

Treinamento musical e habilidades do processamento auditivo em crianças: revisão sistemática

Music training and auditory processing skills in children: a systematic review

Ana Clara Engel¹ , Claudine Devicari Bueno² , Pricila Sleifer³ 

RESUMO

Objetivo: Verificar a contribuição do treinamento musical nas habilidades do processamento auditivo em crianças. **Estratégia de pesquisa:** Realizou-se uma busca no mês de agosto de 2018, usando os descritores *Music, Child, Childhood, Children*, Evoked Potentials, Auditory, *Auditory Perception, Auditory Processing*, utilizando o operador *AND*. **Crerios de seleção:** Como questão norteadora, adotou-se a seguinte pergunta: “o que existe na literatura científica sobre a contribuição do treinamento musical nas habilidades de processamento auditivo em crianças?” Após, foram selecionados somente ensaios clínicos controlados na população infantil, estudos publicados em inglês, português e espanhol. **Resultados:** A estratégia de busca resultou na seleção de dez artigos. Os estudos evidenciaram diversas habilidades testadas e diferentes formas de avaliação. **Conclusão:** Com base nos achados, pode-se concluir que o treinamento musical melhora e aprimora as habilidades de processamento auditivo, de forma que quanto maior o tempo de treinamento, mais essas habilidades são reforçadas. Dessa forma, o treinamento musical mostra-se um método eficaz e com potencialidade para ser utilizado em crianças, tanto no período de desenvolvimento da comunicação oral e escrita, para auxiliar a aquisição das habilidades auditivas, como após a aquisição afim de aprimorá-las.

Palavras-chave: Potenciais evocados auditivos; Música; Processamento auditivo; Criança; Revisão

ABSTRACT

Purpose: To check the contribution of music training to auditory processing skills in children. **Research strategy:** A search was performed in October 2018, using the descriptors *Music, Child, Childhood, Children, Evoked Potentials, Auditory, Auditory Perception, Auditory Processing*, using the *AND* operator. **Selection criteria:** The main research question was: “What has been reported in the scientific literature about the contribution of musical training to auditory processing skills in children?” We selected only controlled clinical trials with the child population, studies published in English, Portuguese and Spanish. **Results:** The search strategy resulted in the selection of ten articles. The studies showed several skills tested and different forms of evaluation. **Conclusion:** Based on the findings, it can be concluded that music training improves auditory processing skills, so the longer the training time, the more these skills are reinforced. Thus, music training is an effective method that can be potentially used in children, both in the development of oral and written communication - to aid in the acquisition of auditory skills - and after acquisition, in order to improve such skills.

Keywords: Evoked potentials, auditory; Music; Auditory processing; Child; Review

Trabalho realizado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Porto Alegre (RS), Brasil.

¹Curso de Fonoaudiologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Porto Alegre (RS), Brasil.

²Programa de Pós-graduação em Saúde da Criança e do Adolescente, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Porto Alegre (RS), Brasil.

³Departamento de Saúde e Comunicação Humana, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Porto Alegre (RS), Brasil.

Conflito de interesses: Não.

Contribuição dos autores: ACE coleta de dados, análise dos resultados, redação e revisão do artigo; CDB coleta de dados, análise dos resultados, delineamento do estudo, redação e revisão do artigo e PS concepção e delineamento do estudo, análise dos resultados, orientação do estudo, redação e revisão do artigo.

Financiamento: Nada a declarar.

Autor correspondente: Claudine Devicari Bueno. E-mail: claudinedevicari@gmail.com

Recebido: Dezembro 12, 2018; **Aceito em:** Abril 03, 2019

INTRODUÇÃO

A audição é considerada um dos sentidos mais importantes para a comunicação e relação humana⁽¹⁾. O sistema auditivo é composto por uma parte periférica e outra central, as quais precisam estar íntegras para um bom funcionamento auditivo. As estruturas da orelha externa até o córtex cerebral são responsáveis por captar os sons, detectar e transmitir simultaneamente diversos estímulos sonoros, permitindo e favorecendo a aprendizagem⁽²⁾.

A capacidade do sistema auditivo central em receber, analisar e interpretar os estímulos sonoros está relacionada ao processamento auditivo, cuja função é de tornar úteis as informações acústicas provenientes do meio. Seu funcionamento depende das condições orgânicas e funcionais do sistema auditivo, bem como a experiência auditiva prévia do ouvinte⁽³⁾.

O processamento auditivo conta com habilidades de reconhecer a presença ou ausência do som, identificar o local de origem do som, partilhar atenção entre dois estímulos, selecionar um estímulo auditivo na presença de ruído de fundo, diferenciar a variação de frequência, intensidade e duração e perceber diferenças e semelhanças entre sons verbais.

Além disso, também fazem parte das habilidades auditivas identificar sons de fala no silêncio, acusticamente incompletos e de forma distorcida porém complementar; memorizar padrões de frequência e duração de um ou mais sons; identificar quantos sons estão ocorrendo sucessivamente considerando o intervalo de silêncio entre eles; discernir a ordem em que os eventos sonoros ocorreram e interpretar eventos sonoros integrados a outras formas sensoriais⁽⁴⁾.

Para que essas habilidades auditivas fiquem cada vez mais refinadas e efetivas, é necessário que haja estimulação. Dessa forma, a música se mostra um excelente meio de intensificar essas capacidades⁽⁵⁾. Aprender a linguagem musical exige uma complexa operação do cérebro, já que implica o envolvimento de diversas áreas cerebrais ao mesmo tempo, tais como: percepção, desde as vias auditivas até o processamento nas regiões superiores do cérebro; cognição, compreendendo memória, atenção e funções executivas; habilidades motoras e habilidades aurais, bem como, capacidade de se moldar ao surgimento de novos estímulos, e a novas possibilidades de resposta, caracterizando a plasticidade cerebral⁽⁶⁾.

Sabe-se que a prática musical desenvolve a percepção auditiva para melodias, harmonias e ritmos por meio do treinamento perceptivo de intervalos, ritmos, entre outros parâmetros musicais. Considerando a ocorrência de generalização, estas habilidades perceptivo auditivas podem vir a contribuir na consciência fonológica, em tarefas de reconhecimento da fala diante de ruído, de leitura, de reconhecimento de sílabas entre outras habilidades linguísticas⁽⁷⁻⁹⁾. Ademais, a música suscita complexas emoções, tendo possibilidade de despertar memórias e sensações, envolvendo redes de recompensa como a liberação de dopamina que resulta em um sentimento de bem-estar^(10,11).

Neste prisma, considerando os benefícios do treinamento musical e reconhecendo a importância das habilidades auditivas para o completo desenvolvimento da comunicação de crianças, é fundamental investigar a contribuição da música nessas habilidades.

OBJETIVO

O objetivo desta revisão sistemática foi verificar qual é a contribuição do treinamento musical nas habilidades do processamento auditivo em crianças.

ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Como questão norteadora foi adotada a pergunta: "O que existe na literatura científica sobre a contribuição do treinamento musical nas habilidades de processamento auditivo em crianças?" Para obter respostas a esse questionamento, foram realizadas pesquisas bibliográficas, em agosto de 2018, nas bases eletrônicas Portal BVS (MEDLINE, IBECs e LILACS) e SciELO, visando realizar uma revisão sistemática de literatura. A pesquisa incluiu estudos publicados até julho do ano 2018, sem limitação de data inicial. Os descritores selecionados foram pesquisados no *Medical Subject Headings* (MeSH), portanto, todos os termos foram acessados apenas em inglês. Elaborou-se uma estratégia de busca específica, utilizando o operador AND e o refinador de busca com as palavras delimitadoras "child" OR "adolescent" OR "child, preschool, empregando os descritores em trios: *Music AND Child AND Evoked Potentials, Auditory; Music AND Childhood AND Evoked Potentials, Auditory; Music AND Children AND Evoked Potentials, Auditory; Music AND Child AND Auditory Perception; Music AND Childhood AND Auditory Perception; Music AND Children AND Auditory Perception; Music AND Children AND Auditory Processing; Music AND Child AND Auditory Processing; Music AND Childhood AND Auditory Processing.*

CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

Para a seleção e avaliação dos estudos científicos levantados, foram estabelecidos os seguintes critérios de inclusão: publicações até julho de 2018, somente ensaios clínicos controlados envolvendo seres humanos, com o objetivo de avaliar a contribuição da treinamento/experiência musical nas habilidades de processamento auditivo na população infantil, e estudos publicados em inglês, português e espanhol. Foi estabelecido, como limite de busca, criança e criança pré-escolar. Considerou-se, como criança, sujeitos com idade até 11 anos e 11 meses, conforme o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA)⁽¹²⁾. Foram excluídos da análise estudos realizados em sujeitos adultos, usuários de prótese auditiva e implante coclear, bem como publicações que se tratavam de revisão bibliográfica, cartas ao editor, estudos de casos-controle, estudos de coorte, estudos de casos e estudos que não se vinculavam diretamente ao tema.

O processo de seleção dos estudos incluídos nesta revisão sistemática foram analisados pela recomendação *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement*⁽¹³⁾, está explicitado na Figura 1.

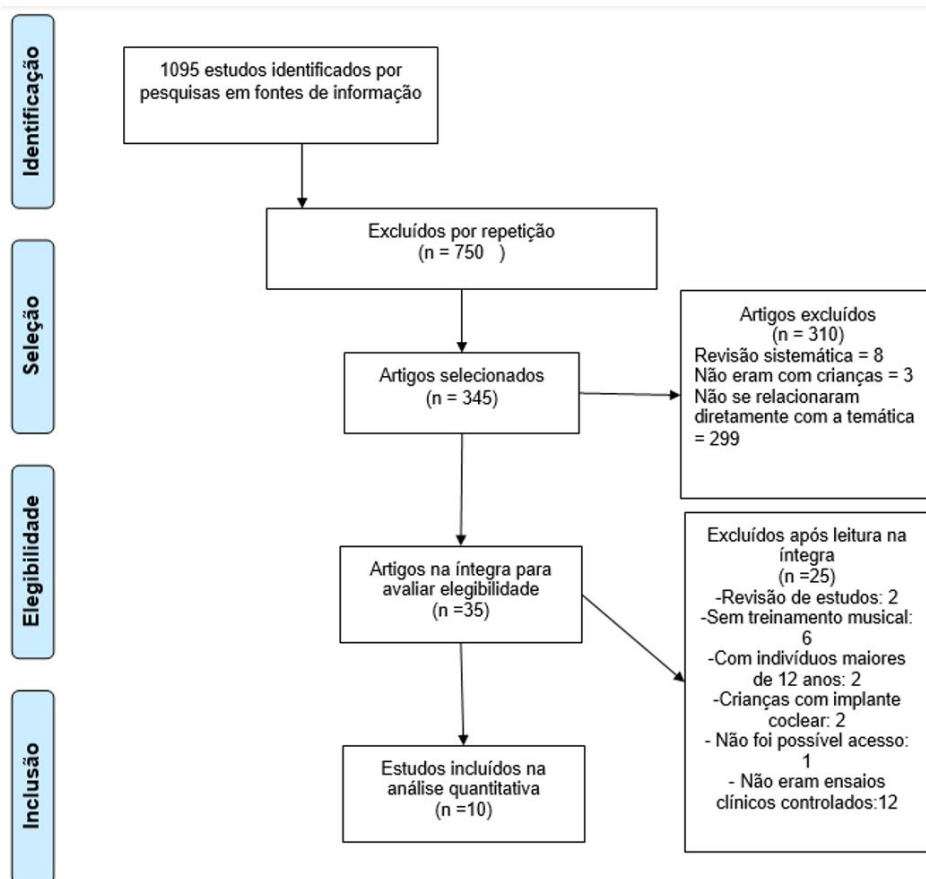


Figura 1. Síntese do processo de obtenção dos artigos selecionados para a revisão sistemática da literatura

ANÁLISE DOS DADOS

Todos os artigos foram examinados de forma qualitativa, em conformidade com a questão norteadora do estudo, bem como com os critérios de inclusão. Para análise quantitativa, foi aplicado o protocolo baseado no *checklist* da escala internacional PEDro⁽¹⁴⁾, traduzida para língua portuguesa, que propõe-se a avaliar a qualidade metodológica dos estudos científicos. A recuperação dos artigos em texto completo foi feita após a leitura dos resumos. Os resultados das análises foram comparados entre três avaliadores e a classificação dos critérios foi reavaliada em uma reunião de consenso, para verificar as divergências.

RESULTADOS

Como resultado inicial da busca, foram identificados 1095 artigos, 21 na base de dados SciELO e 1074 na base de dados BVS, dentre os quais, 750 foram excluídos por serem repetidos. Dos 345 artigos restantes, após a leitura dos títulos e resumos, oito foram excluídos por se tratarem de revisões sistemáticas, três por não estudarem a população infantil e 299 por não se relacionarem diretamente com a temática. No total, foram selecionados 35 para a leitura na íntegra. A partir da análise, um artigo foi excluído por não ser possível o acesso do texto completo, dois por se tratarem de uma revisão de estudos, dois artigos abordavam treinamento com indivíduos

que usavam implante coclear, dois por estudarem população maior de 12 anos, seis por não realizarem treinamento musical e 12 por não se tratarem de ensaios clínicos. Dessa forma, dez artigos atendiam aos critérios de inclusão iniciais.

Os dados essenciais de cada artigo, como autores, ano de publicação, país de origem, objetivo, procedimentos, faixa etária, tamanho da amostra, tempo de estimulação, estão detalhadamente explicitados no Quadro 1.

As habilidades testadas e os resultados obtidos em cada artigo estão explicitados no Quadro 2.

Verificou-se que todos os estudos selecionados foram escritos em língua inglesa. Dos dez artigos, quatro^(15,16,18,21) foram escritos nos Estados Unidos, dois^(17,20) no Canadá, dois^(8,19) na França, um⁽⁷⁾ no México e um⁽⁹⁾ em Portugal. Em relação ao ano de publicação, três^(16,17,21) estudos são do ano de 2015, os demais foram publicados entre 2004 e 2017.

No que diz respeito ao tamanho da amostra, os estudos variaram entre 13 a 46 crianças (incluindo todas as crianças do grupo controle e grupo estudo). Com referência à idade dos participantes, quatro^(8,9,19,21) artigos avaliaram crianças de 8 anos de idade, cinco^(7,15,17,18,20) realizaram com crianças de 3 a 7 anos e apenas um⁽¹⁶⁾ artigo não especifica a idade, emprega somente a expressão 'criança'. No tocante ao tempo de estimulação musical, variaram desde 20 sessões até três anos de experiência.

Todas as pesquisas avaliaram as crianças pré e pós treinamento musical e continham grupo controle. Dentre os procedimentos, a Escala *Wechsler* de Inteligência para Crianças foi utilizada em quatro estudos para avaliar previamente os participantes.

Quadro 1. Características dos estudos incluídos

Autores/ Ano/País	Objetivo	Procedimentos	Faixa Etária	Tamanho da Amostra	Tempo de Estimulação
Moyeda. (2017) ⁽⁷⁾ México	Verificar os efeitos de um treinamento na discriminação de propriedades tonais de estímulos musicais na consciência fonológica.	The Primary Measures of Music Audition (PMMA). Bateria de Consciência Fonológica.	Entre 4 anos e 6 meses a 5 anos e 3 meses.	28 crianças.	20 sessões com média de 25 minutos de duração 6 sessões de avaliação e 14 sessões para treinamento.
Habibi et al. (2016) ⁽¹⁵⁾ . EUA	Investigar os efeitos de um programa de treinamento musical no desenvolvimento auditivo de crianças comparado com crianças com treinamento esportivo e sem nenhum treinamento.	Escala de Inteligência Wechsler (WISC-II). Tarefa de percepção tonal. Tarefa de discriminação tonal / rítmica. Potenciais evocados auditivos de longa latência (estímulos usados: violino, piano e tons puros). Eletroencefalografia (EEG).	No início do estudo tinham entre 6 e 7 anos.	37 participantes sendo 13 do grupo com treinamento musical, 11 do grupo com treinamento esportivo e 13 do grupo sem treinamento.	2 anos.
Kraus e Strait (2015) ⁽¹⁶⁾ . EUA	Investigar o surgimento de marcadores biológicos de musicalidade em crianças e adolescentes com treinamento musical.	Frequency following response (FFR).	Não específica. Autores citam somente crianças e adolescentes.	26 crianças com treinamento musical.	1 a 3 anos.
Moreno et al. (2015) ⁽¹⁷⁾ . Canadá	Avaliar efeitos imediatos e duradouros do treinamento musical e da segunda língua na primeira infância.	Eletroencefalografia (EEG). Mismatch Negativity (MMN). Late Discriminative Negativity (LDN). Estímulos: vogal e nota.	Entre 4 e 6 anos.	36 participantes, 18 em cada grupo. Após 1 ano retornaram 16 crianças do grupo francês e 14 do grupo musical.	Dois sessões de 1 hora por dia durante 20 dias.
Strait et al. (2013) ⁽¹⁸⁾ . EUA	Determinar o impacto neural do treinamento musical comparando respostas auditivas de tronco encefálico (PEATE) com estímulos de fala em ambientes silenciosos e ruidosos.	Peabody Picture Vocabulary Test. Frequency Following Response (FFR).	Entre 3 e 5 anos.	32 crianças. 18 músicos e 14 não músicos.	No mínimo doze meses consecutivos antes da data do teste.
Moreno e Besson (2005) ⁽¹⁹⁾ . França	Verificar a influência do treinamento musical no processamento de <i>pitch</i> .	Eletroencefalografia (EEG).	8 anos.	20 crianças, sendo que 10 receberam treinamento musical e as outras 10 em pintura.	8 semanas.
Shahin et al. (2004) ⁽²⁰⁾ . Canadá	Avaliar se os componentes do Potencial Evocado Auditivo são sensíveis à experiência musical em crianças e, em caso afirmativo, quais componentes são afetados.	Eletroencefalografia (EEG).	4 e 5 anos.	Amostra transversal: 24 crianças sem treinamento musical. Amostra de treinamento: 13 crianças sendo 7 com treinamento musical e 6 sem treinamento.	1 ano.
Slater et al. (2015) ⁽²¹⁾ . EUA	Verificar a influência do treinamento musical na percepção da fala no ruído.	Escala Wechsler. The Hearing in Noise Test (HINT).	8 anos.	46 crianças. Grupo 1: 19 Grupo 2: 27	Grupo 1: 1 ano de treinamento. Grupo 2: 2 anos de treinamento.

Legenda: PMMA = The Primary Measures of Music Audition; WISC = Escala de Inteligência Wechsler para Crianças; EEG = Eletroencefalografia; FFR = Frequency following response; MMN = Mismatch Negativity; LDN = Late Discriminative Negativity; HINT = The Hearing in Noise Test; VOT = Voice Onset Time

Quadro 1. Continuação...

Autores/ Ano/País	Objetivo	Procedimentos	Faixa Etária	Tamanho da Amostra	Tempo de Estimulação
Chobert et al. (2012) ⁽⁶⁾ . França	Verificar a influência do treinamento musical no processamento pré-atentivo da duração silábica e do tempo de início da voz.	Escala de Inteligência Wechsler para Crianças (WISC-IV). Mismatch Negativity (MMN). Voice Onset Time (VOT). Eletroencefalografia (EEG).	8 a 10 anos.	24 crianças. 12 Grupo com treinamento musical e 12 Grupo Controle.	12 meses.
Moreno et al. (2008) ⁽⁹⁾ . Portugal	Avaliar a influência do treinamento musical nas habilidades linguísticas em crianças.	Escala de Inteligência Wechsler para Crianças (WISC-III). Digit Span. Testes específicos de leitura em português. Eletroencefalografia (EEG).	8 anos.	32 crianças. 16 para grupo de música e 16 grupo controle.	9 meses.

Legenda: PMMA = The Primary Measures of Music Audition; WISC = Escala de Inteligência Wechsler para Crianças; EEG = Eletroencefalografia; FFR = Frequency following response; MMN = Mismatch Negativity; LDN = Late Discriminative Negativity; HINT = The Hearing in Noise Test; VOT = Voice Onset Time

Quadro 2. Habilidades testadas e resultados obtidos

Autor(a)/Ano	Habilidades Testadas	Resultados
Moyeda (2017) ⁽⁷⁾ .	Discriminação tonal. Consciência fonológica.	O grupo estudo apresentou melhora na identificação dos estímulos tonais e na consciência fonológica, diferentemente do grupo controle, embora não de forma significativa. Os efeitos do treinamento tonal não são conclusivos na discriminação tonal dos estímulos musicais ou na consciência fonológica.
Habibi et al. (2016) ⁽¹⁵⁾ .	Discriminação tonal e rítmica.	As crianças do grupo estudo mostram uma habilidade aprimorada para detectar mudanças no ambiente tonal e uma maturidade acelerada do processamento auditivo que não foi encontrado nos outros dois grupos de comparação.
Kraus e Strait (2015) ⁽¹⁶⁾ .	Fala no ruído. Leitura.	Crianças que realizaram treinamento musical demonstraram melhor leitura e percepção de fala no ruído, além de respostas neurais mais rápidas. Os resultados indicam que muitos dos aprimoramentos biológicos relacionados à audição dos músicos surgem com o treino e podem promover a aquisição de competências linguísticas, incluindo populações em risco.
Moreno et al. (2015) ⁽¹⁷⁾ .	Percepção de nota e vogal.	Logo após o treinamento houve melhora do LDN mas não do MMN. Após 1 ano do treinamento: Respostas de ERP induzidas por treinamento foram atenuadas, mas persistentes para ambos os grupos. Grupo com treinamento musical mostrou um efeito nas tarefas de percepção de nota e vogal, mas o efeito no grupo com treinamento em francês permaneceu apenas em uma tarefa, indicando um efeito mais forte do treinamento musical.
Strait et al. (2013) ⁽¹⁸⁾ .	Fala no ruído.	Crianças com formação musical demonstraram respostas neurais mais rápidas à fala em condições de ruído e silêncio, além de diminuição de atrasos de temporização de silêncio para ruído. Dados de teste-reteste indicam que um ano adicional de treinamento musical contínuo protege ainda mais as respostas neurais dos músicos contra os efeitos degradantes do ruído de fundo.
Moreno e Besson (2005) ⁽¹⁹⁾ .	Discriminação auditiva.	Antes do treinamento não houve diferença entre os grupos. Após, a análise dos ERPs revelou diferenças significativas entre os grupos de música e pintura. Houve diminuição na amplitude após o treinamento musical apenas no grupo estudo. A diferença foi maior em relação às regiões parietais. Possivelmente, como as crianças do grupo musical foram especificamente treinadas em <i>pitch</i> , o processamento tornou-se mais automático. A diminuição refletiria, consequentemente, a automação dos processos subjacentes que, desse modo, exigem cada vez menos neurônios. Os resultados mostraram algumas evidências de uma influência do treinamento musical no processamento do <i>pitch</i> na linguagem após apenas oito semanas de treinamento musical.
Shahin et al. (2004) ⁽²⁰⁾ .	Discriminação auditiva.	Crianças com treinamento musical apresentaram respostas melhores em comparação ao grupo controle. Obtiveram aprimoramento de P2 especificamente para o som do instrumento de prática. Os PEAs diferiram entre crianças com treinamento musical e as do grupo controle a partir dos 4 anos de idade, e as diferenças refletem uma experiência musical específica.

Legenda: LDN = Late Discriminative Negativity; MMN = Mismatch Negativity; ERP = Potencial Relacionado a Evento; PEAs = Potenciais Evocados Auditivos; VOT = Voice Onset Time

Quadro 2. Continuação...

Autor(a)/Ano	Habilidades Testadas	Resultados
Slater et al. (2015) ⁽²¹⁾ .	Fala no ruído.	Houve um efeito significativo do grupo com 2 anos de treinamento sobre a fala no ruído e superou significativamente o grupo com 1 ano de treinamento na terceira avaliação. Forneceu evidências longitudinais de que dois anos de instrução musical estão associados a ganhos modestos, mas clinicamente significativos, na capacidade de compreender a fala no ruído.
Chobert et al. (2012) ⁽⁶⁾ .	Pré-atenção. Duração silábica	Não foram encontradas diferenças entre os grupos antes do treinamento auditivo. O processamento pré-atencional aprimorado, de duração silábica e VOT, refletido pela maior amplitude do MMN, mas não de frequência, foi encontrado após 12 meses de treinamento apenas no grupo musical.
Moreno et al. (2008) ⁽⁹⁾ .	Habilidades linguísticas. Leitura. Discriminação de <i>pitch</i> na fala.	Crianças com treinamento musical demonstraram habilidades aprimoradas de leitura e discriminação de <i>pitch</i> na fala.

Legenda: LDN = *Late Discriminative Negativity*; MMN = *Mismatch Negativity*; ERP = Potencial Relacionado a Evento; PEAs = Potenciais Evocados Auditivos; VOT = *Voice Onset Time*

Tabela 1. Classificação metodológica avaliada pela escala PEDro

Estudos Selecionados	Análise escala PEDro			
	Validade externa (Máx = 1)	Validade interna (Máx = 8)	Resultados interpretáveis (Máx = 2)	Pontuação total (Máx = 11)
Moyeda ⁽⁷⁾	1	4	2	7
Habibi et al. ⁽¹⁵⁾	1	2	2	5
Kraus e Strait ⁽¹⁶⁾	0	3	2	5
Moreno et al. ⁽¹⁷⁾	1	4	2	7
Strait et al. ⁽¹⁸⁾	1	3	2	6
Moreno e Besson ⁽¹⁹⁾	1	3	1	5
Shanin et al. ⁽²⁰⁾	1	1	2	4
Slater et al. ⁽²¹⁾	1	3	2	6
Chobert et al. ⁽⁶⁾	1	3	2	6
Moreno et al. ⁽⁹⁾	1	4	2	7

A Eletroencefalografia (EEG), *Frequency Following Response* (FFR) e *Mismatch Negativity* (MMN) foram os mais utilizados, testes comportamentais também foram empregados na maioria dos estudos.

Para verificar a evidência científica dos dez estudos, foi utilizada a escala de PEDro. A escala tem por objetivo auxiliar os pesquisadores a identificar se os desfechos clínicos das terapias aplicadas atendem aos critérios expostos. São 11 itens do *checklist*, que investigam quanto à validade interna, validade externa e resultados que possam ser interpretados estatisticamente. A classificação metodológica avaliada pela escala PEDro e a pontuação dos artigos, em cada item da escala, estão disponibilizadas na Tabela 1.

DISCUSSÃO

Crianças passam por inúmeras mudanças de desenvolvimento, onde este período permite uma maior plasticidade neural influenciada pela experiência⁽²²⁾. Sabe-se que o treinamento musical influencia no desenvolvimento funcional e estrutural do cérebro e está relacionado a benefícios no aperfeiçoamento auditivo, bem como em processos cognitivos, como memória, atenção e inteligência^(16,23-25). Esta revisão confirma o descrito na literatura, quando evidencia os benefícios do treinamento musical nas habilidades de processamento auditivo.

No que se refere às habilidades do processamento auditivo testadas, três estudos^(16,18,21) avaliaram figura-fundo. Os achados mostraram que crianças com audição normal e desenvolvimento típico, com no mínimo um ano de treinamento musical, apresentaram desempenho superior em leitura e percepção de fala no ruído, quando comparadas às crianças sem treinamento auditivo. Três artigos^(7,9,16) investigaram as relações da música com habilidades linguísticas de consciência fonológica e leitura. Em relação à consciência fonológica, encontraram efeitos positivos do treinamento musical na identificação da sílaba inicial e identificação da rima⁽⁷⁾. No quesito leitura, os resultados mostraram que crianças de 8 anos de idade melhoraram as habilidades de leitura, especificamente quando a correspondência fonema-grafema era complexa⁽⁹⁾.

Com relação ao tipo de treinamento aplicado houve bastante diversidade. Quatro estudos^(15,16,18,20) relataram que as crianças tiveram treinamento em instrumento musical, sendo um deles⁽²⁰⁾ baseado no Método Suzuki, que tem como princípio a ideia de que a criança aprende a tocar um instrumento musical da mesma forma que adquire a língua materna. Dessa forma, o método baseia-se na imitação e repetição de notas musicais, padrões rítmicos e melódicos apenas auditivamente e posteriormente faz o uso da partitura⁽²⁶⁾. Outros dois estudos^(8,9) relataram o uso dos Métodos Kodály e Orff. O Método Kodály propõe-se a alfabetizar musicalmente e trazer música para o dia-a-dia das pessoas por meio do canto, principalmente de canções folclóricas. Sua metodologia inclui leitura e escrita musical, percepção e

rítmica⁽²⁷⁾. O Método Orff integra música e movimento, baseia-se na improvisação com o uso da percussão e do canto⁽²⁸⁾.

Independentemente do método empregado, observou-se que o treinamento musical realizado em todos os estudos abordou os parâmetros musicais, altura, intensidade, duração e timbre e os três elementos básicos da música, ritmo, melodia e harmonia.

No que diz respeito aos procedimentos utilizados, constatou-se que, o EEG foi o exame mais aplicado, descrito em seis estudos^(8,9,15,17,19,20) seguido pelo *Frequency Following Response* (FFR)^(16,18) e *Mismatch Negativity* (MMN)^(8,17) ambos foram encontrados em dois artigos. O EEG é um método de avaliação que capta a atividade cerebral espontânea a nível cortical, por meio de eletrodos dispostos no couro cabeludo⁽²⁹⁾, enquanto que o FFR é um excelente instrumento para avaliar a resposta neural dos sons de fala, fornecendo acesso ao processamento do som em um nível muito preciso de detalhes⁽¹⁶⁾.

Outro procedimento foi o MMN, que investiga principalmente as habilidades de discriminação sonora, memória auditiva e atenção involuntária, por ser um potencial evocado auditivo de longa latência que capta a resposta cerebral automática⁽³⁰⁾. Uma pesquisa constatou que houve uma melhora no MMN em crianças de 8 e 10 anos⁽⁸⁾, enquanto outro estudo feito com crianças entre 4 e 6 anos não encontrou mudanças significativas⁽¹⁷⁾. Estes dados confirmam os achados de outras investigações, que o MMN está intimamente ligado com a idade e com o tempo de exposição à música. O acúmulo de treinamento musical na infância aumenta progressivamente a discriminação do som e atenção^(22,31-34).

Salienta-se que, seis artigos incluídos nesta revisão são considerados Ensaio Clínico Randomizado (ECR)^(7-9,16,17,20), pois consistem em tipo de estudo experimental e alocaram a população aleatoriamente para os grupos estudo e controle. ECR são considerados padrão-ouro para a determinação de efeito de uma intervenção, pois podem avaliar de maneira não viesada⁽³⁵⁾. Também mostra-se uma das ferramentas mais poderosas para a obtenção de evidências em relação ao cuidado da saúde e a prática clínica⁽³⁶⁾.

Por meio da avaliação da escala PEDro⁽¹⁴⁾, observou-se que poucos artigos atendiam aos critérios do *checklist*, principalmente quanto aos itens de validade interna. Desta forma, a pontuação geral dos estudos foi relativamente baixa pelo fato de não fazerem alocação secreta e a participação de sujeitos, terapeutas e avaliadores não serem de forma cega. No quesito cegamento de sujeitos e terapeutas, considera-se inviável, pois independentemente do treinamento oferecido, seja musical, pintura ou esporte, necessita-se que o profissional saiba como instruir os sujeitos para que as avaliações pudessem analisar o que os objetivos dos estudos pretendiam.

CONCLUSÃO

Com base nos achados, pode-se concluir que o treinamento musical melhora e aprimora as habilidades de processamento auditivo, de forma que quanto maior o tempo de treinamento, mais essas habilidades são reforçadas. Dessa forma, o treinamento musical mostra-se um método eficaz e com potencialidade para ser utilizado em crianças, tanto no período de desenvolvimento da comunicação oral e escrita, para auxiliar a aquisição das habilidades auditivas, como após a aquisição afim de aprimorá-las.

REFERÊNCIAS

- Teixeira C, Griz S, Advíncula K, Caldas S. Sistema auditivo central. In: Boéchat EM, Menezes PL, Couto CM, Frizzo ACF, Scharlach RC, Anastásio ART, editores. Tratado de audiologia. 2ª ed. Rio de Janeiro: Santos; 2015. p. 17-28.
- Brossi AB, Borba KC, Garcia CFD, Reis ACMB, Isaac ML. Verificação das respostas do *mismatch negativity* (MMN) em sujeitos adultos normais. Rev Bras Otorrinolaringol (Engl Ed). 2007;73(6):793-802. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-72992007000600011>.
- Burkhard LF, Rechia IC, Grokoski KC, Ribas LP, Machado MS. Processamento auditivo central e desnutrição infantil: revisão sistemática. Rev Cienc Salud. 2018;8(2):19-25.
- Azevedo MF, Angrisani RG. Desenvolvimento das habilidades auditivas. In: Boéchat EM, Menezes PL, Couto CM, Frizzo ACF, Scharlach RC, Anastásio ART, editores. Tratado de audiologia. Rio de Janeiro: Santos; 2015. p. 373-80.
- Boéchat EM. Sistema auditivo nervoso central: plasticidade e desenvolvimento. In: Boéchat EM, Menezes PL, Couto CM, Frizzo ACF, Scharlach RC, Anastásio ART, editores. Tratado de audiologia. Rio de Janeiro: Santos; 2015. p. 15-20.
- Pederiva PLM, Tristão RM. Música e cognição. *Cien Cogn*. [Internet]. 2006 [citado em 20 Set 2018];9:83-90. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/601/383>
- Moyeda IXG. Influencia de un entrenamiento en discriminación de estímulos tonales en la conciencia fonológica de niños preescolares. Estudio piloto. Rev Iberoam Investig Desarro Educ. 2017;8(15):529-47.
- Chobert J, François C, Velay JL, Besson M. Twelve months of active musical training in 8-to 10-year-old children enhances the preattentive processing of syllabic duration and voice onset time. *Cereb Cortex*. 2012;24(4):956-67. <http://dx.doi.org/10.1093/cercor/bhs377>. PMID:23236208.
- Moreno S, Marques C, Santos A, Santos M, Castro SL, Besson M. Musical training influences linguistic abilities in 8-year-old children: more evidence for brain plasticity. *Cereb Cortex*. 2008;19(3):712-23. <http://dx.doi.org/10.1093/cercor/bhn120>. PMID:18832336.
- Casarotto FD, Vargas LS, Mello-Carpes PB. Música e seus efeitos sobre o cérebro: uma abordagem da neurociência junto a escolares. Revista ELO—Diálogos em Extensão. 2017;6(2):55-60. <http://dx.doi.org/10.21284/elo.v6i2.243>.
- Prestes ZR, Tunes E, Pederiva PLM, Terci C. A emergência da reação estética da criança na atividade musical. *Fractal. Rev Psicol*. 2018;30(1):46-57.
- Brasil. Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras providências. Diário Oficial União; Brasília; 1990.
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA Statement. *PLoS Med*. 2009;6(7):e1000097. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>. PMID:19621072.
- Shiwa SR, Costa LOP, Moser ADL, Aguiar IC, Oliveira LVF. PEDro: a base de dados de evidências em fisioterapia. *Fisioter Mov*. 2011;24(3):523-33. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-51502011000300017>.
- Habibi A, Cahn BR, Damasio A, Damasio H. Neural correlates of accelerated auditory processing in children engaged in music training. *Dev Cogn Neurosci*. 2016;21:1-14. <http://dx.doi.org/10.1016/j.den.2016.04.003>. PMID:27490304.

16. Kraus N, Strait DL. Emergence of biological markers of musicianship with school-based music instruction. *Ann N Y Acad Sci.* 2015;1337(1):163-9. <http://dx.doi.org/10.1111/nyas.12631>. PMID:25773631.
17. Moreno S, Lee Y, Janus M, Bialystok E. Short-term second language and music training induces lasting functional brain changes in early childhood. *Child Dev.* 2015;86(2):394-406. <http://dx.doi.org/10.1111/cdev.12297>. PMID:25346534.
18. Strait DL, Parbery-Clark A, O'Connell S, Kraus N. Biological impact of preschool music classes on processing speech in noise. *Dev Cogn Neurosci.* 2013;6:51-60. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dcn.2013.06.003>. PMID:23872199.
19. Moreno S, Besson M. Influence of musical training on pitch processing: event-related brain potential studies of adults and children. *Ann N Y Acad Sci.* 2005;1060(1):93-7. <http://dx.doi.org/10.1196/annals.1360.054>. PMID:16597755.
20. Shahin A, Roberts LE, Trainor LJ. Enhancement of auditory cortical development by musical experience in children. *Neuroreport.* 2004;15(12):1917-21. <http://dx.doi.org/10.1097/00001756-200408260-00017>. PMID:15305137.
21. Slater J, Skoe E, Strait DL, O'Connell S, Thompson E, Kraus N. Music training improves speech-in-noise perception: Longitudinal evidence from a community-based music program. *Behav Brain Res.* 2015;291:244-52. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbr.2015.05.026>. PMID:26005127.
22. Putkinen V, Tervaniemi M, Saarikivi K, Ojala P, Huotilainen M. Enhanced development of auditory change detection in musically trained school-aged children: a longitudinal event-related potential study. *Dev Sci.* 2014;17(2):282-97. <http://dx.doi.org/10.1111/desc.12109>. PMID:24283257.
23. Escalda J, Lemos SMA, França CC. Habilidades de processamento auditivo e consciência fonológica em crianças de cinco anos com e sem experiência musical. *J Soc Bras Fonoaudiol.* 2011;23(3):258-63. <http://dx.doi.org/10.1590/S2179-64912011000300012>. PMID:22012161.
24. Strait DL, Kraus N, Parbery-Clark A, Ashley R. Musical experience shapes top-down auditory mechanisms: evidence from masking and auditory attention performance. *Hear Res.* 2010;261(1-2):22-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.heares.2009.12.021>. PMID:20018234.
25. Strait DL, Slater J, O'Connell S, Kraus N. Music training relates to the development of neural mechanisms of selective auditory attention. *Dev Cogn Neurosci.* 2015;12:94-104. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dcn.2015.01.001>. PMID:25660985.
26. Trindade ASMS. A iniciação em violino e a introdução do método Suzuki em Portugal [tese]. Portugal: Departamento de Comunicação e Arte, Universidade de Aveiro; 2010.
27. Bomfim CC. Pensadores do início do século XX: breve panorama. In: Jordão G, Allucci RR, Molina S, Terahata AM. *A música na escola.* São Paulo: Allucci & Associados Comunicações; 2012. p. 82-4.
28. Ávila MB. Métodos Ativos (II) – Orff/Kodály [Internet]. São Paulo: Anhembi Morumbi; 2007. Disponível em: http://www2.anhembi.br/html/ead01/pedag_musical/aula5.pdf
29. Argoud FIM. Contribuição à automatização da detecção e análise de eventos epileptiformes em eletroencefalograma [tese]. Florianópolis: Curso de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina; 2001.
30. Ferreira DA, Bueno CD, Costa SSD, Sleifer P. Aplicabilidade do mismatch negativity na população infantil: revisão sistemática da literatura. *Audiol Commun Res.* 2017;22:e1831. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-6431-2016-1831>.
31. Putkinen V, Tervaniemi M, Saarikivi K, de Vent N, Huotilainen M. Investigating the effects of musical training on functional brain development with a novel Melodic MMN paradigm. *Neurobiol Learn Mem.* 2014;110:8-15. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nlm.2014.01.007>. PMID:24462719.
32. Meyer M, Elmer S, Ringli M, Oechslin MS, Baumann S, Jancke L. Long-term exposure to music enhances the sensitivity of the auditory system in children. *Eur J Neurosci.* 2011;34(5):755-65. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1460-9568.2011.07795.x>. PMID:21848923.
33. Chobert J, Marie C, François C, Schön D, Besson M. Enhanced passive and active processing of syllables in musician children. *J Cogn Neurosci.* 2011;23(12):3874-87. http://dx.doi.org/10.1162/jocn_a_00088. PMID:21736456.
34. Virtala P, Huotilainen M, Putkinen V, Makkonen T, Tervaniemi M. Musical training facilitates the neural discrimination of major versus minor chords in 13-year-old children. *Psychophysiology.* 2012;49(8):1125-32. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8986.2012.01386.x>. PMID:22681183.
35. Oliveira MAP, Parente RCM. Entendendo ensaios clínicos randomizados. *Bras J Video-Sur.* 2010;3(4):176-80.
36. Souza R. O que é um estudo clínico randomizado?. *Rev Med. (Ribeirão Preto).* 2009;42(1):3-8. <https://doi.org/10.11606/issn.2176-7262.v42i1p3-8>.