



## **Do processamento neurológico musical ao desenvolvimento da capacidade atencional em portadores de esclerose tuberosa: caminhos de uma pesquisa bibliográfica em musicoterapia neurológica**

MODALIDADE: COMUNICAÇÃO

*Verônica Magalhães Rosário*  
UFMG- verasud@yahoo.com

*Cybelle Maria Veiga Loureiro*  
UFMG- cybelleveigaloureiro@gmail.com

**Resumo:** Trata-se de uma pesquisa descritiva de cunho bibliográfico que tem como objetivo principal estabelecer uma fundamentação teórica para a pesquisa clínica de musicoterapia com portadores de esclerose tuberosa. As investigações incluem estudos sobre o processamento neurológico musical, neuroplasticidade estimulada pela música, musicoterapia neurológica, reabilitação cognitiva, atenção, capacidade atencional e esclerose tuberosa.

**Palavras-chave:** Música. Neuroplasticidade. Musicoterapia neurológica. Atenção. Esclerose tuberosa.

**From Musical Neurological Processing to the Development of Attentional Capacity in Patients with Tuberous Sclerosis: Paths of a Bibliographical Research on Neurologic Music Therapy**

**Abstract:** This is a descriptive research with bibliographic nature that aims to establish a theoretical foundation for clinical research on music therapy with patients suffering from tuberous sclerosis. The investigations include studies on musical neurological processing, neuroplasticity stimulated by music, neurologic music therapy, cognitive rehabilitation, attention, attentional capacity and tuberous sclerosis.

**Keywords:** Music. Neuroplasticity. Neurological music therapy. Attention. Tuberous sclerosis.

O fenômeno sonoro abarca em si um universo infinito de possibilidades de pesquisa, desde o estudo de seu material original, a onda sonora, até as modernas pesquisas em neurociência sobre o processamento neurológico da música.

As novas ferramentas de estudo do cérebro humano como um organismo vivo colocaram os mecanismos neurológicos da música como foco de investigação, o que justificase pelas características específicas que possui, sendo uma linguagem sensorial altamente complexa, temporalmente ordenada e baseada em regras (THAUT, 2008). Desta forma, nas últimas duas décadas foi abundante o interesse da comunidade científica em pesquisas envolvendo música e cérebro (JOURDAIN, 1998; ANDRADE, 2004; ZATORRE, 2005; SACKS, 2007; LEVITIN, 2010; MUSKAT, 2012).

O texto aqui apresentado é fruto de uma pesquisa descritiva de cunho bibliográfico que tem como objetivo principal estabelecer uma fundamentação teórica de

suporte para a pesquisa clínica de musicoterapia com portadores de esclerose tuberosa realizada como requisito do curso de Mestrado em Música.

O som penetra nossos corpos primariamente através do sistema auditivo. O sentido da audição é realizado por um processo conhecido como transdução auditiva. A captação inicia-se a partir do momento em que as ondas sonoras atingem a orelha, encaminhando-se para o interior do canal auditivo. Neste local encontra-se uma fina membrana, o tímpano, que coloca-se em estado de vibração ao entrar em contato com as pequenas variações de pressão produzidas pelo som. Essas vibrações são transmitidas ao ouvido médio, um conjunto de três ossículos: martelo, bigorna e estribo. Passando primeiramente pelo martelo, as vibrações acionam também a bigorna e o estribo. Estas vibrações são ampliadas no decorrer deste processo, permitindo ao ouvido humano a capacidade de perceber sons de intensidades muito baixas. Continuando seu trajeto, as vibrações alcançam o ouvido interno, com sua forma de caracol. Neste local um líquido estimula terminações nervosas chamadas de células ciliadas, que enviam impulsos elétricos através do nervo auditivo até o cérebro, onde estes impulsos são decodificados, produzindo o sentido da audição.

Uma parte específica do nosso cérebro, o centro auditivo, ocupa-se deste fenômeno. A maior parte desta área encontra-se dentro dos lóbulos temporais e é encontrada no interior da superfície do córtex cerebral em ambos os lados do cérebro. As vias auditivas começam nas fibras nervosas do órgão de Corti, no ouvido interno, onde as ondas sonoras são convertidas em impulsos nervosos. Esses impulsos viajam no nervo auditivo até o córtex auditivo do cérebro. Durante a sua passagem para o centro auditivo, algumas das fibras nervosas auditivas cruzam-se no tronco cerebral. Isto resulta no som que entra por um ouvido passando para ambos os córtices. Os impulsos são retransmitidos para o lemnisco lateral, e de lá, através dos núcleos geniculados mediais, para o córtex auditivo nos lobos temporais do cérebro, onde o som é percebido.

Enquanto a porta de entrada do som em nosso cérebro é o córtex auditivo, a percepção da música envolve um número muito maior de estruturas e regiões deste órgão. Ao pensarmos em processamento musical segue-se a sequência descrita pelo neurocientista paulista, Mauro Muszkat:

“O primeiro estágio, a senso-percepção musical, se dá nas áreas de projeção localizadas no lobo temporal no chamado córtex auditivo ou área auditiva primária responsável pela decodificação da altura, timbre, contorno e ritmo. Tal área conecta-se com o restante do cérebro em circuitos de ida e volta, com áreas da memória como o hipocampo que reconhece a familiaridade dos elementos temáticos e rítmicos, bem como com as áreas de regulação motora e emocional como o cerebelo

e a amígdala (que atribuem um valor emocional à experiência sonora) e um pequeno núcleo de substância cinzenta (núcleo acumbens) relacionado ao sentido de prazer e recompensa. Enquanto as áreas temporais do cérebro são aquelas que recebem e processam os sons, algumas áreas específicas do lobo frontal são responsáveis pela decodificação da estrutura e ordem temporal, isto é, do comportamento musical mais planejado. (MUSZKAT, 2012: 67)

O neurologista Oliver Sacks afirma:

O fato é que o nosso sistema auditivo, nosso sistema nervoso, é primorosamente sintonizado para a música. Ainda não sabemos quanto isso se deve às características intrínsecas da música – seus complexos padrões sonoros tecidos no tempo, sua lógica, seu ímpeto, suas sequências indecomponíveis, seus insistentes ritmos e repetições, o modo misterioso como ela incorpora emoção e ‘vontade’ – e quanto às ressonâncias especiais, sincronizações, oscilações, excitações mútuas, *feedbacks* etc. no imensamente complexo conjunto de circuitos neurais multinivelados que fundamenta nossa percepção e reprodução musical. (SACKS, 2007: 11)

Entendemos a música, no contexto do presente trabalho, como uma das mais importantes formas de expressão humana, linguagem e comunicação, composta pela organização temporal de unidades sonoras e seus elementos, ritmo, melodia e harmonia.

Topograficamente, a música afeta ambos os hemisférios cerebrais. O hemisfério direito responsabilizando-se primordialmente pela discriminação melódica, de alturas e de timbres, bem como com o envolvimento emocional com a música, enquanto o hemisfério esquerdo ocupa-se do ritmo, duração e métrica, analisando também as interações desses parâmetros com as áreas da linguagem que identificam a sintaxe musical (MUSZKAT, 2012).

A década iniciada em 1990 foi também conhecida como “a década do cérebro” devido aos diversos avanços nos estudos deste complexo órgão humano e do desenvolvimento de técnicas de neuroimagem, como a ressonância magnética e a tomografia por emissão de pósitrons.

Grande parte deste interesse poderia advir do fato da música nos envolver emocionalmente, sendo uma linguagem artística onipresente em todas as culturas, tão antiga quanto o homem (talvez até mais antiga que o próprio *Homo Sapiens*). No entanto, através de diversas pesquisas realizadas pela neurociência moderna, especialmente na comparação de cérebros de músicos e não-músicos, acrescenta-se um interesse adicional pela constatação de que “a música não apenas é processada no cérebro, mas afeta seu funcionamento” e “a experiência musical modifica estruturalmente o cérebro” (MUSZKAT, 2012: 68).

Em uma pesquisa efetuada por Schlaug no Canadá em 2009 (apud ROCHA & BOGGIO, 2013), realizou-se um estudo comparativo entre crianças de 5 a 7 anos divididas em três grupos. Durante o período de 29 semanas, o primeiro grupo dedicou-se a prática de um instrumento musical por 1 a 2 horas semanais, o segundo grupo dedicou-se a prática de um instrumento por 2 a 5 horas, enquanto o terceiro grupo, ou grupo controle, não realizou

nenhuma prática instrumental. As conclusões apontaram para um aumento significativo do volume do corpo caloso nas crianças com mais tempo de prática instrumental, sendo esta diferença inexistente no início do estudo

Muszkat também afirma:

Pessoas sem treino musical processam melodias preferencialmente no hemisfério cerebral direito, enquanto nos músicos, há uma transferência para o hemisfério cerebral esquerdo. O treino musical também aumenta o tamanho, a conectividade (maior número de sinapses-contatos entre os neurônios) de várias áreas cerebrais como o corpo caloso (que une um lado a outro do cérebro), o cerebelo e o córtex motor (envolvido com a execução de instrumentos) (MUSZKAT, 2012: 68).

Outro aspecto citado pelo autor na plasticidade cerebral promovida pela música é a ativação de diversos circuitos neurais (atenção, memória, associação temporal e corporal, linguagem corporal e simbólica, emoção).

De acordo com Haase, neuroplasticidade ou plasticidade neural é definida como a capacidade do sistema nervoso de modificar sua estrutura e função em decorrência dos padrões de experiência. A compreensão do cérebro humano como um órgão dinâmico e adaptativo dá suporte às terapias não-medicamentosas no processo de reabilitação neuropsicológica a partir da convicção de que este órgão é capaz de reestruturar-se em função de novas exigências ambientais (HAASE, 2004). A musicoterapia pode oferecer ferramentas compensatórias na estruturação cerebral de seus clientes a partir da estimulação musical. (BACKER & ROTH, 2004)

Michael Thaut, diretor do Centro de Pesquisa Biomédica em Música, da Universidade do Colorado, pesquisa a ligação entre ritmo, funções cerebrais e sequências de movimentos em pacientes com deficiências cerebrais degenerativas ou traumáticas. Sua pesquisa se concentra na função da música no cérebro, verificando o processamento de informação, especialmente tempo, relacionado com a ritmicidade do indivíduo e aplicações biomédicas da música para a reabilitação neurológica das suas funções sensório-motoras, cognitivas e de discurso e linguagem. A esta abordagem terapêutica dá-se o nome de Musicoterapia Neurológica.

A aplicação da musicoterapia neurológica baseia-se no treinamento sensório-motor, cognitivo e de linguagem através de técnicas específicas (DAVIS, GFELLER & THAUT, 2008). Segundo Loureiro: “A musicoterapia aplicada à reabilitação neurológica busca investigar o efeito do estímulo musical, percebido ou produzido, como elemento mediador de respostas afetivas, cognitivas, sensoriais e motoras.” (LOUREIRO, 2009, p. v)

As pesquisas em musicoterapia neurológica abrangem uma ampla diversidade de patologias. Em reabilitação sensório-motora podemos citar as pesquisas em neurite óptica na

esclerose múltipla (LOUREIRO, 2009), perda auditiva (NORENA & EGGERMONT, 2005) e lesão no córtex auditivo. Na reabilitação motora citaremos as pesquisas na doença de Parkinson (HACKNEY & EARHART, 2009) e lesão no córtex motor (RODRIGUES-FORNELLS et al., 2012). Por fim, na área de reabilitação cognitiva encontramos as pesquisas em afasia expressiva (SCHLAUG et al., 2008) e mal de Alzheimer (CUDDY & DUFFIN, 2005). Não foram encontradas pesquisas em Musicoterapia e Esclerose Tuberosa nos bancos de dados da literatura científica (MEDLINE, LILACS, SciELO, Cochrane).

A Esclerose Tuberosa é uma anomalia genética decorrente da mutação no gene TC1 (no cromossomo 9) e TSC2 (no cromossomo 16) que gera tumores benignos em diversos órgãos, especialmente no cérebro, no coração, nos rins, na pele e nos pulmões. Sua nomenclatura é derivada destes tumores benignos chamados túberos corticais, provavelmente formados na superfície do cérebro antes do nascimento. Ela é geralmente diagnosticada a partir de dois sintomas neurológicos: os ataques epilépticos e variados graus de deficiência mental. (ABET, 2013)

Há uma grande variabilidade no comprometimento neuropsicomotor do portador de esclerose tuberosa, que pode incluir desde sintomas graves como convulsões, problemas de aprendizagem e diferentes graus de autismo, até indivíduos capazes de manter uma vida saudável, sem déficits cognitivos (ABET, 2013).

A proposta inicial da pesquisa clínica seria aplicar as técnicas da musicoterapia neurológica em pessoas portadoras de esclerose tuberosa dentro de um processo musicoterapêutico sistemático, avaliando os resultados obtidos em relação ao desenvolvimento global dos pesquisados.

A partir dos resultados obtidos na pesquisa bibliográfica que aqui descrevemos como fundamentação teórica da pesquisa clínica, concluímos que a investigação do desenvolvimento global de portadores de esclerose tuberosa seria um objetivo demasiadamente amplo, tendo em vista a grande variabilidade de comprometimento e sintomatologia que esta patologia pode apresentar.

Desta forma, procuramos definir um plano de ação mais específico dentro da reabilitação neurológica, capaz de estimular os sujeitos envolvidos no processo terapêutico dentro de suas necessidades. Para tanto, escolhemos as técnicas da musicoterapia neurológica na reabilitação cognitiva. Estas intervenções são designadas para melhorar o método de reabilitação cognitiva tradicional afim de que as ingerências e mudanças obtidas com a musicoterapia neurológica possam ser transferidas para dentro das situações do dia a dia dos pacientes (THAUT, 2008)

As técnicas da musicoterapia neurológica na reabilitação cognitiva procuram estimular habilidades cognitivas como atenção, memória, funções executivas e psicossociabilidade. Buscando ainda uma maior especificidade, definimos o desenvolvimento da capacidade atencional como foco principal de estudo.

A reabilitação atencional na musicoterapia neurológica baseia-se na compreensão de que a atenção é uma habilidade fundamental dentre os processos cognitivos, possuindo potencial de reabilitação. Inclui estudos sobre a neuroanatomia da atenção (MIRSKY et al. apud THAUT, 2008) e utiliza os modelos de função atencional de Mateer e Sohlberg citados por Thaut (2008) que dividem a atenção em cinco categorias: foco, sustentação, seletividade, alternância e divisão. Como a música é composta por padrões interessantes que apresentam-se em constantes mudanças de repetição e contraste, esta pode ser utilizada na reabilitação cognitiva para o desenvolvimento da atenção sustentada, seletiva, alternada e dividida (DAVIS, GFELLER & THAUT, 2008).

O sistema da atenção requer a coordenação de vários aspectos do cérebro, sendo fundamental para o desenvolvimento de outras funções mentais, como memória e linguagem (DAVIS, GFELLER & THAUT, 2008). Estudiosos como Luria (1981), Vygotsky(1998) e Mesulam (1985) debruçaram-se sobre o estudo dos mecanismos da atenção. O conceito de atenção é complexo devido aos diversos elementos que lhe são atribuídos como características essenciais (MONTIEL & CAPOVILLA, 2008). De acordo com Sterneberg, a atenção pode ser entendida como o “fenômeno pelo qual o ser humano processa ativamente uma quantidade limitada de informações do enorme montante de informações disponíveis através dos órgãos dos sentidos, de memórias armazenadas e de outros processos cognitivos” (STERNBERG apud MONTIEL & CAPOVILLA, 2008: 289). Tanaka define atenção como “direção da consciência, o estado de concentração da atividade mental sobre determinado objeto” (TANAKA,2007: 63); Para Lent, “prestar atenção é focalizar a consciência, concentrando os processos mentais em uma única tarefa principal e colocando as demais em segundo plano.”(LENT, 2010: 631). Sloboda analisa alguns experimentos envolvendo atenção e audição musical, discorrendo sobre como os mecanismos da música e seus elementos constituintes são capazes de captar e sustentar a atenção do ouvinte (SLOBODA, 2007).

São raras as pesquisas em musicoterapia que enfoquem especificamente o desenvolvimento da capacidade atencional. Um exemplo é a pesquisa realizada na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) que procurou verificar o índice de resposta atencional ao estímulo sonoro do Recém Nascido Pré-Termo (RNPT) e a correlação dessas respostas com a Escala Apgar numa avaliação inicial de Musicoterapia. As evidências



encontradas levaram a inferência de que quanto melhor forem as condições de nascimento do RNPT pelo score Apgar, maior será o número de respostas comportamentais de orientação visual e auditiva aos estímulos sonoros. (SILVEIRA et al., 2013) .

Outra investigação em musicoterapia que inclui objetivos ligados a capacidade atencional, mais especificamente na atenção visual, encontra-se na pesquisa em neurite óptica na esclerose múltipla realizada como tese de doutorado pela Dra. Cybelle Loureiro, onde “atenção e memória imediata visual foram definidas como habilidades de compreender, organizar e executar ritmicamente com e sem a música uma sequência de ações nas laterais e linha média” (LOUREIRO, 2009: 33).

A capacidade de atenção nas diversas categorias costuma ser medida através de testes neuropsicológicos de três tipos diferentes: cancelamento, realização contínua e duplicação de tarefa. (MONTIEL & CAPOVILLA:2008). Geralmente estes testes são feitos através de respostas em computadores ou com lápis e papel. Não foi encontrado nenhum teste que pudesse avaliar toda a população estudada na pesquisa, tendo em vista a faixa etária e o comprometimento cognitivo severo de alguns integrantes. Portanto, a avaliação do desenvolvimento da capacidade atencional dos sujeitos será feita através de um protocolo especialmente formulado para a pesquisa e de questionário respondido pelos familiares.

### Referências:

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESCLEROSE TUBEROSA (ABET). *Esclerose tuberosa: cartilha de orientação*. Belo Horizonte, 2013
- ANDRADE, Paulo Estevão. *Uma abordagem evolucionária e neurocientífica da música*. Revista Neurociências. V (1) jul-ago (1). Brasil Jul-ago, 2004
- BACKER, Felicity & ROTH, Edward. *Neuroplasticity and functional recovery: training models and compensatory strategies in music therapy*. Nordic Journal Of Music Therapy. 13 (1), 2004
- CUDDY, L. L., & DUFFIN, J.. *Music, memory, and Alzheimer's disease: is music recognition spared in dementia, and how can it be assessed?* PUBMED. Medical Hypotheses 64(2), 2005
- DAVIS, William B., GFELLER, Kate E. & THAUT, Michael. *An Introduction to Music Therapy Theory and Practice-Third Edition: The Music Therapy Treatment Process*. Silver Spring: Maryland, 2008
- HAASE, Victor Geraldi & LACERDA, Shirley Silva. *Neuroplasticidade, Variação interindividual e recuperação funcional em Neuropsicologia*. Temas em Psicologia da SBP. vol. 12, n.1, 2004
- HACKNEY M. E., & EARHART, G. M. *Effects of dance on movement control in Parkinson's disease: a comparison of argentine tango and american ballroom*. Journal of Rehabilitation Medicine, 41(6), 2009
- THAUT, Michael. *Rhythm, Music, and the Brain: Scientific Foundation and Clinical Applications*. New York and London: Routledge Taylor & Francis Group 2008.
- JOURDAIN, Robert. *Música, cérebro e êxtase*. Rio de Janeiro: Objetiva, 1998



- LENT, Roberto. *Cem bilhões de Neurônios: Conceitos Fundamentais de Neurociência*. 2ed. São Paulo: Atheneu, 2010.
- LEVITIN, Daniel J. *A Música no seu Cérebro: A Ciência de Uma Obsessão Humana*. 3ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2011.
- LOUREIRO, Cybele. *Efeitos da musicoterapia na qualidade de vida visual de portadores de neurite óptica desmielinizante*. 2009. 108f. Tese (Doutorado em Medicina) - Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte: 2009.
- LURIA, Alexander. *Fundamentos de neuropsicologia*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos/Edusp, 1981.
- MESULAM, M.M. *Principles of behavioral neurology*. Philadelphia: Davis Company, 1985.
- MONTIEL, J., & CAPOVILLA, A. (2008). Teste de Atenção por Cancelamento: análise de critérios de correção. *Integração*, 54, 288-296
- MUSZKAT, Mauro. *Música, neurociência e desenvolvimento humano*. A música na escola. São Paulo: Allucci & Associados Comunicações, 2012
- NORENA, A. J., & EGGERMONT, J. J. *Enriched acoustic environment after noise trauma reduces hearing loss and prevents cortical map reorganization*. *Journal of Neuroscience*, 25(3), 2005
- ROCHA, Viviane Cristina; BOGGIO, Paulo Sérgio. *A música por uma ótica neurocientífica*. Belo Horizonte: Per Musi. n. 27, 2013.
- RODRIGUEZ-FORNELLS, A., ROJO, N., AMENGUAL, J. L., RIPOLLES, P., ALTENMULLER, E., & MUNTE, T. F. (. *The involvement of audio-motor coupling in the music-supported therapy applied to stroke patients*. *Neurosciences and Music Iv: Learning and Memory*, 1252, 2012
- SACKS, Oliver W. *Alucinações Musicais*. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.
- SCHLAUG, G., MARCHINA, S., & NORTON, A. *From singing to speaking: Why singing may lead to recovery of expressive language function in patients with Broca's aphasia*. *Music Perception*, 25(4), 2008.
- SLOBODA, John A. *The musical mind: the cognitive psychology of music*. 17 ed. Nova York: Oxford University Press, 2007
- TANAKA, Priscila Junko. *Atenção: reflexão sobre tipologias, desenvolvimento e seus estados patológicos sob o olhar psicopedagógico*. *Construção. psicopedagógica*. vol.16, n.13, 2008
- THAUT, Michael. *Rhythm, Music, and the Brain: Scientific Foundation and Clinical Applications*. New York and London: Routledge Taylor & Francis Group, 2008
- VIGOTSKI, L. S. *A psicologia e a pedagogia da atenção*. In: VIGOTSKI, L. S. *Psicologia Pedagógica*. São Paulo: Martins Fontes, 2001
- ZATORRE, R. & MCGILL, J. *Music: the food of neuroscience?* *Nature*. 43, 2005