença de Huntington, após participarem semanalmente em sessões de musicoterapia de grupo (durante 16 semanas), revelaram uma melhoria das capacidades expressivas e comunicativas (avaliadas pela “Behaviour Observation Scale Huntington – BOSH”), conduzindo a um funcionamento socio-cognitivo e comportamental mais eficaz e conseqüentemente a uma melhor qualidade de vida. (59)

Os resultados destes estudos podem fundamentar futuros planos de intervenção musical direccionados para os diferentes grupos específicos. Por exemplo, em crianças com PEDL, nas quais a percepção do ritmo da música e da linguagem são idênticas, a musicoterapia poderá ser implementada como terapia complementar à terapia da fala, na melhoria da comunicação interpessoal, na facilitação da capacidade fonológica e da interpretação do discurso. Tendo em conta que em Portugal cerca de 38% das crianças em idade escolar apresentam perturbações da linguagem, a implementação de musicoterapia em grande escala poderia ser muito efectiva. (60) Em crianças com perturbações do espectro do autismo, a música revela-se como um meio alternativo de comunicação e expressão. Também em crianças com dislexia verifica-se uma melhoria das capacidades linguísticas e da comunicação em geral, quando foram sujeitas a sessões de musicoterapia.

9.3. Música e epilepsia

A epilepsia é também um campo de investigação na aplicação da musicoterapia como terapia complementar.

Em crianças com encefalopatia epilética a audição de composições de Mozart, duas horas por dia durante duas semanas, proporcionou uma redução de cerca de 50% do número de ataques epiléticos. (61)

Num outro estudo, cerca de 70% das crianças com epilepsia refratária, diagnosticada há pelo menos um ano, tiveram uma redução de 58% dos ataques epiléticos, após ouvirem diariamente, durante seis meses, a Sonata para dois pianos em Ré maior K448 de Mozart. (62)

Outro estudo incluiu 11 indivíduos, com idades compreendidas entre os 1 e os 21 anos de idade com epilepsia refratária, que escutaram durante duas semanas, duas horas diárias, composições musicais de Mozart (sinfonias 41 e 46, concerto para piano 22, concertos para violino 1 e 4 e o concerto para flauta k314). Após as sessões de musicoterapia, houve em média uma redução de 50% dos ataques epiléticos, tendo 3 das crianças tido uma redução de 82%. Duas semanas após o término das sessões, verificou-se uma manutenção do efeito apesar de menor (redução de 20%), revelando que o efeito benéfico não é apenas momentâneo. (63)

Estes estudos apontam para que a musicoterapia seja uma terapia complementar promissora no tratamento da epilepsia desconhecendo-se, no entanto, o mecanismo subjacente. Mais estudos são necessários para clarificar os efeitos cerebrais que a audição destas composições proporciona, a fim de uma possível aplicação efectiva na prática clínica.

9.4. Música e Perturbações do Espetro do Autismo

A música é atualmente já aplicada como terapia complementar nas intervenções em crianças com PEA. Devido ao facto das PEA se repercutirem em várias dimensões do indivíduo, nomeadamente emocionais e comportamentais, requer uma abordagem multidisciplinar. A musicoterapia aplicada como terapia complementar na facilitação da linguagem verbal e não verbal e na relação interpares tem tido bons resultados. (64) Crianças com PEA têm uma capacidade mais precisa em determinar diferenças de tonalidade numa música, associada a uma maior capacidade de memorização desta, podendo esta sensibilidade estar na base da *compliance* elevada a sessões de musicoterapia. (65)

Crianças com PEA, após sessões de musicoterapia de curta duração, tiveram melhores resultados que o grupo controlo, tanto a nível dos parâmetros de comunicação verbal como não verbal. (66) Crianças com PEA demonstram, tanto com terapia da fala como com musicoterapia, uma melhoria da produção verbal, nomeadamente nas componentes semânticas, fonológicas e prosódicas, tendo os participantes com PEA mais grave demonstrado uma melhoria ainda mais significativa com a musicoterapia face à terapia da fala. A vivência musical proporciona ainda padrões de percepção que estão na base de um discurso mais funcional. (67)

Num contexto de musicoterapia de improvisação, na qual a criança é incentivada a criar a própria música, verifica-se um aumento da capacidade de concentração (68) com contribuição para um desenvolvimento emocional e social mais adequados. (69)

Foi comparada a representação de emoções e movimentos suscitados por um fragmento musical num grupo de crianças com implante coclear (devido a uma perda severa ou total de audição) e num grupo com crianças com Perturbação de Espectro do Autismo (PEA), comparando estes dois grupos com um grupo de crianças com desenvolvimento normal, que funcionou como grupo controlo. Não houve uma diferença significativa entre o grupo controlo e as crianças com PEA, tendo as crianças com implante coclear revelado uma precisão inferior na representação das emoções e dos movimentos. (70) Como em crianças com PEA, tanto a percepção emotiva da música como o carácter motor a ela associado estão preservadas, a música revela-se como um meio promissor de comunicação interpessoal.

Os resultados destes estudos são muito promissores, reflectindo-se no uso crescente da musicoterapia como terapia complementar da PEA. Mais estudos são ainda necessários com o objetivo de se conseguir utilizar a musicoterapia de uma forma individualizada.

9.5. Música e Perturbação do déficite de atenção e hiperatividade

Crianças com Perturbação do déficite de atenção e hiperatividade (ADHD) reconhecem com menos precisão a percepção da duração do tempo, por exemplo, de uma pausa

entre dois sons, relativamente a crianças com desenvolvimento normal (grupo controlo). No entanto, quando convidadas a avaliarem a duração de excertos musicais curtos, com a mesma duração, mas com diferentes ritmos e andamentos, tiveram resultados sobreponíveis aos do grupo controlo. A música pode então revelar-se como uma possível ferramenta de modulação da diminuição da atenção. (71)

O neurologista Armando Sena referiu “todas as nossas células, todos os sistemas fisiológicos, existem com ritmos. Existem ritmos no âmago do nosso ser, da nossa existência, e talvez por isso o cérebro e o sistema nervoso central tenham essa memorização do ritmo, do movimento, que nos dará também a noção do tempo.” (72)

Tendo em conta que as crianças que participam em atividades musicais desenvolvem simultaneamente outras capacidades além da musical, como por exemplo, uma maior capacidade na aprendizagem de línguas, uma maior aptidão e rapidez na aprendizagem da matemática e no desenvolvimento da linguagem, poderá constituir-se como terapia complementar da ADHD, com o objetivo de facilitar o desenvolvimento das capacidades acima referidas. (73)

Foi verificada a eficácia da musicoterapia no que respeita aos parâmetros de atenção e comunicação, em 34 crianças com perturbações neurológicas severas, quando esta foi associada a uma terapia de reabilitação neurológica *standard* e comparada com uma terapia de reabilitação neurológica *standard* em monoterapia. (74)

A música ao promover o foco nas suas características (ritmo, andamento, melodia, tonalidade, altura) poderá constituir-se como uma ferramenta complementar na abordagem terapêutica da dificuldade de concentração, perturbação de elevada prevalência na idade pediátrica.

9.6. Música e Perturbações afetivas

A depressão traduz-se em alterações a nível estrutural, funcional e molecular em várias áreas cerebrais. (75) Afecta cerca de 3% das crianças com idade inferior a 13 anos e 6% dos adolescentes. (76)

Na depressão major é frequente constatar que os indivíduos têm níveis aumentados de cortisol, condicionando assim a neuroplasticidade e a resistência celular. (77)

Verificou-se que adolescentes com depressão, após a audição de música, revelaram uma diminuição dos níveis de cortisol, relativamente ao grupo controlo. (78)

O factor neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) envolvido na neurogênese, promove resiliência celular e plasticidade e encontra-se em níveis inferiores em indivíduos com depressão major não tratados, relativamente àqueles submetidos a terapia farmacológica. (79)

Os inibidores selectivos da recaptação da serotonina (SSRI) e os inibidores selectivos da recaptação da norepinefrina (NRI) ao aumentarem, respetivamente, a serotonina e a norepinefrina aumentam também, conseqüentemente, a síntese de BDNF. (80) Após intervenção farmacológica, os indivíduos apresentam valores de BDNF semelhantes aos do grupo controlo. (81)

O córtex pré-frontal, o cíngulo e a amígdala, potencialmente afetados na depressão major, além de serem responsáveis pela regulação do humor intervêm também nos processos de aprendizagem e memória. Neste sentido os indivíduos com depressão apresentam uma diminuição cognitiva, mais ou menos, significativa. (82)

A dopamina atua ao nível dos mecanismos de motivação e recompensa que condicionam mecanismos de aprendizagem. (83)

Durante a audição de música há um aumento da libertação extracelular de dopamina no núcleo acumbens e na amígdala, estando associada à vivência musical uma sensação de prazer. (84) Neste sentido, a música pode ser utilizada como terapia complementar nas doenças que envolvem, em maior ou menor grau, disfunção dopaminérgica.

Mozart conhecia o efeito universal de prazer que a música poderia suscitar nos seus ouvintes, tendo escrito numa carta a seu pai acerca das suas composições: *“There are passages... from which the connoisseurs alone can derive satisfaction; but these passages are written in such a way that the less learned cannot fail to be pleased, though without knowing why.”* (85)

A música, ao proporcionar um foco no timbre, melodia, ritmo, entre outras características, conduz a uma expressão criativa e constitui-se como um meio de

distanciamento de eventuais pensamentos que suscitem ansiedade. Adolescentes e jovens com anorexia nervosa, após participaram em sessões de musicoterapia em grupo, no seguimento de uma refeição, relatam uma diminuição dos níveis de ansiedade associados à alimentação, considerando a música uma ferramenta para um vivenciar de emoções mais organizado e resiliente. (86)

Tendo em conta que as perturbações afetivas começam a manifestar-se cada vez mais cedo na idade pediátrica, uma formação musical iniciada ainda em idade precoce, ao ativar regiões cerebrais envolvidas na integração da emoção, revela-se como uma ferramenta importante na promoção de estruturas cognitivas e emocionais que permitirão um vivenciar mais resiliente, por exemplo, na adolescência.

10. Outras possíveis aplicações

10.1. Na promoção do exercício físico

A música pode ser também utilizada como ferramenta complementar no incentivo ao exercício físico. Por exemplo, pode ser associada a vídeos de promoção da atividade física, tendo estudos em crianças conduzido a uma diminuição do tempo sedentário, quando ao programa de exercício físico proposto se associou um vídeo cuja música teve o objetivo de incentivar o movimento. (87)

10.2. Na melhoria do aproveitamento escolar e diminuição dos comportamentos de risco

Os efeitos de um passado musical com início na infância, parecem ter repercussão na idade adulta, revelando que os indivíduos que praticaram um instrumento mais do que 10 anos, tiveram melhores resultados de memória não verbal, nomeação e execução de tarefas. (88)

Assim, no âmbito do aproveitamento escolar, a música tem-se revelado como uma ferramenta com resultados já comprovados e cuja aplicação prática em grande escala poderá ser muito efetiva. Têm sido descritas maiores dificuldades escolares em crianças provenientes de estratos socio-económicos baixos. Essas crianças após receberem sessões de musicoterapia ou iniciarem a aprendizagem de um instrumento, revelaram uma melhoria da capacidade de aprendizagem e no âmbito da linguagem. (89)

A realização de atividades musicais em grupo tem também um impacto na inclusão social. O El Sistema é um exemplo de uma intervenção social que explorou de uma maneira exemplar este papel da música. Desde 1975 que cerca de meio milhão de crianças e jovens, provenientes de estratos sociais de grande vulnerabilidade participaram neste programa que atualmente é desenvolvido em 25 países. (90) Crianças provenientes destes estratos socio-económicos apresentam uma maior exposição diária a ruído, cuja exposição crónica está relacionada com uma diminuição da capacidade de leitura e cognitiva em geral. (91) Essas crianças ao participarem neste programa intensivo musical revelaram uma melhoria significativa dos resultados académicos e na participação escolar, incluindo disciplina, responsabilidade e pontualidade. Demonstraram uma redução de cerca de 75% de desistência escolar e uma redução da delinquência e violência juvenil. (92) (93)

Em Portugal, a Orquestra Geração possibilita, desde 2007, a cerca de 600 crianças e jovens de estratos económico-sociais baixos, oito horas semanais de música (em orquestra e ensino de instrumento individual), projeto inspirado no El Sistema. Sendo os jovens provenientes destes meios particularmente susceptíveis a comportamentos de risco, a música revela-se como uma atividade capaz de, quer na prevenção quer já perante situações de risco, promover uma saúde integral.

O projecto “Mãos Que Cantam”, em coordenação com a Orquestra Calouste Gulbenkian e a Universidade Católica Portuguesa, desde 2010, reúne um coro de surdos, aplicando a língua gestual à interpretação musical, como forma de criação artística. Estes indivíduos cantam fado, entre outros tipos musicais, revelando que a música é uma linguagem universal e pode, de variadas formas, ser vivenciada e exercer os seus efeitos benéficos.

10.3. Na vertente psicológica no seguimento de tratamento do cancro

Adolescentes com diagnóstico de cancro receberam musicoterapia como terapia complementar, tendo revelado que esta lhes proporcionou momentos de relaxamento e constituiu-lhes um suporte emocional. Os jovens relataram também a possibilidade de encarar os passos seguintes relativamente ao tratamento, de uma forma mais resiliente, tanto emocional como fisicamente. A musicoterapia em grupo permitiu ainda a partilha da vivência dos estados emocionais e apoio interpares. (94)

Em contexto de internamento, e em particular após sessões de quimioterapia, crianças expostas a sessões de musicoterapia relataram uma melhoria significativa do seu estado geral, nomeadamente com redução dos níveis de ansiedade. (95)

10.3. Na promoção da participação em terapia comportamental de grupo por jovens adultos com dependência de substâncias

Cerca de 12% dos jovens adultos consumiram cannabis no último ano na Europa. (96)

A musicoterapia, quando utilizada como terapia complementar ao tratamento *standard*, proporcionou aos participantes uma maior motivação na participação da terapia comportamental de grupo, verificando-se um aumento na adesão terapêutica, bem como uma melhoria do estado emocional e uma maior ligação ao grupo. (97)

A musicoterapia poderá ser uma ferramenta complementar efectiva a aplicar ao tratamento *standard* no tratamento de jovens adultos com dependência de substâncias.

Conclusões

A experiência musical tem a capacidade de induzir no ser humano, através da activação de várias estruturas cerebrais, transformações a nível fisiológico, emocional e comportamental.

As emoções, evocadas ou moduladas pela música, têm repercussões no SNA, no sistema imune e endócrino, revelando-se como uma terapia complementar no tratamento das patologias em que há disfunção desses sistemas. A razão e a forma pela qual a música tem estes efeitos são cada vez mais alvo de estudo, não sendo ainda completamente esclarecidos.

A vivência musical está também associada a uma maior plasticidade cerebral, transformação esta que poderá ser potencialmente utilizada, tanto com um propósito terapêutico complementar como preventivo, no sentido de um desenvolvimento integrado.

A música, ao proporcionar um meio de expressão criativo e permitir o controlo da ansiedade e do stress e a regulação do humor, potencializa um vivenciar mais resiliente, podendo constituir-se como terapia complementar de várias perturbações afetivas e, contribuindo em geral, para um desenvolvimento holístico

O vivenciar da música, nomeadamente em grupo, resulta também, num aumento da capacidade de concentração, melhor percepção e interpretação do discurso. Em geral, contribui de forma benéfica para a aprendizagem, promovendo comportamentos sociais com melhoria da comunicação verbal e não verbal. Há evidência de intervenções efetivas em crianças e adolescentes com PEDL, ADHD e PEA, bem como em crianças provenientes de estratos económico-sociais baixos, com diminuição dos comportamentos de risco.

Em ambiente hospitalar a musicoterapia revela-se como uma ferramenta complementar no controlo da dor, com diminuição do consumo de analgésicos, facto de extrema

importância em idade pediátrica e com potencial aplicabilidade prática em unidades de controlo da dor.

A música, como técnica não invasiva, de fácil acessibilidade e sem custos adicionais, contribui para uma melhoria do ambiente hospitalar, indo influenciar positivamente a evolução terapêutica através da diminuição da ansiedade associada ao acto médico, repercutindo-se ainda numa diminuição dos níveis de stress por partes dos profissionais de saúde, devendo a sua contribuição passar a ser implementada.

Apesar de o modo como a música atua no ser humano não ser ainda completamente conhecido, o recurso à música é crescente no mundo ocidental. Serão necessários mais estudos randomizados e controlados envolvendo as diversas patologias referidas, no sentido de aumentar o conhecimento que sirva de base a uma aplicação mais efectiva da música como terapia complementar na prática clínica. A par deste estado da arte, urge também em Portugal uma maior sensibilização e aceitação da musicoterapia.

A música como ferramenta preventiva é também uma aposta promissora na idade pediátrica, ao contribuir para um desenvolvimento integral, traçando desde cedo caminhos de saúde onde todas as esferas do ser humano são contempladas.

Agradecimentos

À Professora Doutora Helena Fonseca expresso a minha gratidão pela orientação, apoio e disponibilidade desde o início desta tese. Agradeço a confiança que em mim depositou na escolha deste tema e por ter acreditado na sua relevância.

À Professora Doutora Monika Glawischnig-Goschnik, psiquiatra e musicoterapeuta, orientadora do programa de formação de musicoterapia nas Universidades de Viena e Graz, pelo seu testemunho no Congresso Europeu de Musicoterapia, em Viena em 2016, que tanto me inspirou na elaboração deste trabalho.

Aos meus professores de violino e piano, Galina Ivanova e Radu Lesco, que através da sua competência e empenho, deram asas à minha paixão pela música.

Ao maestro Claudio Büchler, diretor da Orquestra Universitária de Innsbruck, da qual faço parte desde Outubro de 2015, proporcionando-me, nesse país da música, um crescimento musical, com um grupo com cerca de 75 membros, de várias gerações, com atuações na Alemanha, Suíça, Áustria e Itália e uma participação anual no baile vienense da universidade.

Aos maestros portugueses, Cesário Costa e Pedro Neves, com os quais tive a oportunidade, nas férias escolares, de vivenciar a música em grupo, participando em vários concertos em Portugal e Espanha, e muito aprender com a sua experiência profissional.

Aos meus pais, pela presença incondicional na minha vida, pelos preciosos ensinamentos de vida, por me proporcionarem uma educação onde a ciência, as humanidades e as artes sempre andaram de mãos dadas, e por terem colocado a música no meu caminho.

Ao meu irmão, pelo seu carinho de irmão mais velho e por me ter encantado, desde pequenina, com as suas melodias no piano, fazendo-me sentir, desde essa altura que a música iria fazer parte da minha vida.

Ao Martin Fritz, por partilharmos a paixão pela música e pela presença que é na minha vida.

A todos os amigos que me viram crescer e que sempre me apoiaram nas várias facetas da minha vida.

A todos os meus amigos, colegas de medicina e da música, por crescermos juntos, tantas vezes embalados pela música.

Aos amigos que fora de Portugal me têm apoiado, e aos que contribuíram para que Innsbruck se tornasse uma segunda casa para mim, a minha gratidão.

Referências bibliográficas

1. Darmer SA. Deciphering the 900 Theses: In: Syncretism in the West: Pico's 900 Theses (1486) The evolution of traditional religious and philosophical systems: with text, translate and commentary. Medieval & Renaissance Texts & Studies. Tempe: ACMRS Publications; 1998; 124.
2. Krieger RA. Music. In: Civilization's Quotations. New York: Algora Publishing; 2002; 292.
3. Schulkin J. and Raglan G. (2014) The evolution of music and human social capability. Front Neurosci. 8: 292.
4. Mithen S. (2006) The Singing Neanderthal. Cambridge, MA: Harvard University Press. Cambridge Archaeological Journal 16:1, 97–112.
5. Meymandi A. (2009) Music, Medicine, Healing, and the Genome Project. Psychiatry (Edgmont). 6(9): 43–45.
6. Peters J. The Development of Music Therapy. In: Music Therapy – An Introduction. Springfield: Charles C. Thomas; 2000; 21-35.
7. Pratt, R.R. and Jones, R.W. Music and medicine: A partnership in history. Musik in der Medizin/Music in Medicine. Heidelberg: Springer; 1987; 377-88.
8. Rorke, M.A. (2001) Music Therapy in the Age of Enlightenment. Journal of Music Therapy 69: 20-45.
9. Otte A. (2016) Johann Sebastian Bach's "Goldberg Variations" to treat insomnia from renal lithiasis. Sleep research in Nuclear Medicine. Hell J Nucl Med 19(1): 13-14.
10. Kirland K. International Dictionary of Music Therapy. New York: Routledge; 2013; 42.
11. Miloshev, B. Y. (1981). Distinguished doctors-famous musicians 18th-19th centuries. Histoire des sciences medicales, 17(2), 179:181.
12. Altenmuller E. and Schlaug G. Apollo's gift: new of neurologic music therapy. In: Progresse in Brain Research - Music, Neurology, and Neuroscience: Evolution, the Musical Brain, Medical Conditions, and Therapies. Vol. 217. Amsterdam: Elsevier; 2015; 237-252.
13. Hutchinson S., Lee, L.H., Gaab N. and Schlaug G. (2003) Cerebellar volume of musicians. Cereb Cortex. 13(9):943-949.

14. Schneider P., Scherg M., Dosch, H.G., Specht, H.J., Gutschalk A. and Rupp A. (2002) Morphology of Heschl's gyrus reflects enhanced activation in the auditory cortex of musicians. *Nat Neurosci* 5(7):688-694.
15. Miendlarzewska, E.A. and Trost, W.J. (2014) How musical training affects cognitive development: rhythm, reward and other modulating variables. *Front Neurosci.* 7:279.
16. Polat Z. and Atas A. (2014) The Investigation of Cortical Auditory Evoked Potentials Responses in Young Adults Having Musical Education. *Balkan Med J.* 31(4): 328–334.
17. Bosnyak D.J., Eaton R.A. and Roberts L.E. (2004) Distributed auditory cortical representations are modified when non-musicians are trained at pitch discrimination with 40 Hz amplitude modulated tones. *Cereb Cortex* 14:1088–99.
18. James, J. H., Matthew, D. A., Simon D., Sherif K., Margaret S., Eileen C., Alan, C. E. and Kelly, N. B. (2014) Cortical Thickness Maturation and Duration of Music Training: Health-Promoting Activities Shape Brain Development. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 53: 1153-1161.
19. Bernardi L., Porta C., Casucci G., Balsamo R., Bernardi N.F. and Fogari R. (2009) Dynamic Interactions Between Musical, Cardiovascular, and Cerebral Rhythms in Humans. *Circulation* 119(25):3171-3180.
20. Kesselman A., Bergen M., Stefanov D., Goldfisher R., and Amodio J. (2016) Impact of Music in Reducing Patient Anxiety During Pediatric Ultrasound. *Pediatr Rep.*8(1): 6349.
21. Martine Van P., Gerrit L., Pol V., Joris M., David S. and Nathalie P. (2014) Do You Hear the Same? Cardiorespiratory Responses between Mothers and Infants during Tonal and Atonal Music. *PLOS One* 10:9.
22. Loewy J., Stewart K., Dassler, A.M., Telsey A. and Homel P. (2013) The Effects of Music Therapy on Vital Signs, Feeding, and Sleep in Premature Infants. *Pediatrics* 131 (5): 902-918.
23. Alvarsson, J. J., Wiens S., and Nilsson, M. E. (2010) Stress Recovery during Exposure to Nature Sound and Environmental Noise. *Int J Environ Res Public Health.* 7(3): 1036–1046.
24. Bermudez P., Lerch J.P., Evans A.C. and Zatorre R.J. (2009). Neuroanatomical correlates of musicianship as revealed by cortical thickness and voxel-based morphometry. *Cereb Cortex.* 19(7):1583-1596.

25. Hyde, K. L., Lerch J., Norton A., Forgeard M., Winner E., Evans A.C. and Schlaug G. (2010). Musical Training Shapes Structural Brain Development. *J Neurosci.* 29(10): 3019–3025.
26. Nagy Z., Westerberg H. and Klingberg T. (2004) Maturation of white matter is associated with the development of cognitive functions during childhood. *J Cogn Neurosci.*16(7):1227-1233.
27. Ridding, M.C., Brouwer B. and Nordstrom, M.A. (2000). Reduced interhemispheric inhibition in musicians. *Exp Brain Res.* 133(2): 249-253.
28. Bengtsson, S.L., Nagy Z., Skare S., Forsman L., Forssberg H. and Ullén F. (2005) Extensive piano practicing has regionally specific effects on white matter development. *Nat Neurosci.* 8(9):1148-1150.
29. Zatorre, R.J., Fields, R.D. and Johansen-Berg H. (2012) Plasticity in gray and white: neuroimaging changes in brain structure during learning. *Nature neuroscienc;* 15(4):528-536.
30. Milovanov R., Pietila P., Tervaniemi M. and Esquef, P. A. A. (2010). Foreign language pronunciation skills and musical aptitude: a study of Finnish adults with higher education. *Learn. Individ. Dif.* 20: 56–60
31. Chikahisa S., Sei H., Morishima M., Sano A., Kitaoka K., Nakaya Y. (2006). Exposure to music in the perinatal period enhances learning performance and alters BDNF/TrkB signaling in mice as adults. *Behavioural brain research.*169(2):312-9.
32. Fancourt D., Williamon A., Carvalho L., Steptoe A., Dow R. and Lewis I. (2016) Singing modulates mood, stress, cortisol, cytokine and neuropeptide activity in cancer patients and carers. *Ecancermedicalsecience* 10: 631.
33. Skoe E. and Kraus N. (2012) A Little Goes a Long Way: How the Adult Brain Is Shaped by Musical Training in Childhood. *The Journal of Neuroscience* 32(34):11507–11510.
34. Hedayati N., Schibli K., and D'Angiulli A. (2016). El Sistema-inspired ensemble music training is associated with changes in children's neurocognitive functional integration: preliminary ERP evidence. *Neurocase.* 13:1-10.
35. Habibi A., Cahn, B.R., Damásio A. and Damásio H. (2016). Neural correlates of accelerated auditory processing in children engaged in music training. *Developmental Cognitive Neuroscience* 21: 1-14.
36. Juslin P. and Västfjäll D. (2008) Emotional responses to music: The need to consider underlying mechanisms. *Behavioral and Brain Sciences*, 31 (5): 559-575.

37. Wadsworth Longfellow H. Ancient Spanish Ballads. In: *Outre-mer: A Pilgrimage Beyond the Sea*. Vol. 2. New York: Harper & Brothers; 1835; 4.
38. Brown S., Martinez, M.J. and Parsons, L.M. (2004) Passive music listening spontaneously engages limbic and paralimbic systems. *Neuroreport*.15(13):2033-2037.
39. Gridley, M.C. and Hoff R. (2006) Do mirror neurons explain misattribution of emotions in music? *Percept Mot Skills*. 102(2):600-602.
40. Tomasello M. and Kirschner S. (2009) Joint drumming: social context facilitates synchronization in preschool children. *J. Exp Child Psychology* 102(3):299-314.
41. Molnar-Szakac I. and Overy K. (2006). Music and mirror neurons: from motion to 'e'motion. *Soc Cogn Affect Neuroscience* 1(3): 235–241.
42. Trehub, S. E. (2003) The developmental origins of musicality. *Nat. Neuroscience* 6 (7): 669-763.
43. Canadian Association for Music Therapy (1994, May). Paper presented at the Canada Annual General Meeting, Vancouver.
44. Schulman A. Afterword by Marvin A. McMullen, M.D., FACS, MACP. In: *Waking the Spirit – A musician's Journey Healing Body, Mind, and Soul*. New York: Picador; 2016; 252:55.
45. Archie P., Bruera E. and Cohen L. (2013). Music-based interventions in palliative cancer care: a review of quantitative studies and neurobiological literature. *Support Care Cancer* 21(9): 2609–2624.
46. Preissler P., Kordovan S., Bokemeyer, A. C., and Oechsle K. (2016) Favored subjects and psychosocial needs in music therapy in terminally ill cancer patients: a content analysis. *BMC Palliat Care*. 15: 48.
47. Van der Heijden M., Araghi S., Dijk S., Jeekel J. and Hunink M. (2015) The Effects of Perioperative Music Interventions in Pediatric Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *PloS One*. 10: e133608.
48. Linhares, M.B.M. and Doca, F.N.P. (2010) Dor em Neonatos e Crianças: Avaliação e Intervenções não Farmacológicas. *Temas em Psicologia* 18 (2): 307-325.
49. Nguyen, T.N., Nilsson S., Hellström, A.L. and Bengtson A. (2010). Music therapy to reduce pain and anxiety in children with cancer undergoing lumbar puncture: a randomized clinical trial. *J Pediatr Oncol Nurs*. 27(3):146-155.

50. Drahota A., Ward D., Mackenzie H., Stores R., Higgins B. and Gal D. (2012) Sensory environment on health-related outcomes of hospital patients. *Cochrane Database Syst Rev.* 3:CD005315.
51. Loewy J. Effects of an Live Music on the Perception of Noise in the SICU: A Patient, Caregiver, and Medical Staff Environmental Study. *ClinicalTrials.gov*, consultado a 14.01.17, <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/record/NCT02269527>.
52. Good, M.A. (1995) A comparison of the effects of jaw relaxation and music on postoperative pain. *Nurs Res.* 44: 52-57.
53. Tse, M.M., Chan, M.F. and Benzie, M.F. (2005) The effect of music therapy on postoperative pain, heart rate, systolic blood pressures and analgesic use following nasal surgery. *Journal of Pain Palliative Care* 19: 21-29.
54. McCaffrey R. and Freeman E. (2003) Effect of music on chronic osteoarthritis pain in older people *Journal of Advanced Nursing* 44(5): 517–524.
55. Sallat S. and Jentschke S. (2015) Music Perception Influences Language Acquisition: Melodic and Rhythmic-Melodic Perception in Children with Specific Language Impairment. *Behav Neurol.* 2015:1-10.
56. Groß W., Linden U. and Ostermann T. (2010) Effects of music therapy in the treatment of children with delayed speech development - results of a pilot study. *BMC Complement Altern Med.;* 10: 39.
57. Cumming R., Wilson A., Leong V., Colling, L.J. and Goswami U. (2015) Awareness of Rhythm Patterns in Speech and Music in Children with Specific Language Impairments. *Front. Hum. Neuroscience* 9: 672.
58. Overy K. (2003) Dyslexia and music. From timing deficits to musical intervention. *Ann N Y Acad Sci.* 999:497-505.
59. Bruggen-Rufi M., Vink A., Achterberg W. and Roos R. (2016) Music therapy in Huntington's disease: a protocol for a multi-center randomized controlled trial. *BMC Psychol.* 4: 38.
60. Pinto Pais I., Flores Lopes A., Aires Pereira S. (2013) Perturbações da linguagem em crianças pré-escolares e repercursões na aprendizagem da leitura e da escrita. *Acta Pediatr Port* 44(5): 210-14.
61. Hughes, J.R., Daaboul Y. and Fino, J.J. (1998) The "Mozart effect" on epileptiform activity. *Clin Electroencephalogr* 29:109-119.
62. Lin, L.C., Lee, W.T. and Wang, C.H. (2008) Mozart K.448 acts as a potential add-on therapy in children with refractory epilepsy. *Epilepsy Behav.* 20:490-493.

63. Gordon Millichap J. (2015). Does Listening to Mozart benefit Children with Severe Epilepsy. *Pediatric Neurology Briefs*. 29(8): 59.
64. Srinivasan, S. M., Bhat, A. N. (2013). A review of “music and movement” therapies for children with autism: embodied interventions for multisystem development. *Front Integr Neurosci*. 7: 22.
65. Heaton P. (2003). Pitch memory, labelling and disembedding in autism. *J Child Psychol Psychiatry*. 44(4):543-551.
66. Gold C., Wigram T. and Elefant C. (2006). Music therapy for autistic spectrum disorder. *Cochrane Database Syst Rev*. (2):CD004381.
67. Lim, H.A., (2010). Effect of "developmental speech and language training through music" on speech production in children with autism spectrum disorders. *J. Music Therapy* 47(1): 2-26.
68. Kim J., Wigram T. and Gold C. (2008) The effects of improvisational music therapy on joint attention behaviors in autistic children: a randomized controlled study. *J Autism Dev Disord*. 38(9):1758-1766.
69. Whipple C., Gfeller K., Driscoll V., Oleson J. and McGregor K. (2015) Do Communication Disorders Extend to Musical Messages?: An Answer from Children with Hearing Loss or Autism Spectrum Disorders. *J Music Therapy* 52: 78-116.
70. Geretsegger M., Holck U. and Gold C. (2012) Randomised controlled trial of improvisational music therapy's effectiveness for children with autism spectrum disorders (TIME-A): study protocol. *BMC Pediatr*. 12: 2.
71. Carrer J. (2015). Music and Sound in Time Processing of Children with ADHD. *Front Psychiatry*. 6: 127.
72. Peralta, H. (2016). A música (também) faz bem à saúde. *Lusíadas* 6: 24.
73. Hyde, K.L., Lerch J., Norton A., Forgeard M., Winner E., Evans, A.C. and Schlaug G. (2009). The effects of musical training on structural brain development: a longitudinal study. *Ann N Y Acad Sci*. 1169:182-186.
74. Bringas M., Zaldivar M., Rojas P., Martinez-Montes K., Chongo D., Ortega M., Galvizu R., Perez A., Morales L. Maragoto C., Vera H., Falan L., Besson M. and Valdes-Sosa P. (2015) Effectiveness of music therapy as an aid to neurorestoration of children with severe neurological disorders. *Front Neuroscience* 9: 427.
75. Maletic V., Robinson M., Oakes T., Iyengar S., Ball, S.G. and Russell J. (2007) Neurobiology of depression: an integrated view of key findings. *Int J Clin Pract*. 61(12): 2030–2040.

76. Costello, E.A., Erkanli A. and Angold A. (2006) Is there an epidemic of child or adolescent depression? *J Child Psychol Psychiatry*.47(12):1263-1271.
77. Manji, H.K, Quiroz, J.A., Sporn J., Payne, J.L., Denicoff K., Gray, N.A., Zarate, C. A, Charney, D.S. (2003) Enhancing neuronal plasticity and cellular resilience to develop novel, improved therapeutics for difficult-to-treat depression. *Biol Psychiatry*. 53(8):707-742.
78. Field T, Martinez A., Nawrocki T., Pickens J., Fox, N.A. and Schanberg S. (1998) Music shifts frontal EEG in depressed adolescents. *Adolescence*. 33(129):109-116.
79. Shimizu E., Hashimoto K., Okamura N., Koike K., Komatsu N., Kumakiri C., Nakazato M., Watanabe H., Shinoda N., Okada S. and Iyo M. (2003) Alterations of serum levels of brain-derived neurotrophic factor (BDNF) in depressed patients with or without antidepressants. *Biol Psychiatry*. 54(1):70-75.
80. Duman, R.S., Heninger, G.R. and Nestler, E.J. (1997) A molecular and cellular theory of depression. *Arch Gen Psychiatry*. 54(7):597-606.
81. Aydemir O., Deveci A. and Taneli F. (2005) The effect of chronic antidepressant treatment on serum brain-derived neurotrophic factor levels in depressed patients: a preliminary study. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*. 29(2):261-265.
82. Maletic V., Robinson M., Oakes T., Iyengar S., Ball, S.G., and Russell J. (2007) Neurobiology of depression: an integrated view of key findings. *Int J Clin Pract*. 61(12): 2030–2040.
83. Berridge, K. C. and Kringelbach, M. L. (2015) Pleasure systems in the brain. *Neuron*. 86(3): 646–664.
84. Polston, J.E., Rubbinaccio, H.Y, Morra J.T., Sell, E.M., and Glick, S.D. (2011) Music and Methamphetamine: Conditioned Cue-induced Increases in Locomotor Activity and Dopamine Release in Rats. *Pharmacol Biochem Behav*. 98(1): 54–61.
85. Anderson E. The letters of Mozart and His family. Vol. 3. London: Macmillan; 1938; 1242.
86. Bibb J., Castle D. and Newton R. (2015) The role of music therapy in reducing post meal related anxiety for patients with anorexia nervosa. *J Eat Disord*. 3: 50.
87. Tuominen P., Husu P., Taitanen J. and Luoto R. (2016) Differences in sedentary time and physical activity among mothers and children using a movement-to-music video program in the home environment: a pilot study. *Springerplus* 5: 93.
88. Hanna-Pladdy B. and MacKay A. (2011). The relation between instrumental musical activity and cognitive aging. *Neuropsychology*. 25(3):378-386.

89. Slater J., Strait, D.L., Skoe E., O'Connell S., Thompson E. and Kraus N. (2014) Longitudinal Effects of Group Music Instruction on Literacy Skills in Low-Income Children. *PLOS One*.
90. Diamond A. (2014). Want to Optimize Executive Functions and Academic Outcomes? *Minneapolis Child Psychology* 37: 205–232.
91. Clark C., Martin R., van Kempen E., Alfred T., Head J., Davies, H.W., Haines, M.M., Lopez Barrio I., Matheson M., Stansfeld, S.A. (2006). Exposure-effect relations between aircraft and road traffic noise exposure at school and reading comprehension: the RANCH project. *Am J Epidemiol*. 163(1):27-37.
92. Inter-American Development Bank. Venezuela. *Propuesta de préstamo para un programa de apoyo al Centro de Acción Social por la Música—Fase II (Vol. IADB) PR-3161*. Washington, DC: 2007.
93. Kraus N., Hornickel J., Strait, D. L., Slater J. and Thompson L. (2014) Engagement in community music classes sparks neuroplasticity and language development in children from disadvantaged backgrounds. *Front Psychol*. 5: 1403.
94. O'Callaghan C., Barry P. and Thompson K. (2012). Music's relevance for adolescents and young adults with cancer: a constructivist research approach. *Supportive Care in Cancer* 20 (4): 687–697.
95. Barrera, M.E., Rykov, M. H. and Doyle, S. L. (2002) The effects of interactive music therapy on hospitalized children with cancer: a pilot study. *Psycho-Oncology* 11: 379-388.
96. Observatório Europeu da Droga e da Toxicodependência. (2015). *Relatório Europeu sobre Drogas*. Luxemburgo.
97. Dingle, G. A., Gleadhill L. and Baker, F.A. (2008) Can music therapy engage patients in group cognitive behaviour therapy for substance abuse treatment? *Drug Alcohol Rev*. 27(2):190-196.