

---

# Música, lateralidade e aprendizagem: Uma revisão integrativa

FLÁVIA ALVARENGA ESTEVAN\*, CYBELLE MARIA VEIGA LOUREIRO\*\*

## Resumo

O presente estudo objetivou investigar relações entre lateralidade e aprendizagem adicionando também a música neste contexto, uma vez que o treino motor bimanual exigido para a maioria dos instrumentos vem sendo identificado como um dos aspectos que contribuem para efeitos de plasticidade neuronal decorrentes da prática musical. A metodologia utilizada foi de revisão integrativa e incorporou como principal critério de inclusão a abordagem dos três ou, no mínimo, dois dos aspectos mencionados. Não foram encontrados estudos direcionados ao diálogo entre os três temas, o que resultou em uma coleta dividida em eixos: Música e Aprendizagem, Lateralidade e Aprendizagem e Lateralidade e Música. A análise permitiu concluir que os processos de aprendizagem, principalmente aqueles associados às habilidades linguísticas, possuem relações estreitas com mecanismos de processamento de informações influenciados por questões de lateralidade, bem como podem ser potencializados pela prática musical.

**Palavras-chave:** lateralidade, música, aprendizagem, assimetrias hemisféricas

## Music, laterality, and learning: An integrative review

### Abstract

The present study aimed to investigate relations between laterality and learning, adding music in this context as well, since the bimanual motor training required for most instruments has been identified as one of the aspects that contribute to the effects of neuronal plasticity resulting from musical practice. The methodology used was an integrative review and incorporated the approach of the three or, at least, two of the related aspects as the main inclusion criterion. No studies were found aimed at dialogue between the three themes, which resulted in a collection divided into axes: Music and Learning, Laterality and Learning, and Laterality and Music. The analysis allows the conclusion that the learning processes, mainly associated with language skills, have close relations with the information processing mechanisms influenced by laterality issues and can be enhanced by musical practice.

**Keywords:** laterality, music, learning, hemispheric asymmetries

---

\* Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG  
E-mail: fa.alvarenga.estevan@gmail.com

\*\* Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG  
E-mail: cybelleveigaloureiro@gmail.com

## Introdução

Apesar de dotados de aparente simetria bilateral, seres humanos não apresentam uso funcional simétrico do corpo, pois desenvolvem preferências em tarefas que envolvem força, destreza, velocidade, equilíbrio e atenção. Esta característica constitui a base do conceito de lateralidade, um traço comportamental humano que se expressa nas relações entre os lados do corpo e no qual a preferência manual acaba sendo o aspecto mais evidente, uma vez que dados apontam que cerca de 90% da população humana apresenta preferência manual direita, um padrão não encontrado em nenhuma outra espécie.

O conceito de lateralidade, porém, não se resume apenas à preferência manual, uma vez que os seres humanos são dotados de dois pares de membros bilaterais (mãos/braços e pés/pernas) e dois pares de órgãos sensoriais bilaterais (olhos e ouvidos). Logo, a lateralidade é composta por uma combinação entre as preferências que se estabelecem entre estes diferentes elementos. De Meur e Staes (1984) definem as possibilidades de lateralidade como homogênea, cruzada e ambidestra que correspondem, respectivamente, à preferência pelo mesmo lado em todos os elementos que constituem a lateralidade, à preferência por lados diferentes entre os elementos (preferência manual direita e ocular esquerda, por exemplo) e a domínios equivalentes, ou seja, ausência de preferência entre os lados (De Meur & Staes, 1984).

A ênfase dada à preferência manual é uma característica cultural que começou a influenciar civilizações ainda na idade média, quando a filosofia religiosa dualista concretizou suas ideias nos corpos dos sujeitos. *Mente e corpo, bem e mal, sabedoria e pecado, sagrado e profano projetados, respectivamente, à direita e à esquerda levaram pessoas à fogueira por uso da “mão diabólica” e, através disso, moldaram práticas e comportamentos que reverberam até os dias atuais (Hertz, 1980, pp. 99–123).*

Os próprios termos de etimologia pejorativa que são usados para designar aqueles que preferem a mão esquerda denotam as consequências de um período que influenciou ideologicamente a construção da cultura destra na qual estamos inseridos. O termo “canhoto”, por exemplo, parece derivar de “canis”, do latim, cão e o termo “sinistro” significa desajeitado ou ameaçador. Levando em consideração tais etimologias optou-se por adotar nesta pesquisa o termo “não-destro”.

É evidente que o ambiente e a cultura são fatores determinantes para a construção da lateralidade física, o que pode ser percebido através de dados que apontam para diferentes índices de preferência manual entre culturas com diferentes hábitos. Estudos realizados entre 1976 e 1983, por exemplo, apontaram que China e Taiwan apresentavam índices de 3,5% e 0,7% de crianças que usavam a mão esquerda para escrever, enquanto em escolas orientais localizadas nos Estados

Unidos, nas quais a pressão social para uso da mão direita era menor, esse índice era de 6,5%. No Japão, o índice de 7,2% de crianças não-dstras cresceu para 11% quando foram consideradas as crianças que mudaram sua preferência para a escrita (Laland et al., 1995, pp. 433–445).

Outro exemplo consiste em estudo realizado por Singh e equipe, que comparou as preferências manuais de crianças indianas e francesas entre 4 e 6 anos de idade, no qual foi constatada preferência manual esquerda em, respectivamente, 3,2% e 9,6% das crianças, evidência que pode ser relacionada a hábitos que restringem o uso da mão esquerda para atividades como comer e escrever na cultura indiana (Souza & Teixeira, 2011, pp. 62–70).

Estudos realizados com bebês de 5 meses também apontaram que fatores como disponibilidade de informação visual dos braços e posicionamento dos objetos no espaço são fatores que influenciam diretamente o uso dos membros nesta fase, uma vez que os bebês das amostras apresentaram tendência de alcances ipsilaterais com relação ao posicionamento do objeto e redução do uso de um dos membros quando o olho ipsilateral estava ocluído (Pogetti, 2013; Souza et al., 2011).

Entretanto, é preciso apontar também a existência de fatores biológicos que vêm sendo estudados enquanto influenciadores deste processo. Um exemplo claro que abre campo para estas especulações é um estudo feito com fetos de apenas 10 semanas de idade gestacional que apontou para tendência de preferência manual ainda em período intrauterino por meio de frequência de movimentos e sucção dos dedos. Alguns anos mais tarde, Hepper e sua equipe deram continuidade ao estudo identificando, entre 10 e 12 anos de idade, que dos 60 fetos que apresentaram maior atividade com a mão direita todos se tornaram destros, e dos 15 fetos mais ativos com a mão esquerda, 10 se tornaram não-destros (Pogetti, 2013). Um outro exemplo se encontra na série de estudos que investigam a influência do gene 2p12-q11 sobre o processo de construção da preferência manual (Francks, 2002, pp. 800–805).

Aparentemente nenhuma espécie primata possui indicador de preferência manual em níveis populacionais como os humanos e esta é uma grande evidência que guia a reflexão sobre a origem do processo de construção das preferências que compõe a lateralidade física humana, que permanece um mistério não desvendado para a ciência. Porém, já é abordada uma perspectiva que aponta para a interação entre os fatores biológicos e sociais para a explicação deste fenômeno, algumas agregando às suas considerações fatores ontogenéticos e filogenéticos (Laland et al., 1995; Souza & Teixeira, 2011).

Estes são alguns dados sobre a lateralidade funcional física, que é composta pelas relações laterais no corpo, o que faz com que as pesquisas e os dados direcionem-se predominantemente à preferência

manual, que é o aspecto mais visível externamente, mas técnicas variadas avaliam hoje outros aspectos, como preferência auditiva através de testes de audição dicotômica, nos quais informações diferentes são simultaneamente apresentadas aos ouvidos e em seguida são quantificados os índices de compreensão das mensagens. Mas é fundamental lembrar que esta lateralidade externa deriva do que podemos chamar de lateralidade interna.

O estudo da lateralidade interna ou assimetrias funcionais, por sua vez, começou a ganhar verdadeira visibilidade científica por volta de 1864, quando Paul Broca ressaltava as estreitas relações entre a produção da fala e o hemisfério esquerdo do cérebro, assim como já o havia feito Marc Dax, em 1836. Seus apontamentos surgiram como resultados de análises post-mortem de pacientes afásicos (incapazes de falar), que revelaram lesões no hemisfério esquerdo em região específica atualmente identificada como “área de Broca” em sua homenagem. Da mesma forma, todos carregamos também uma “área de Wernicke”, que homenageia o neurologista alemão Karl Wernicke, que com técnicas semelhantes descobriu que a parte posterior do lobo temporal do hemisfério esquerdo estava intimamente associada à capacidade de compreensão da linguagem (Springer & Deutsch, 1998).

14

Com o tempo, novas técnicas permitiram o avanço dos estudos sobre as assimetrias funcionais hemisféricas, como estudos de pacientes que tiveram o corpo caloso seccionado para tratamento de epilepsia (comissurotomia), anestesia cerebral unilateral (técnica Wada), EEG, estudos de lesão e as variadas técnicas de neuroimagem. Estes estudos permitiram não apenas a confirmação de dados como os de Marc Dax, Paul Broca e Karl Wernicke como possibilitaram também o mapeamento de outros aspectos da cognição humana, como por exemplo, a identificação da preferência hemisférica direita para processamento musical. Estes dados dão origem a definições simplificadas como prático e holístico, objetivo e abstrato, raciocínio lógico e visuoespacial referentes aos mecanismos de processamento da informação desempenhados preferencialmente pelos hemisférios esquerdo e direito, respectivamente.

É importante mencionar que ainda que determinadas funções tenham sido e ainda estejam sendo identificadas como predominantemente desempenhadas por um ou outro hemisfério a partir de variadas técnicas mencionadas, a ideia de que as regiões cerebrais possuem funções específicas atualmente vem acompanhada da ressalva de que nenhum mecanismo cerebral funciona exclusivamente sozinho, pois a conexão entre as diversas estruturas que compõe o sistema nervoso central deve ser levada em consideração.

Estes avanços fizeram com que o conceito de especialização hemisférica superasse o conceito de dominância cerebral que era proposto

anteriormente, reforçando a ideia de que os hemisférios cerebrais são responsáveis por diferentes funções ou modelos de processamento da informação e deixando de lado uma noção de superioridade de um perante o outro. Embora estas diferenças funcionais já sejam conhecidas, a origem ou fatores genéticos determinantes para o processo de lateralização hemisférica ainda são desconhecidos, assim como a origem ou aspectos determinantes para a construção da lateralidade externa (Loureiro, 2009).

Diante disso, podemos encarar as duas dimensões da lateralidade humana de forma muito simples: um corpo de dois lados controlado por um cérebro de dois lados expressa, portanto, a lateralidade em sua dimensão externa, no corpo físico, e em sua dimensão interna, no cérebro. Este controle, por sua vez, acontece por meio de inúmeras fibras nervosas que constituem os tratos responsáveis pelo desempenho motor. Grande parte dos tratos responsáveis pela motricidade humana sofrem a chamada decussação, ou cruzamento das fibras, que faz com que um hemisfério cerebral controle o lado contralateral do corpo. Logo, se tenho melhor desempenho com a mão direita para a escrita, este sinal representa melhor desempenho do hemisfério esquerdo para o controle motor fino (Souza & Teixeira, 2011; Machado & Haertel, 2014).

Além desta relação anatômica entre a lateralidade interna e a externa, outras relações entre elas são especuladas, como relações entre índices de localização da função da fala e preferência manual que levaram estudiosos a considerarem a hipótese de que os processos genéticos que possibilitaram o avanço cognitivo humano referente à linguagem estariam associados aos processos de lateralização funcional do cérebro, e que estes fatores genéticos seriam complementares aos processos genéticos que guiam a preferência manual, como proposto por modelos de Levy e Nagylaki (1972), Annett (1978) e McManus (1985) (Laland et al., 1995; Springer & Deutsch, 1998).

Sendo assim, começa-se a investigar as relações entre as lateralidades externa e interna para além do controle/exercício motor, uma vez que estes processos tendem a influenciar também a construção de mecanismos de interpretação das informações, ou mecanismos cognitivos. Neste sentido, pesquisas começaram a investigar, principalmente no campo da psicologia clínica e psiquiatria, as relações adversas entre lateralidade não-destra e diferentes tipos de transtornos e até patologias (*The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1992).

É possível identificar que há algum tempo a preferência manual esquerda vem sendo associada a diferentes quadros de desordens cognitivas e déficits de aprendizagem. Estudos realizados por Annett, em 1985, por exemplo, segundo os quais indivíduos não-destros (homozigóticos para o alelo rs- em seu modelo) tendem a ser mais propensos

a sofrer com distúrbios de leitura, tiveram seus apontamentos e metodologia questionados (Laland et al., 1995). Hoje, porém, este debate parece estar menos acalorado, ainda que estudos recentes ainda apontem para relações entre déficits de aprendizagem e lateralidades atípicas, como não destra e cruzada (Assis et al., 2016; Rosa Neto et al., 2013; Lucena et al., 2010).

Em 1990, foi publicada a obra *Left-Handedness: Behavioral Implications and Anomalies*, que pode ser livremente traduzida para *Preferência manual esquerda: Implicações comportamentais e anomalias*, um livro que reuniu diversos estudos sobre associações entre preferência manual e padrões de habilidades, desempenho ou déficits cognitivos. Em uma revisão do livro citado, publicada em 1992, fica evidente que ainda que muitos estudos não tenham encontrado quaisquer relações, por exemplo, entre a preferência manual esquerda e déficits de leitura, estudiosos de forma geral não deixam de considerar a existência de um link significativo entre a preferência manual e um “status psicológico” (*The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1992).

Estes levantamentos nos permitem dizer que, no âmbito da pesquisa sobre as lateralidades humanas, há pelo menos três décadas já existe o debate entre metodologias que encontram relações entre desempenho cognitivo e lateralidade externa (mais precisamente preferência manual) e as que não encontram. A obra “Cérebro Esquerdo, Cérebro Direito” enfatiza estes debates sobre as relações entre cognição e lateralidade trazendo dados de outros estudos que revelaram, por exemplo, que enquanto apenas 10% da população geral possui lateralidade não-destra, este índice sobe para 20% em populações compostas exclusivamente por pessoas com deficiência intelectual. Ademais, no que se refere às assimetrias funcionais associadas à linguagem, os dados apontam que aproximadamente 96% dos destros têm localização dominante da linguagem no hemisfério esquerdo, ao passo que este valor cai para 70% em não destros (Springer & Deutsch, 1998).

Ainda hoje estudos têm apontado para relações entre diferentes quadros de déficits de aprendizagem e lateralidade mal estabelecida ou melhores desempenhos cognitivos em crianças destro-completas quando comparadas a crianças com lateralidade cruzada ou não-destras completas, e embora estatísticas como estas já estejam sendo estudadas há aproximadamente quatro décadas, percebe-se a ausência de estudos que busquem identificar abordagens didáticas capazes de reverter ou neutralizar quadros adversos nos processos de aprendizagem associados à lateralidade não destra, cruzada ou indefinida. É justamente neste ponto que a presente pesquisa busca empenhar seus esforços (Assis et al., 2016; Rosa Neto et al., 2013; Lucena et al., 2010).

A partir de tais reflexões, torna-se possível inferir que diferentes processos de lateralização interna e externa podem gerar diferentes

padrões de processamento da informação dotados, consequentemente, de diferentes demandas para os processos de aprendizagem. Logo, se pensamos em possíveis mecanismos de processamento de informação “não-destros”, a imposição dos padrões de uma cultura destra sobre este sistema poderia corroborar para a existência de dados que revelam associações entre preferência manual esquerda e déficits de desempenho cognitivo (Assis et al., 2016; Rosa Neto et al., 2013; Lucena et al., 2010). Porém, na medida em que outros estudos não encontram tais relações entre desempenho cognitivo e preferência manual, é possível inferir também que este fenômeno não seria uma regra (Francks et al., 2003).

Curiosamente, existe uma linguagem que, para a maioria das pessoas, é processada predominantemente pelo hemisfério cerebral direito, o hemisfério oposto ao dominante para a linguagem verbal na maioria das pessoas: a música. O processamento da música é constituído por mecanismos responsáveis pelo processamento do som de forma geral e este, por sua vez, está definitivamente associado a mecanismos cognitivos necessários à aprendizagem.

O processamento da linguagem falada é o exemplo mais claro para ilustrar a forma como o processamento auditivo é importante para a aprendizagem, uma vez que já fora constatado, por exemplo, que casos de dislexia ou outros quadros de déficits de habilidades linguísticas possuem indicativos de distúrbios neurológicos para o processamento da informação auditiva (Murphy-Ruiz et al., 2013; Huber et al., 2005). Neste sentido, outros estudos já revelaram impactos positivos da prática musical sobre casos de dislexia (Flaugnacco, 2015; Barbaroux et al., 2019), bem como na promoção do aprendizado de habilidades linguísticas em crianças com desenvolvimento típico (Barbaroux et al., 2019; Linnavalli et al., 2018; Nan et al., 2018).

Os cérebros de músicos também vêm sendo apontados enquanto modelos com grande potencial de contribuição para o estudo da plasticidade e reorganização cortical, afinal, trata-se do estudo de uma linguagem que vai muito além do processamento do som por abordar mecanismos como memória, leitura de outro sistema de símbolos (partitura), treino motor e para a maior parte dos instrumentistas, o exercício da mão não dominante. Através de aspectos como estes, o treino musical provoca processos de reorganização e adaptação que inevitavelmente impactam os mecanismos cognitivos de interpretação de informações (Herdener, 2010; Groussard, 2010; Pantev & Herholz, 2011; Herholz & Zatorre, 2012; Moreno & Bidelman, 2014; Schlaug, 2015).

Dados mais próximos do contexto da aprendizagem residem em estudos experimentais que demonstraram que o treino musical complexificou as conexões neurais tanto para o desenvolvimento das habilidades musicais como para habilidades linguísticas, sugerindo que a

música trabalha em parceria com as habilidades verbais e que as redes neurais ativadas no processamento da linguagem verbal também são recrutadas para o processamento musical. Os estudos de revisão sobre este assunto trazem dados que reforçam as estreitas relações entre processamento sonoro e aquisição de habilidades linguísticas, bem como identificam a relevância da prática musical para o desenvolvimento do processamento auditivo, desenvolvimento da fala e de habilidades cognitivas associadas à leitura (Kraus & White-Schwoch, 2017; Carpentier et al., 2016; Gordon, 2015).

A partir de tais apontamentos julga-se relevante refletir sobre as possibilidades da utilização da música enquanto instrumento ao exercício da lateralidade em segmentos educacionais iniciais com intenção de auxiliar, simultaneamente, o desenvolvimento da lateralidade e o desenvolvimento de habilidades cognitivas associadas à linguagem, área da aprendizagem na qual padrões atípicos de lateralidade parecem ter maior impacto.

Assim sendo, é pertinente sugerir que o estudo sobre as relações entre música, lateralidade e aprendizagem poderia contribuir para que as metodologias de ensino em níveis iniciais sejam capazes de potencializar as habilidades cognitivas associadas à linguagem bem como minimizar possíveis efeitos adversos advindos de questões de lateralidade sobre os processos de aprendizagem constituindo, portanto, uma abordagem preventiva a quadros de déficits.

A partir dos levantamentos feitos acima sobre a lateralidade externa, suas relações com as assimetrias funcionais do cérebro e as considerações sobre o processamento da música, justifica-se aqui o problema central que deu origem à elaboração desta revisão integrativa. Questionamos se existiriam relações a serem exploradas entre a música, lateralidade e os processos de aprendizagem para o contexto educacional, uma vez que a hipótese que permeia esta especulação é a de que escolares que apresentem dificuldades ou transtornos de aprendizagem associados à lateralidade não-destra, cruzada ou mal estabelecida poderiam melhorar suas habilidades de aprendizagem por meio de metodologias que utilizem exercícios musicais de forma sistemática.

Optou-se neste estudo pelo método de revisão integrativa por se tratar de um tema ainda pouco explorado em sua totalidade, porém, com aspectos relevantes já investigados isoladamente por diferentes metodologias. A revisão integrativa, por sua vez, permite que sejam incluídos estudos teóricos e experimentais, possibilitando maiores chances de contribuição para a construção do diálogo entre temas já explorados anteriormente em diferentes áreas e com diferentes métodos.



## Objetivo

Através de uma revisão bibliográfica integrativa objetivamos investigar nos portais Pubmed, Cochrane, Lilacs e Scielo, pesquisas direcionadas aos diálogos entre música, lateralidade e aprendizagem.

## Metodologia

Tendo em vista que a questão central deste estudo objetivou buscar pesquisas que estabelecem diálogos entre a música, lateralidade e aprendizagem, partimos para uma seleção de artigos nos bancos de dados Pubmed, Cochrane, Lilacs e Scielo inicialmente utilizando as palavras chaves: *music, laterality and learning*.

A pesquisa através da combinação das três palavras, entretanto, gerou zero resultados nos portais Lilacs e Scielo, 31 resultados do portal Cochrane, dos quais 6 foram pré-selecionados por título e resumo e 182 resultados no portal Pubmed, dos quais 26 foram pré-selecionados. A análise destes artigos, porém, revelou que nenhum deles apresentava, de fato, diálogos entre as três palavras chaves, apresentando relações entre apenas duas delas, sendo lateralidade e música ou música e aprendizagem.

Esta constatação gerou a necessidade de organização dos estudos em eixos temáticos e a aplicação de uma nova estratégia para a coleta nos bancos de dados. Os eixos temáticos criados correspondem às três combinações possíveis entre as palavras chaves aqui propostas, sendo, portanto: eixo 1: Lateralidade e Aprendizagem, eixo 2: Lateralidade e Música e eixo 3: Música e Aprendizagem.

A partir dos títulos dos eixos temáticos novas coletas foram realizadas nos quatro portais através das combinações: *laterality and learning, laterality and music, music and learning*, em português *lateralidade e aprendizagem, lateralidade e música e música e aprendizagem*. É válido mencionar que os 32 artigos selecionados na etapa anterior apareceram novamente durante as novas coletas, contribuindo para o número total de artigos incluídos.

A pré-seleção dos estudos baseou-se na leitura de títulos e, posteriormente, de resumos. Os *critérios de inclusão* foram: a) pertinência temática e metodológica com os propósitos desta pesquisa, b) língua portuguesa ou inglesa, c) investigação de cunho experimental ou bibliográfico a respeito de assuntos que dialoguem em alguma instância com as relações entre música, lateralidade e aprendizagem ou pelo menos entre duas das palavras chaves selecionadas, d) estudos publicados após o ano 2000.

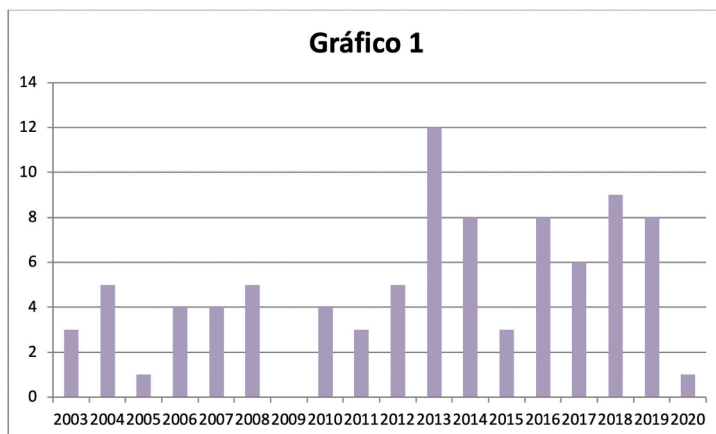
Os *critérios de exclusão* foram: a) estudos que apresentavam abordagens da lateralidade específicas para análises e intervenções em quadros clínicos patológicos, b) estudos sem versão em português ou inglês, c) estudos que se aprofundavam em apenas uma das palavras

chaves propostas, sem estabelecer pontes e diálogos com outros aspectos fundamentais a esta pesquisa d) publicações anteriores ao ano 2000.

Os estudos pré-selecionados foram filtrados por limite de data de publicação, sendo incluídos para a análise seguinte apenas artigos publicados nos últimos 20 anos. Também foram descartados artigos duplicados. Destes procedimentos resultou o gráfico 1, que relaciona a quantidade de estudos por ano que foram incluídos nesta revisão.

**Gráfico 1**

O gráfico especifica a relação entre quantidade de estudos (eixo y) por ano (eixo x) selecionados a partir das combinações das palavras chaves.



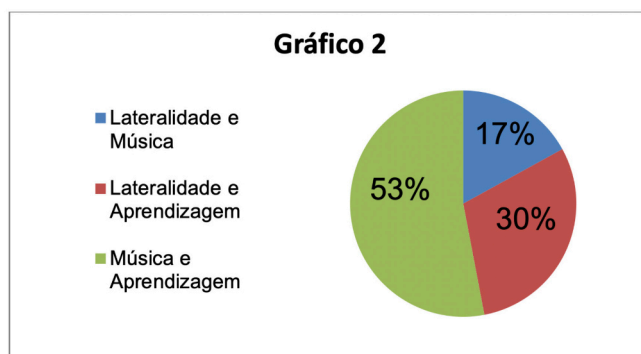
O total de estudos incluídos corresponde a 89 artigos, sendo 27 do eixo 1, Lateralidade e Aprendizagem, 15 do eixo 2, Lateralidade e Música, e 47 do eixo 3, Música e Aprendizagem. A figura 1 mostra fluxograma que ilustra o processo de coleta, descrevendo procedimentos de inclusão e exclusão de estudos, bem como a organização dos eixos temáticos.

## Resultados

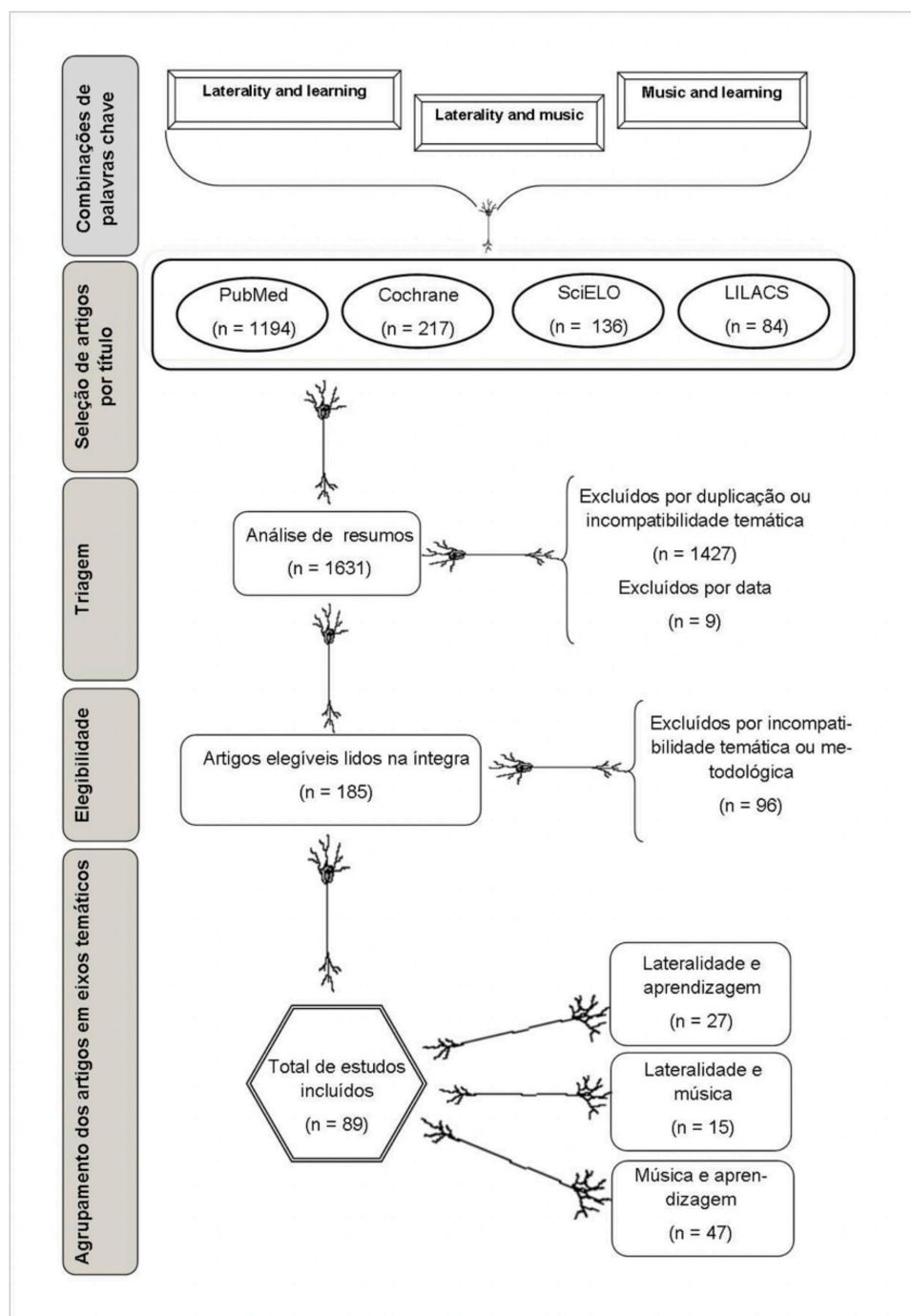
Foram identificadas as porcentagens de participação de cada eixo temático na composição total do estudo. Estas porcentagens encontram-se ilustradas no gráfico 2 e revelam quais diálogos dentre os assuntos propostos têm tido maior presença no campo científico.

**Gráfico 2**

O gráfico ilustra a porcentagem de estudos por eixo temático na composição total da revisão.



**Figura 1**  
Fluxograma ilustrativo das etapas realizadas na revisão.



Foi possível constatar que a maioria dos estudos se concentra no eixo temático Música e Aprendizagem, que representa 53% do total da amostra desta pesquisa, o que denota a existência de ampla bibliografia científica direcionada aos diálogos entre música e cognição. O eixo que aborda as relações entre Lateralidade e Aprendizagem, por sua vez, constitui 30% da amostra total seguido pelo eixo Lateralidade e Música, que apresenta menor participação com 17% do total de estudos incluídos.

Os resultados obtidos com as leituras dos estudos encontram-se nos quadros 1, 2 e 3, que descrevem detalhes dos artigos agrupados nos eixos 1: Lateralidade e Aprendizagem, 2: Lateralidade e Música e 3: Música e Aprendizagem.

### Quadro 1

Detalhes dos estudos incluídos no eixo temático Lateralidade e Aprendizagem.

Título e periódico	Autores	Metodologia	Principais resultados
Assimetria Direita-Esquerda e Desenvolvimento Neuropsicomotor Humano - CES Psicologia (2019).	Laura Beatriz Bora, Vanessa Thomazini Cardoso, Plínio Marco de Toni.	Revisão - Incluiu diferentes tipos de estudo.	Perspectiva do processo de construção da lateralidade enquanto diálogo biológico e ambiental que tem consequências sobre processos cognitivos. A lateralidade e capacidade de distinção entre direita e esquerda bem construídas são apontadas como essenciais para processos de aprendizagem como a alfabetização.
Differential effects of left and right prefrontal cortex anodal transcranial direct current stimulation during probabilistic sequence learning - Journal of neurophysiology (2019).	Brian Greeley e Rachael D. Seidler.	Experimental (ETCC) - 66 pessoas destros.	A estimulação do córtex pré-frontal e motor esquerdos melhorou a aprendizagem de sequência de movimentos, enquanto a estimulação do córtex pré-frontal direito prejudicou a performance.
The right hemisphere is highlighted in connected natural speech production and perception - NeuroImage (2017).	Anna Maria Alexandrou, Timo Saarinen, Sasu Mäkelä, Jan Kujala e Riitta Salmelin.	Experimental (MEG e IRM) - 20 pessoas destros.	Constatação de envolvimento significativo do hemisfério direito para produção e, principalmente, processamento da fala em contraste com expectativas associadas à lateralização esquerda para processamento da linguagem.
Hemispheric speech lateralisation in the developing brain is related to motor praxis ability - Developmental Cognitive Neuroscience (2016).	Jessica C Hodgson, Rebecca J Hirst e John M Hudson.	Experimental (DTC) - 153 crianças entre 3 e 10 anos (74 meninos).	Crianças com lateralização atípica da fala apresentaram maiores diferenças de desempenho entre as mãos, o que sugere que ações associadas a controle motor fino e fala compartilham circuitos neurais que se desenvolvem paralelamente para a preferência de mão e preferência hemisférica.
The role of the left inferior parietal lobule in second language learning: An intensive language training fMRI study - Neuropsychologia (2016).	Elise B Barbeau, Xiaoqian J Chai, Jen-Kai Chen, Jennika Soles, Jonathan Berken, Shari Baum, Kate E Watkins e Denise Klein.	Experimental (IRM)	Os resultados sugerem que processos de plasticidade decorrentes da aprendizagem começaram a ocorrer antes de 12 semanas em ambiente imersivo de treinamento em uma segunda língua, bem como apontaram para uma participação especial do lóbulo parietal inferior esquerdo para a aprendizagem do idioma.
Comparação de desempenho entre destros e canhotos em uma amostra brasileira da "A Developmental Neuropsychological Assessment" - Estudos de Psicologia de Campinas (2016).	Andrea Assis, Neander Abreu, Maria da Conceição Cedraz Prinz, Nayara Argollo e Tatiane Miranda.	Experimental - 203 crianças entre 5 e 6 anos.	Crianças não-destros apresentaram pior desempenho em testes de atenção, função executiva, linguagem, aprendizagem e memória. Os testes nos quais as diferenças foram identificadas envolviam atividade do córtex pré motor, pré-frontal e temporal.
Prevalência de assimetria inter-hemisférica em crianças e adolescentes com diagnóstico interdisciplinar de transtorno da aprendizagem não verbal - Einstein São Paulo (2016).	Alessandra Bernardes Caturani Wajnsztein, Bianca Bianco e Caio Parente Barbosa.	Revisão - Análise transversal de dados.	Dados obtidos por ressonância magnética revelaram esplênio do corpo caloso significativamente menor em crianças diagnosticadas com transtorno da aprendizagem não verbal, sendo a assimetria inter-hemisférica um dos aspectos mais importantes deste diagnóstico.
Functional lateralization of lexical stress representation: a systematic review of patient data - Frontiers in Psychology (2014).	Katja Häuser e Frank Domahs.	Revisão sistemática de 12 artigos que apresentaram dados de 15 casos de pacientes com comprometimento no processamento de estresse lexical.	Os dados analisados concordam com a hipótese de lateralização funcional (Van Lancker, 1980; Van Lancker Sidtis et al., 2006), segundo a qual o processamento da prosódia da fala depende tanto de seu conteúdo linguístico (geralmente processado pelo hemisfério esquerdo), como de seu conteúdo emocional (geralmente processado pelo hemisfério direito).
O desenvolvimento da lateralidade: uma abordagem etológica - Psicologia Argumento (2014).	Plínio Marco De Toni e Caroline Guisantes De Salvo Toni	Revisão - Diálogo integrativo entre dados de estudos experimentais e de revisão.	Explicação da perspectiva etológica do processo de desenvolvimento da lateralidade humana e análise de estudos com humanos e não humanos que indicam possíveis explicações filogenéticas para a preferência manual.
Cerebral asymmetry and language development: cause, correlate, or consequence? - Science (2013).	Dorothy V M Bishop	Revisão - Não incluiu estudos que utilizassem a preferência manual como indicador de lateralidade cerebral.	Os dados analisados questionam as relações entre lateralização funcional cerebral atípica e comprometimentos na linguagem ou alfabetização. Sugere-se que a lateralização atípica pode ser vista enquanto possível fator de risco que interage ou influencia outros fatores de risco para tais condições de comprometimento.
Evolutionary origins of human handedness: evaluating contrasting hypotheses - Animal Cognition (2013).	Hélène Cochet e Richard W. Byrne.	Revisão - Dados sobre preferência manual em humanos e não humanos analisados sob abordagem predominantemente comparativa.	Dados apontam que durante o desenvolvimento da espécie humana a preferência manual no uso de ferramentas e gestos comunicativos podem ser vistos como elementos "pré-adaptativos" para o processo de lateralização da linguagem à esquerda.

Word learning is mediated by the left arcuate fasciculus - Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, PNAS (2013).	Diana López-Barroso, Marco Catani, Pablo Ripollés, Flavio Dell'Acqua, Antoni Rodríguez-Fornells e Ruth de Diego-Balaguer.	Experimental (IRM e DTI) - 21 pessoas destros (9 mulheres).	Medidas estruturais e funcionais de conectividade entre regiões de linguagem frontal e temporal no hemisfério esquerdo predizem habilidades de aprendizagem de palavras. Foi encontrada relação entre a aprendizagem da linguagem e o segmento do fascículo arqueado apenas no hemisfério esquerdo, sendo esta considerada uma estrutura possivelmente envolvida com a integração de informações motoras e auditivas.
A lateralidade cruzada e o desempenho da leitura e escrita em escolares - Revista CEFAC (2013).	Francisco Rosa Neto Regina Ferrazoli Camargo Xavier Ana Paula Marília dos Santos, Kassandra Nunes Amaro, Rui Florêncio e Lisiane Schilling Poeta.	Experimental - 166 crianças entre 8 e 9 anos.	As crianças com dominância lateral completa obtiveram melhores resultados do que crianças com lateralidade cruzada em todos os testes realizados. Crianças destro-completas apresentaram desempenho significativamente superior nos testes de escrita.
Behavioral Laterality of the Brain: Support for the Binary Construct of Hemitismity - Frontiers in Psychology (2013).	Bruce E. Morton	Revisão - Incluiu estudos variados que abordam conceitos associados à lateralidade.	Ao passo que revisa estudos sobre lateralidade e assimetrias funcionais do cérebro, o estudo elabora o conceito de "hemitismity" enquanto característica humana que interfere diretamente em padrões comportamentais.
Right cerebral hemisphere and central auditory processing in children with developmental dyslexia - Arquivos de Neuro-Psiquiatria (2013).	Paulina C. Murphy-Ruiz, Yolanda R. Peñalosa-López, Felipe García-Pedroza e Adrián Poblano.	Experimental - 20 crianças destros e 20 crianças destros com dislexia.	Os dados sugerem contribuições do hemisfério direito para alterações no processamento auditivo central em crianças com dislexia.
The effects of brain lateralization on motor control and adaptation - Journal of Motor Behavior (2012).	Pratik K. Mutha, Kathleen Y. Haaland, e Robert L. Sainburg.	Revisão - Foram revisados estudos que abordaram a lateralização do controle motor e suas relações com processos adaptativos.	As análises sugerem que pode haver especialização do hemisfério esquerdo para processos de adaptação, aprendizado de sequências e habilidades. Também é sugerido que esta especialização pode estar associada a uma tendência geral do hemisfério esquerdo para o planejamento de movimentos.
Motor control and neural plasticity through interhemispheric interactions - Neural Plasticity (2012).	Naoyuki Takeuchi, Yutaka Oouchida e Shin-Ichi Izumi.	Revisão - Incluiu estudos sobre o controle motor e plasticidade neural relacionados à interações inter-hemisféricas.	Treino motor bimanual pela prática musical aumenta a conectividade inter-hemisférica. Músicos apresentam maior espessura no corpo caloso (maior comissura que une os hemisférios cerebrais) e maior simetria funcional sendo este um resultado de interações inter-hemisféricas ampliadas. O treino bimanual exigido pela prática musical, por sua vez, foi levantado enquanto fator que contribui para os processos de plasticidade responsáveis por promover eficiência equivalente em ambos os hemisférios.
Perception of words and pitch patterns in song and speech - Frontiers in Psychology (2012).	Julia Merrill, Daniela Sammler, Marc Bangert, Dirk Goldhahn, Gabriele Lohmann, Robert Turner e Angela D. Friederici.	Experimental (IRM) - 21 pessoas (14 homens).	Giro frontal inferior esquerdo se mostrou predominante para processamento de fala enquanto giro frontal inferior direito se mostrou predominante para processamento musical.
Cerebral Lateralization and Early Speech Acquisition: A Developmental Scenario - Developmental Cognitive Neuroscience (2011).	Yasuyo Minagawa-Kawai, Alejandrina Cristia e Emmanuel Dupoux.	Revisão - Incluiu estudos experimentais (NIRS e IRM) realizados com crianças e adultos.	Predominância de ativação do hemisfério esquerdo para processamento da fala. São apontadas relações entre processos de lateralização atípicos e desordens no desenvolvimento como o autismo, porém, os dados revelam que também existe variação no processo de lateralização na população padrão. Três teorias sobre o processo de lateralização do processamento da fala são revisadas e um modelo integrativo é proposto.
Lateralidade manual, ocular e dos membros inferiores e sua relação com déficit de organização espacial em escolares - Estudos de Psicologia de Campinas (2010).	Neide Maria Gomes de Lucena, Daniele de Almeida Soares, Luciana Maria de Moraes Martins Soares, Paulo Ortiz Rocha de Aragão e Eduardo Ravagni.	Experimental - 400 crianças (200 de escolas públicas e 200 de escolas particulares) entre 6 e 10 anos.	Associação significativa entre déficit de organização espacial e lateralidade mão-olho-pé, sendo a maior proporção de déficit encontrada entre não-destros completos.
Bilateral Speech Comprehension Reflects Differential Sensitivity to Spectral and Temporal Features - The Journal of Neuroscience (2008).	Jonas Obleser, Frank Eisner e Sonja A Kotz.	Experimental (IRM) - 16 pessoas (8 mulheres).	Resultados sugerem que ambos os hemisférios possuem funções complementares para o processamento da fala. As funções de processamento específicas a cada hemisfério parecem estar associadas a integração temporal com pesos diferentes ou em sensibilidades de características espectrotemporais.
Bilateral Capacity for Speech Sound Processing in Auditory Comprehension: Evidence From Wada Procedures - Brain Lang (2008).	G Hickok, K Okada, W Barr, J Pa, C Rogalsky, K Donnelly, L Barde e A Grant.	Experimental (Wada) - 19 pessoas (16 mulheres).	Após aplicação da técnica Wada no hemisfério esquerdo identificou-se taxa de erro significativamente maior nos testes de linguagem, sendo 75% destes erros de ordem semântica. Os resultados indicaram que mesmo em um cérebro íntegro, sem lesões, o hemisfério direito tem capacidade de processar a fala, ainda que de forma menos eficiente que o hemisfério esquerdo.
Left hemisphere specialization for duration discrimination of musical and speech sounds - Neuropsychologia (2008).	Alfredo Brancucci, Anita D'Anselmo, Federica Martello e LucaTommasi.	Experimental (60 indivíduos destros).	Foram aplicados testes dicotômicos contendo sílabas e tons complexos com durações variadas. Era solicitado que os participantes reconhecessem se os sons apresentavam durações iguais ou diferentes. Os resultados revelaram que houve predomínio do ouvido direito em termos de tempo de reação e assertividade e especialização do hemisfério esquerdo para processamento da duração dos sons.

Sex-related hemispheric lateralization of amygdala function in emotionally influenced memory: an fMRI investigation - Learning Memory (2004).	Larry Cahill, Melina Uncapher, Lisa Kilpatrick, Mike T Alkire e Jessica Turner.	Experimental (IRM) - 15 pessoas (7 mulheres).	Homens apresentaram maior ativação da amígdala esquerda enquanto mulheres apresentaram maior ativação da amígdala direita para memórias associadas a estímulos emocionais.
Interhemispheric transfer in high-functioning children and adolescents with autism spectrum disorders: a controlled pilot study - Developmental Medicine and Child Neurology (2004).	Agneta Nydén, Maria Carlsson, Arvid Carlsson e Christopher Gillberg.	Experimental - 30 crianças com desenvolvimento padrão e 30 crianças autistas.	Crianças autistas comparadas a grupo controle apresentaram pior desempenho em testes diversos que sugeriram conectividade inter-hemisférica anormal possivelmente associada à velocidade e eficiência da transferência de informações através do corpo caloso. Resultados dialogam com pesquisas que investigam disfunções glutamatérgicas no espectro autista, uma vez que a comissura corpo caloso tem grande parte de sua atividade regulada por este neurotransmissor.
Event-related correlations in learning impaired children during A hybrid go/no-go choice reaction visual-motor task - Clinical Electroencephalography (2003).	Jurriaan M. Peters, Deborah P. Waber, Gloria B. McAnulty e Frank H. Duffy.	Experimental (EEG) - 169 crianças com déficits de aprendizagem e 71 crianças sem déficits.	Comparações entre desempenhos no teste de aprendizagem visuo-motor não verbal revelaram que crianças com déficits de aprendizagem apresentaram um foco comum de baixo processamento no hemisfério esquerdo.
Frontal Cortex, Laterality, and Memory: Encoding Versus Retrieval - Acta Neurobiologiae Experimentalis (2003).	Voyko Kavcic, Jianhui Zhong, Takashi Yoshitura e Robert W Doty.	Experimental (IRM) - 6 pessoas (4 homens).	Existe favorecimento do hemisfério esquerdo para processamento verbal e do hemisfério direito para processamento visual em condições de observação passiva, ao passo que para momentos de resgate de memória de ambos os tipos de informação a ativação passa a ser mais bilateral.

**Quadro 2**

Detalhes dos estudos incluídos no eixo temático Lateralidade e Música.

Título e periódico	Autores	Metodologia	Principais resultados
The human amygdala disconnecting from auditory cortex preferentially discriminates musical sound of uncertain emotion by altering hemispheric weighting - Scientific Reports (2019).	Francis A. M. Manno, Condon Lau, Juan Fernandez-Ruiz, Sinai Hernandez-Cortes Manno, Shuk Han Cheng, e Fernando A. Barrios	Experimental (IRM) - 75 pessoas (33 mulheres) autodeclaradas destras.	Foi constatado que a ativação da amígdala foi modulada por identificação de emoção sendo que a amígdala do hemisfério direito apresentou maior ativação em situações de reconhecimento de valor emocional na música e menor ativação em situações de emoção incerta.
Recruitment of the motor system during music listening: An ALE meta-analysis of fMRI data - PLoS One (2018).	Chelsea L Gordon, Patrice R Cobb e Ramesh Balasubramaniam	Revisão sistemática - Análise de amostragem de dados por meta-análise.	Ativação bilateral de áreas auditivas primárias e secundárias, ativação do córtex motor primário direito, córtex pré-motor lateral direito e esquerdo e cerebelo esquerdo durante escuta passiva de música.
Musical Imagery Involves Wernicke's Area in Bilateral and Anti-Correlated Network Interactions in Musicians - Scientific Reports (2017).	Yizhen Zhang, Gang Chen, Haiguang Wen, Kun-Han Lu e Zhongming Liu.	Experimental (IRM) - 9 instrumentistas destras.	Ativação bilateral da área de Wernicke em músicos durante percepção musical e de imagens musicais.
Cortical Motor Circuits after Piano Training in Adulthood: Neurophysiologic Evidence - PLoS One (2016).	Elise Houdayer, Marco Cursi, Arturo Nuara, Sonia Zanini, Roberto Gatti, Giancarlo Comi e Letizia Leocani.	Experimental (EEG e estimulação magnética transcraniana)	Dados apontaram que 10 dias de treinamento de piano apresentou relações com interações inter-hemisféricas balanceadas tanto em repouso como durante ativação motora, revelando que curtos períodos de treino de piano podem remodelar circuitos motores corticais locais e inter-hemisféricos.
Interhemispheric transcallosal connectivity between the left and right planum temporale predicts musicianship, performance in temporal speech processing, and functional specialization - Brain Structure & Function (2016)	Stefan Elmer, Jürgen Hänggi e Lutz Jäncke.	Experimental (IRM de difusão) - 13 músicos e 13 não músicos.	Foi identificada maior conectividade entre os planos temporais direito e esquerdo em músicos, revelando relações entre conectividade do plano temporal, musicalidade e categorização fonética.
Lateralization of music processing with noises in the auditory cortex: an fNIRS study - Frontier Behavioral Neuroscience (2014).	Hendrik Santosa, Melissa Jiyoun Hong e Keum-Shik Hong	Experimental (NIRS) - 2 pessoas com habilidades musicais e 12 sem conhecimento profundo em música.	Em situações de percepção musical com presença de barulho há maior ativação do hemisfério direito. Esta ativação aumenta em proporção direta ao nível de dificuldade de distinção da música do barulho, ou seja, quanto maior a presença do barulho, maior o esforço para a dissociação da música e, portanto, maior ativação do hemisfério direito para esta dissociação.
Training-mediated leftward asymmetries during music processing: a cross-sectional and longitudinal fMRI analysis - NeuroImage (2013).	Robert J Ellis, Bente Bruijn, Andrea C Norton, Ellen Winner e Gottfried Schlaug	Experimental (IRM) - Grupo de dados transversais: 56 crianças e 28 adultos. Grupo de dados longitudinais: 20 crianças.	Constatação de que o treinamento musical modulou padrões de atividade cortical para codificação da música desenvolvendo assimetria esquerda evidente na atividade do giro supramarginal para processamento rítmico e melódico.
Training-mediated leftward asymmetries during music processing: a cross-sectional and longitudinal fMRI analysis - NeuroImage (2013).	Robert J Ellis, Bente Bruijn, Andrea C Norton, Ellen Winner e Gottfried Schlaug.	Experimental (IRM) - Dados transversais de crianças e adultos (N=84) e dados de estudo longitudinal com crianças entre 3 e 5 anos (N=20).	Dados apontam que o treino musical influencia lateralização hemisférica esquerda para processamento musical.

Enhanced cortical connectivity in absolute pitch musicians: a model for local hyperconnectivity - <i>Journal of Cognitive Neuroscience</i> (2011).	Psyche Loui, H Charles Li, Anja Hohmann e Gottfried Schlaug	Experimental (IRM) - 12 músicos com afinação absoluta e 12 músicos sem esta característica.	Músicos com afinação absoluta apresentam maior conectividade na massa branca nas regiões temporal superior posterior e medial posterior em ambos os hemisférios. As análises também sugerem que a exposição à música parece moldar uma hiperconectividade maior no hemisfério esquerdo do que no direito
The relation between lateralisation, early start of training, and amount of practice in musicians: a contribution to the problem of handedness classification – <i>Laterality</i> (2010).	Reinhard Kopiez, Niels Galley e Andreas C Lehmann.	Experimental - 123 músicos e 1198 não-músicos.	Não foram encontrados dados suficientes para sustentar a hipótese da lateralidade como uma variável seletiva em instrumentos tocados bimanualmente, que por sua vez, demanda estudos longitudinais para investigação mais apurada.
Laterality effects for musical structure processing: a dichotic listening study – <i>Neuropsychology</i> (2010).	Lisianne Hoch e Barbara Tillmann.	Experimental.	Os resultados obtidos a partir de testes específicos de audição dicotômica concordaram com resultados de estudos com indivíduos comissurotomizados, que apontam para especialização hemisférica direita para processamento de estruturas musicais em ouvintes saudáveis.
Experience-dependent effects in unimanual and bimanual reaction time tasks in musicians – <i>Journal of Motor Behavior</i> (2007).	Charmayne M. L. Hughes e Elizabeth A. Franz.	Experimental - 20 músicos e 20 não-músicos.	As autoras concluíram que processos de plasticidade vinculados ao treino musical podem resultar em maior eficácia da conectividade inter-hemisférica.
The unusual symmetry of musicians: musicians have equilateral interhemispheric transfer for visual information – <i>Neuropsychologia</i> (2007).	Lucy L M Patston, Ian J Kirk, Mei Hsin S Rolfe, Michael C Corballis e Lynette J Tippett.	Experimental (EEG) - 16 músicos destros e 16 não músicos.	Resultados apontam para conectividade neural bilateral em músicos para processamento de inputs visuais, sugerindo que os processos de plasticidade decorrentes da prática musical reduzem as assimetrias e promovem conexões igualmente eficientes em ambos os hemisférios.
The influence of musical experience on lateralisation of auditory processing – <i>Laterality</i> (2007).	Marián Spajdel, Katarína Jariabková e Igor Riečanský.	Experimental – 30 músicos e 30 não-músicos destros.	Através dos testes de audição dicotômica os autores identificaram preferência da aurícula esquerda para estímulos não verbais (tons) e preferência da aurícula direita para sílabas CV (consoante-vogal). Também foi identificada maior precisão total de evocação para sequências tonais em músicos.
Left Hemispheric Lateralization of Brain Activity During Passive Rhythm Perception in Musicians - <i>The Anatomical Record</i> (2006).	Charles J Limb, Stefan Kemeny, Eric B Ortigoza, Sherin Rouhani e Allen R Braun.	Experimental (IRM) - 12 músicos e 12 não músicos.	Prática musical parece lateralizar funções de percepção rítmica passiva à esquerda integrando regiões associadas ao processamento da linguagem.

### Quadro 3

Detalhes dos estudos incluídos no eixo temático Música e Aprendizagem.

Título e periódico	Autores	Metodologia	Principais resultados
Efeito da educação musical na promoção do desempenho escolar em crianças - <i>CoDAS</i> (2020).	Paula Martins Said e Dagma Venturini Marques Abramides.	Experimental - 80 crianças entre 8 e 12 anos.	Houve diferença estatisticamente significativa entre crianças expostas à educação musical e o grupo controle no desempenho escolar, indicando melhores desempenhos e competência acadêmica no primeiro grupo. Os resultados apontam para os benefícios da prática musical no contexto escolar.
Music instruction and reading performance: Conceptual transfer in learning and development - <i>SAJCE</i> (2019).	Azwihangwisi E. Muthivhi e Samantha Kriger.	Experimental - 32 crianças entre 6 e 9 anos.	Indicativos de que a prática musical influencia positivamente a aquisição de habilidades de leitura em estudantes da escola primária.
Iniciação musical no ensino fundamental: afetividade e aprendizagem - <i>Pesquisas e Práticas Psicossociais</i> (2019).	Girlane Moura Hickmann e Adolfo Antonio Hickmann.	Experimental - Crianças entre 11 e 14 anos.	Indicativo de melhora de desempenho de crianças no ensino fundamental a partir da prática musical regular na escola.
Influência da musicalização infantil nas habilidades auditivas de pré-escolares - <i>Audiology - Communication Research</i> (2019).	Evellyn Silva Azevedo de Jesus e Isabella Monteiro de Castro Silva.	Experimental - 60 crianças entre 5 e 6 anos.	Crianças que receberam treinamento musical apresentaram melhoras em suas habilidades auditivas.
Why and how music can be used to rehabilitate and develop speech and language skills in hearing-impaired children - <i>Hearing Research</i> (2019).	Ritva Torppa e Minna Huotilainen.	Revisão - A revisão incluiu estudos experimentais e análises de dados transversais.	Existem relações positivas entre a prática musical e a aquisição de habilidades linguísticas em crianças com deficiência auditiva.
Music training with Démos program positively influences cognitive functions in children from low socio-economic backgrounds - <i>PLoS One</i> (2019).	Mylène Barbaroux, Eva Dittinger, Mireille Besson e Linda Chao.	Experimental - 35 crianças (18 meninas) entre 7 e 12 anos.	Após 18 meses de treino musical, 37% das crianças melhoraram em 3 tipos de testes (inteligência geral, concentração e habilidades de leitura) e 100% das crianças melhoraram em pelo menos um dos testes.

Planning music-based amelioration and training in infancy and childhood based on neural evidence - <i>Annals of the New York Academy of Sciences</i> (2018).	Minna Huotilainen e Mari Tervaniemi.	Revisão	O estudo reúne evidências sobre o potencial positivo do uso da música para o treino auditivo de crianças, especialmente em casos específicos de déficits de aprendizagem, déficits auditivos, déficits de linguagem e dislexia.
Music playschool enhances children's linguistic skills - <i>Scientific Reports</i> (2018).	Tanja Linnavalli, Vesa Putkinen, Jari Lipsanen, Minna Huotilainen e Mari Tervaniemi.	Experimental - 66 crianças entre 5 e 6 anos (41 meninas).	Resultados concordam com evidências de que treino musical auxilia o processo de desenvolvimento de habilidades linguísticas em crianças entre 5 e 6 anos.
Exposure to a Musically-Enriched Environment; Its Relationship With Executive Functions, Short-Term Memory and Verbal IQ in Primary School Children - <i>PLoS One</i> (2018).	Artur C Jaschke, Henkjan Honing e Erik J A Scherder.	Experimental - 176 crianças (74 meninos) entre 5 e 8 anos.	Indicativo de que ambientes musicalmente enriquecidos não interferem em sub-funções executivas, ainda que possam influenciar o QI verbal.
Piano training enhances the neural processing of pitch and improves speech perception in Mandarin-speaking children - <i>Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America</i> (2018).	Yun Nan, Li Liu, Eveline Geiser, Hua Shu, Chen Chen Gong, Qi Dong, John D E Gabrieli e Robert Desimone.	Experimental - 74 crianças entre 4 e 5 anos.	Treino de piano enriqueceu respostas corticais a mudanças tonais na música e fala (como tons léxicos). Este enriquecimento neural pode, posteriormente, favorecer a aquisição de habilidades linguísticas primárias. Também foi constatado que o treino aprimorou a discriminação auditiva para processamento sonoro.
Neurophysiological Markers of Statistical Learning in Music and Language: Hierarchy, Entropy, and Uncertainty - <i>Brain Sciences</i> (2018).	Tatsuya Daikoku.	Revisão - Estudos sobre o método de aprendizagem denominado "aprendizagem estatística" e suas relações com a música e linguagem.	Treino musical afeta positivamente as habilidades de linguagem em aprendizagem estatística.
Strengthening early childhood teacher education towards a play-based pedagogical approach - <i>South African Journal of Childhood Education</i> (2018).	Alta J. van Asl e Lorayne Excell.	Experimental - 71 estudantes do programa de formação de professores para primeira infância.	A intervenção com foco para a educação musical de estudantes da área de pedagogia evidenciou que o envolvimento com propostas musicais cresceu e que com 7 semanas de prática já eram evidentes índices mais altos de autoconfiança e participação. É apontado que existe demanda de tempo para desenvolvimento de habilidades para inclusão da música em práticas pedagógicas.
Do musicians learn a fine sequential hand motor skill differently than non-musicians? - <i>PLoS One</i> (2018).	Jagna Sobierajewicz, Ryszard Naskrecki, Wojciech Jaskowski e Rob H. J. Van der Lubbe.	Experimental (EEG) - 24 pessoas entre 21 e 29 anos, sendo destes indivíduos 12 músicos e 12 não-músicos.	Músicos aprenderam a sequência de respostas motoras melhor e mais rápido do que não-músicos. Dados do EEG apontaram para lateralização similar entre os dois grupos.
Same Genes, Different Brains: Neuroanatomical Differences Between Monozygotic Twins Discordant for Musical Training - <i>Cerebral Cortex</i> (2018).	Örjan de Manzano e Fredrik Ullén.	Experimental (IRM de difusão) - 9 pares de gêmeos monozigóticos.	Gêmeos musicalmente ativos apresentaram maiores espessuras no córtex auditivo-motor no hemisfério esquerdo e microestruturas de massa branca mais desenvolvidas em tratos nos dois hemisférios e no corpo caloso. Também foi identificado maior volume da massa cinzenta em algumas regiões do hemisfério cerebral esquerdo.
Functional connectivity of the cortical network supporting statistical learning in musicians and non-musicians: a MEG study - <i>Scientific Reports</i> - (2017).	Evangelos Paraskevopoulos, Nikolas Chalas e Panagiotis Bamidis	Experimental (MEG) - 15 músicos e 15 não-músicos.	Rede neuronal envolvida no processo de aprendizagem estatística de sequências tonais é maior (mais distribuída na extensão cortical) e mais eficiente em músicos.
Music training is associated with cortical synchronization reflected in EEG coherence during verbal memory encoding - <i>PLoS One</i> (2017).	Mei-chun Cheung, Agnes S. Chan, Ying Liu, Derry Law e Christina W. Y. Wong.	Experimental (EEG) - 60 pessoas destras.	Os participantes que receberam treino musical apresentaram melhor memória durante aprendizagem e recordação em teste de aprendizagem de lista de palavras.
Musicians Have Better Memory Than Nonmusicians: A Meta-Analysis - <i>PLoS One</i> (2017).	Francesca Talamini, Gianmarco Altoè, Barbara Carretti e Massimo Grassi.	Revisão - Foram incluídos estudos que utilizaram testes de memória em grupos de músicos e não-músicos.	Resultados indicam que músicos apresentam desempenho superior a não-músicos em testes de memória. É apontado que o tipo de estímulo pode interferir no desempenho.
Modulation of Functional Connectivity in Auditory-Motor Networks in Musicians Compared with Nonmusicians - <i>Cerebral Cortex</i> (2017).	María-Ángeles Palomar-García, Robert J Zatorre, Noelia Ventura-Campos, Elisenda Bueichekú e César Ávila.	Experimental (morfometria baseada em voxel).	Músicos apresentaram maior conectividade entre córtex auditivo e motor em estado de repouso, bem como maior volume no córtex auditivo direito.
Musical intervention enhances infants' neural processing of temporal structure in music and speech - <i>PNAS</i> (2016).	T. Christina Zhaoa e Patricia K. Kuhl.	Experimental (MEG) - 39 bebês de 9 meses.	A intervenção musical melhorou o processamento neural de estruturas temporais em música e fala.



Effects of a music-based short story on short- and long-term reading comprehension of individuals with Autism Spectrum Disorder: a cluster randomized study – The Arts in Psychotherapy (2016).	Edward Schwartzberg T e Michael Silverman J.	Experimental – 29 crianças com autismo.	Resultados apontaram que a contação de estória curta com utilização de música parece ter ampliado períodos de ativação cognitiva e atenção, melhorando a compreensão imediata e a longo prazo.
Music training improves speech-in-noise perception: Longitudinal evidence from a community-based music program - Behavioural Brain Research (2015).	Jessica Slater, Erika Skoe, Dana L. Strait, Samantha O'Connell, Elaine Thompson e Nina Kraus	Experimental - 46 crianças de aproximadamente 8 anos.	Treinamento musical melhora habilidades de percepção de fala com ruídos.
Cognitive Control in Auditory Working Memory Is Enhanced in Musicians - PLoS One (2015).	Karen Johanne Pallesen, Elvira Brattico, Christopher J. Bailey, Antti Korvenoja, Juha Koivisto, Albert Gjedde, Synnöve Carlson e Eric Warrant.	Experimental (IRM) - 11 músicos e 10 não-músicos destros.	Músicos apresentaram desempenho superior em tarefas de memória de trabalho e este desempenho foi associado a capacidade aprimorada de exercer controle cognitivo sustentado, habilidade possivelmente decorrente do treino musical focado.
The Influence of Music on Prefrontal Cortex during Episodic Encoding and Retrieval of Verbal Information: A Multichannel fNIRS Study – Behavioural Neurology (2015).	Laura Ferreri, Emmanuel Bigand, Patrick Bard e Aurélia Bugaiska.	Experimental (fNIRS).	Resultados revelaram que a música promoveu estratégias de codificação e resgate menos exigentes e com ativações pré-frontais reduzidas. Os autores concluíram que memórias associadas à música contam com mecanismos neurais específicos e que a música favorece tanto a codificação quanto o resgate de informações verbais.
Behavioral and Neural Correlates of Executive Functioning in Musicians and Non-Musicians - PLoS One (2014).	Jennifer Zuk, Christopher Benjamin, Arnold Kenyon e Nadine Gaab	Experimental (IRM) - 30 adultos e 27 crianças.	Indicativos de que o treino musical promove o desenvolvimento e estabilidade de determinadas funções executivas, o que poderia explicar outros dados que apontam relações entre treino musical e melhor desempenho cognitivo.
Twelve Months of Active Musical Training in 8- To 10-year-old Children Enhances the Preattentive Processing of Syllabic Duration and Voice Onset Time - Cerebral Cortex (2014).	Julie Chobert, Clément François, Jean-Luc Velay e Mireille Besson.	Experimental (EEG) - 24 crianças entre 8 e 10 anos.	Treino musical influencia a percepção de duração da fala e desenvolvimento de representações fonológicas em crianças com desenvolvimento típico. É apontada a relevância de treinamentos baseados em música para a educação, bem como para estratégias de remediação para crianças com dificuldades de aprendizagem de habilidades linguísticas.
Music enrichment programs improve the neural encoding of speech in at-risk children - The Journal of Neuroscience (2014).	Nina Kraus, Jessica Slater, Elaine C Thompson, Jane Hornickel, Dana L. Strait, Trent Nicol e Travis White-Schwach.	Experimental - 44 crianças (média de 8 anos) de escolas públicas presentes na lista de espera de um projeto comunitário de ensino de música.	Crianças que receberam treinamento musical durante 2 anos apresentaram grandes ganhos no processo neural de diferenciação silábica, habilidade relacionada a processos de aquisição da linguagem como leitura e escrita.
Faster Sound Stream Segmentation in Musicians than in Nonmusicians - PLoS One (2014).	Clément François, Florent Jaillet, Sylvain Takerkart, Daniele Schön e Claude Alain.	Experimental (EEG) - 10 músicos profissionais e 10 não-músicos.	Músicos apresentam segmentação sonora mais rápida e eficiente em comparação a não-músicos. Estas habilidades de segmentação acontecem devido a dinâmicas neurais distintas.
Can music lessons increase the performance of preschool children in IQ tests? - Cognitive Processing (2014).	Hossein Kaviani, Hilda Mirbaha, Mehrangiz Pournaseh e Olivia Sagan.	Experimental - 60 crianças entre 5 e 6 anos.	Crianças que receberam aulas de música demonstraram melhora significativa no QI, sustentando a sugestão de que aulas de música podem contribuir para melhorar o desempenho intelectual através de habilidades cognitivas verbais, não verbais e capacidade e performance de memória.
Two randomized trials provide no consistent evidence for nonmusical cognitive benefits of brief preschool music enrichment - PLoS One (2013).	Samuel A. Mehr, Adena Schachner, Rachel C. Katz e Elizabeth S. Spelke.	Experimental - 29 crianças de 4 anos.	Não foram encontradas evidências consistentes para relação entre treino musical e ganhos em habilidades cognitivas específicas. É apontado que o tempo reduzido de aplicação de aulas de música pode ter contribuído para os resultados negativos.
Music Training for the Development of Reading Skills - Progress in Brain Research (2013).	Adam Tierney e Nina Kraus.	Revisão - Foram incluídos estudos longitudinais que fornecem evidências para o papel do treino musical na aquisição de habilidades linguísticas.	O treinamento musical pode ser encarado como gerador de aumento da sincronia neural em todo o sistema auditivo. Uma vez que as habilidades de leitura dependem de habilidades primárias associadas à audição, o treino musical demonstra grande potencial para enriquecer as habilidades de leitura em crianças. É sugerido que a música deveria compor os currículos escolares.
Enriched childhood experiences moderate age-related motor and cognitive decline – Frontiers in Behavioral Neuroscience (2013).	Megan J Metzler, Deborah M Saucier e Gerlinde A Metz.	Experimental.	Resultados em testes de aprendizagem motora revelaram que treinamento musical durante a infância pode reduzir o declínio de redes neuronais associadas à cognição e habilidades motoras em decorrência do envelhecimento.
Music education and its effect on intellectual abilities in children: a systematic review - Reviews in the Neurosciences (2013).	Artur C. Jaschke, Laura H.P. Eggermont, Henkjan Honing e Erik J.A. Scherder.	Revisão - A revisão incluiu estudos publicados entre 2001 e 2013, realizados com crianças entre 4 e 13 anos e que buscavam analisar transferências entre treino musical e habilidades cognitivas.	Investigar "sub-habilidades" específicas que compõem uma habilidade cognitiva maior parece influenciar a obtenção de resultados na área. É apontado também que são necessárias metodologias claras para que os dados possam ser comparados, pois ainda não há um padrão que permita tal análise.

Becoming Musically Enculturated: Effects of Music Classes for Infants on Brain and Behavior - Annals of the New York Academy of Sciences (2012).	Laurel J Trainor, Céline Marie, David Gerry, Elaine Whiskin e Andrea Ünrau.	Experimental (EEG) - 38 bebês de 6 meses.	Após 6 meses de aulas de música, bebês que participaram das aulas com metodologia ativa (na qual bebês e pais participavam ativamente da produção musical) apresentaram respostas (potencial relacionado a evento) maiores e/ou mais rápidas a sons musicais e maior desenvolvimento de gestos comunicativos pré-linguísticos.
Active music classes in infancy enhance musical, communicative and social development - Developmental Science (2012).	David Gerry, Andrea Ünrau e Laurel J. Trainor.	Revisão - Revisão dos resultados obtidos no estudo "Becoming Musically Enculturated: Effects of Music Classes for Infants on Brain and Behavior"	Análise dos resultados indicam que se estratégias pedagógicas apropriadas são utilizadas, aulas de música ativas para crianças e pais podem acelerar o processo de desenvolvimento de gestos comunicativos pré-linguísticos, habilidades de interação social. Resultados também indicam que o procedimento pode contribuir para o conhecimento/reconhecimento de características musicais culturais específicas.
Processing of Complex Auditory Patterns in Musicians and Nonmusicians - PLoS One (2011).	Bastiaan Boh, Sibylle C. Herholz, Claudia Lappe, Christo Pantev e Jeffrey Krichmar.	Experimental (MEG) - 20 músicos e 13 não-músicos.	O treino musical influencia a capacidade de memória auditiva de curto prazo para tons complexos. Houve lateralização hemisférica esquerda para as respostas de compatibilidade para padrões tonais temporalmente mais complexos.
Cognitive control in auditory working memory is enhanced in musicians - PLoS One (2010).	Karen Johanne Pallesen, Elvira Brattico, Christopher J Bailey, Antti Korvenoja, Juha Koivisto, Albert Gjedde e Synnöve Carlson.	Experimental (IRM - BOLD)	Foram analisados os níveis de oxigenação cerebral em músicos e não-músicos durante testes de memória de trabalho associadas a sons musicais. Considerando-se o tempo de reação e taxas de erros, os músicos se saíram melhor e apresentaram maiores respostas BOLD em regiões associadas a atenção e controle cognitivo. Os autores sugerem que o desempenho superior está associado à maior habilidade de músicos de exercerem controle cognitivo sustentado, habilidade que pode decorrer parcialmente do treino musical focado.
Practicing a musical instrument in childhood is associated with enhanced verbal ability and nonverbal reasoning - PLoS One (2008).	Marie Forgeard, Ellen Winner, Andrea Norton, Gottfried Schlaug e Tecumseh Fitch.	Experimental - Um grupo de crianças entre 8 e 11 anos que estudavam instrumento musical (ou instrumentos musicais) há, em média, de 4 anos e um grupo controle de 18 crianças que nunca haviam estudado instrumentos musicais.	Resultados apontam que o treino musical deve contribuir para o aprimoramento de discriminação auditiva, habilidades motoras finas, vocabulário e raciocínio não verbal. O tempo de duração do treino influencia diretamente tais relações.
Children with specific language impairment also show impairment of music-syntactic processing - Journal of Cognitive Neuroscience (2008).	Sebastian Jentschke, Stefan Koelsch, Stephan Sallat e Angela D Friederici.	Experimental (PRE - EEG)	Dois potenciais relacionados a eventos já identificados durante processamento linguístico sintático (ERAN e N5) foram utilizados para investigar o processamento sintático musical em crianças com deficiência de linguagem específica (SLI). Nenhum dos potenciais foi identificado nas crianças com SLI embora tenham sido encontrados no grupo controle. Os autores ressaltam a forte relação entre mecanismos envolvidos no processamento musical e linguístico, indicando a possibilidade de efeitos do treino musical em terapias para SLI.
Musicians have enhanced subcortical auditory and audiovisual processing of speech and music - PNAS (2007).	Gabriella Musacchia, Mikko Sams, Erika Skoe e Nina Kraus.	Experimental (EEG) - 16 músicos e 13 indivíduos com experiência musical que, entretanto, não foram classificados enquanto músicos pelos testes propostos.	Músicos apresentam respostas a música e fala mais robustas no tronco encefálico e aparentemente apresentam respostas neurais mais sincronizadas ao estímulo sonoro. Estes dados indicam que o treino musical aprimora codificação auditiva e audiovisual de sons, música e fala.
Musical training and language-related brain electrical activity in children - Psychophysiology (2006).	Sylvain Moreno e Mireille Besson	Experimental (EEG) - 20 crianças sem iniciação musical ou em pintura e com idade média de 8 anos. 10 fizeram os testes antes de depois de aulas de música e 10 fizeram os testes antes e depois da aula de pintura.	Resultados sugerem que um período curto de exposição ao treino musical e, conseqüentemente, ao processamento tonal através da música, pode exercer influência sobre o processamento tonal na fala.
One year of musical training affects development of auditory cortical-evoked fields in young children - Brain: A Journal of Neurology (2006).	Takako Fujioka, Bernhard Ross, Ryusuke Kakigi, Christo Pantev e Laurel J Trainor.	Experimental (MEG) - crianças de 4 a 6 anos.	Foram identificadas diferenças na atividade cortical do hemisfério esquerdo em resposta ao som do violino no grupo de crianças que recebeu o treinamento musical. Os autores consideram que estas e outras observações podem estar relacionadas a reorganização de redes neurais associadas à categorização do som e/ou atenção involuntária em decorrência da experiência de aprendizagem musical.
Musician children detect pitch violations in both music and language better than non musician children: behavioral and electrophysiological approaches - Journal of Cognitive Neuroscience (2006).	Cyrille Magne, Daniele Schön e Mireille Besson.	Experimental (PRE - EEG)	Crianças que estudam música detectaram incongruências nos estímulos musicais e linguísticos melhor do que as crianças não musicistas, revelando efeitos de transferências positivas entre domínios cognitivos.

Effects of music training on the child's brain and cognitive development - Annals of the New York Academy of Sciences (2005).	Gottfried Schlaug, Andrea Norton, Katie Overy e Ellen Winner.	Discussão de resultados de estudos realizados anteriormente pela equipe.	Dentre as constatações dos diversos estudos foi identificado que instrumentistas apresentaram volume de massa cinzenta significativamente maior quando comparados a não-instrumentistas. As diferenças foram percebidas bilateralmente no lobo occipital e córtex sensorio-motor.
Grouping of Sequential Sounds—An Event-Related Potential Study Comparing Musicians and Nonmusicians - Journal of Cognitive Neuroscience (2004).	Titia L. van Zuijen, Elyse Sussman, Istva'n Winkler, Risto Na'a'ta'nen e Mari Tervaniemi.	Experimental (EEG) - 11 músicos (entre 22 e 28 anos) e 12 não-músicos (entre 19 e 26 anos).	Resultados indicam que algumas formas de agrupamento auditivo dependem do treino musical e que, portanto, nem todas as formas de agrupamento sonoro são universais.
The music of speech: Music training facilitates pitch processing in both music and language - Psychophysiology (2004).	Daniele Scho'N, Cyrille Magne e Mireille Besson.	Experimental (EEG) - 9 indivíduos músicos e 9 não-músicos com idade média de 31 anos.	Resultados são apontados como evidências de que o treino musical extensivo influencia a percepção tonal da fala.
Musical training-induced functional reorganization of the adult brain: functional magnetic resonance imaging and transcranial magnetic stimulation study on amateur string players - Human Brain Mapping (2004).	Dong-Eog Kim, Min-Jung Shin, Kyoung-Min Lee, Kon Chu, Sung Ho Woo, Young Ro Kim, Eun-Cheol Song, Jun-Won Lee, Seong-Ho Park e Jae-Kyu Roh.	Experimental (IRM e EMT).	Dados revelam que existe reorganização dos córtices de associação sensorio-motor e temporal em decorrência do treino musical com instrumentos de cordas.
Effects of Musical Training on the Auditory Cortex in Children - Annals of The New York Academy of Sciences (2003).	Laurel J Trainor, Antoine Shahin e Larry E Roberts.	Revisão - Foram incluídos na amostragem estudos que analisaram impactos do treino musical sobre as representações sonoras no córtex auditivo de crianças e adultos com e sem experiência musical.	Concluiu-se que a representação sonora cortical é afetada pela experiência auditiva e que treinamento auditivo foi capaz de aprimorar os potenciais evocados auditivos "P2", mesmo potencial que é identificado com maior presença em crianças e adultos com experiência musical.

## Discussão

Os estudos enquadrados no eixo 1, *Lateralidade e Aprendizagem*, refletem a relevância da discussão da lateralidade no campo educacional devido à sua influência direta sobre o desenvolvimento de processos cognitivos. É possível perceber que grande parte dos estudos deste eixo versam sobre relações entre lateralidade física e lateralidade cerebral, mais especificamente sobre funções cognitivas associadas à linguagem. Por esta razão, as dinâmicas entre as lateralidades interna e externa sustentam discussões sobre relações ou não entre lateralidade não-destra e déficits de aprendizagem. Diante dos resultados obtidos com os estudos enquadrados no eixo 1, acreditamos que quadros de lateralidade atípica não são, via de regra, preditores de dificuldades de aprendizagem, porém, podem constituir fatores de risco ao desenvolvimento de tais quadros.

Dados interessantes de uma revisão publicada em 2013 e incluída também no eixo 1 (Bishop, 2013) revelam que a lateralização funcional cerebral atípica pode ser um fator de risco que interage ou influencia outros fatores de risco associados a quadros de comprometimento de linguagem e alfabetização. Em diálogo com esta constatação outro estudo do mesmo eixo, de Hodigson et al. (2016), demonstrou que crianças com lateralização atípica da fala apresentaram maiores diferenças de desempenho entre as mãos, o que nos sugere que ações associadas a controle motor fino e linguagem compartilham circuitos neurais que

se desenvolvem paralelamente para a preferência manual e preferência hemisférica para a linguagem.

Estas considerações justificam a relevância da reflexão acerca da lateralidade para o campo educacional e abrem espaço à contribuição específica da música para este contexto, uma vez que, ainda no eixo 1, um dos estudos apontou que o treino motor bimanual derivado da prática musical aumenta a conectividade inter-hemisférica tanto funcionalmente quanto anatomicamente (espessura do corpo caloso ampliada), promovendo maior simetria de eficiência funcional entre os hemisférios. Sendo assim, a música e os treinos bilaterais que dela decorrem não são apenas exercícios que contribuem exclusivamente com habilidades musicais e motoras, mas que interferem diretamente em questões cognitivas por meio de aspectos como treino auditivo, memória, treino motor e exercício às lateralidades interna e externa (Takeuchi et al., 2012).

Com alguns dos principais resultados encontrados na revisão de estudos do eixo 2, *Lateralidade e Música*, identificamos diálogos com os resultados obtidos do eixo 1 a respeito de padrões atípicos de lateralização funcional e suas possíveis consequências em quadros de comprometimento do desenvolvimento da linguagem e alfabetização. Aqui, o valor do uso da música enquanto ferramenta de exercício à lateralidade se afirma mais uma vez, na medida em que resultados apontam para a influência do treino musical para a ativação e integração de áreas especificamente associadas à linguagem, como área de Wernicke e outras regiões do hemisfério esquerdo, para processamento musical (Carpentier et al., 2016; Koelsch et al., 2002; Tallal & Gaab, 2006; Besson, 2007; Zhang, 2017).

Neste sentido, é possível estabelecer uma ponte direta com o eixo 3, *Música e aprendizagem*, que além de englobar inúmeros artigos que ressaltam dados sobre as contribuições do estudo musical para o contexto escolar e desempenho cognitivo, também destaca as contribuições específicas da música para os mecanismos e circuitos neuronais responsáveis pelo processamento e produção da linguagem (Barbaroux et al., 2019; Linnavalli et al., 2018; Nan et al., 2018).

Uma vez que o treino musical, além de potencializar e maximizar habilidades cognitivas contribui para um desenvolvimento pleno da lateralidade, esta pode ser considerada uma poderosa ferramenta ao contexto escolar com vistas à ampliação das potencialidades cognitivas das crianças e prevenção de possíveis complicações nos processos de aprendizagem vinculadas a perfis atípicos de lateralidade.

### Considerações finais

A revisão permitiu constatar que já existe grande bibliografia a respeito das relações entre música e aprendizagem (53% dos estudos coleta-

dos) seguida por uma bibliografia relevante sobre relações entre lateralidade e aprendizagem (30%) em contraste com uma produção menor de estudos que versam sobre a lateralidade e a música (17%). Não foram encontrados estudos que buscassem explorar conexões entre os três assuntos principais, música, lateralidade e aprendizagem, que dão título a esta pesquisa.

Tendo em vista a ausência de estudos sobre estes diálogos e as relações levantadas na discussão, é possível inferir que o diálogo proposto pela presente revisão tem grande importância para o contexto educacional na medida em que promove a conscientização acerca de possíveis relações de impacto entre lateralidade e performance em processos de aprendizagem, principalmente os que se referem ao processo de alfabetização. A discussão dos resultados também desenha uma perspectiva de prevenção com o uso da música enquanto ferramenta de apoio simultâneo à construção da lateralidade e ao desenvolvimento de habilidades cognitivas associadas principalmente à linguagem através, por exemplo, do exercício da memória e do treino auditivo, que auxilia processos de aquisição da linguagem verbal (Flaugnacco, 2015; Barbaroux et al., 2019; Koelsch et al., 2002).

Como mencionado na discussão, é válido destacar novamente que a partir dos materiais revisados, identificamos como justificável o estudo específico sobre os diálogos entre música, lateralidade e aprendizagem e que este diálogo resulta na possibilidade de utilização sistemática da música no campo educacional enquanto ferramenta de auxílio à construção da lateralidade infantil e apoio ao desenvolvimento cognitivo com vistas à prevenção de possíveis quadros de déficits de aprendizagem vinculados a quadros atípicos de lateralidade.

Uma vez que não foram encontrados artigos que abordassem diálogos entre os três tópicos, música, lateralidade e aprendizagem, propostos pela presente revisão, é sugerido que estudos futuros aprofundem a questão, inclusive através de metodologias experimentais que busquem comprovar os benefícios da sistematização musical com fins ao exercício da lateralidade, treino auditivo e memória no contexto da Educação Infantil e primeiros anos do Ensino Fundamental.

## Referências

- Assis, A., Abreu, N., Prinz, M. C. C., Argollo, N., & Miranda, T. (2016). Comparação de desempenho entre destros e canhotos em uma amostra brasileira da "A developmental neuropsychological assessment." *Estud. psicol.*, 33(2), 283–291.
- Barbaroux, M., Dittinger, E., & Besson, M. (2019). Music training with Démos program positively influences cognitive functions in children from low socioeconomic backgrounds. *PLoS One*, 14(5), e0216874.

- Besson, M., Schön, D., Moreno, S., Santos, A., & Magne, C. (2007). Influence of musical expertise and musical training on pitch processing in music and language. *Restor Neurol Neurosci.*, 25(3-4), 399–410.
- Bishop, D. V. M. (2013). Cerebral asymmetry and language development: Cause, correlate or consequence? *Science*, 340(6138), 1230531.
- Book Review. (1992). *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, Section A, 45(2), 345–348.
- Carpentier, S. M., Moreno, S., & McIntosh, A. R. (2016). Short-term music training enhances complex, distributed neural communication during music and linguistic tasks. *J Cogn Neurosci.*, 28(10), 1603–1612.
- De Meur, A., & Staes, L. (1984). *Psicomotricidade: Educação e reeducação*. Rio de Janeiro: Manole.
- Flaugnacco, E., Lopez, L., Terribili, C., Montico, M., Zoia, S., & Schön, D. (2015). Music training increases phonological awareness and reading skills in developmental dyslexia: A randomized control trial. *PLoS one*, 10(9), e0138715.
- Francks, C., Fisher, S. E., MacPhie, I. L., Richardson, A. J., Marlow, A. J., Stein, J. F., & Monaco, A. P. (2002). A genomewide linkage screen for relative hand skill in sibling pairs. *Am J Hum Genet.*, 70, 800–805.
- Francks, C., Fisher, S. E., Marlow, A. J., MacPhie, L., Taylor, K. E., Richardson, A. J., Stein, J. F., & Monaco, A. P. (2003). Familial and genetic effects on motor coordination, laterality, and reading-related cognition. *Am J Psychiatry*, 160(11), 185.
- Gordon, R. L., Jacobs, M. S., Schuele, C. M., McAuley, J. D. (2015). Perspectives on the rhythm-grammar link and its implications for typical and atypical language development. *Ann N Y Acad Sci.*, 1337, 16–25.
- Groussard, M., La Joie, R., Rauchs, G., Landeau, B., Chételat, G., Viader, F., Desgranges, B., Eustache, F., & Platel, H. (2010). When music and long-term memory interact: Effects of musical expertise on functional and structural plasticity in the hippocampus. *PLoS One*, 5(10), e13225.
- Herdener, M., Esposito, F., di Salle, F., Boller, C., Hilti, C. C., Habermeyer, B., Scheffler, K., Wetzel, S., Seifritz, E., & Cattapan-Ludewig, K. (2010). Musical training induces functional plasticity in human hippocampus. *J Neurosci.*, 30(4), 1377–1384.
- Herholz, S. C., & Zatorre, R. J. (2012). Musical training as a framework for brain plasticity: behavior, function, and structure. *Neuron*, 76(3), 486–502.
- Hertz, R. (1980). A preeminência da mão direita: Um estudo sobre a polaridade religiosa. *Religião e Sociedade*, 6, 99–123.
- Hodigson, J. C., Hirst, R. J., & Hudson, J. M. (2016). Hemispheric speech lateralisation in the developing brain is related to motor praxis ability. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 22, 9–17.
- Huber, M., Telser, S., Falk, M., Böhm, A., Hackenberg, B., Schwitzer, J., & Hinterhuber, H. (2005). Information transmission defect identified and localized in language learning impaired children by means of electrophysiology. *Cortex*, 41, 464–470.
- Koelsch, S., Gunter, T. C., Cramon, D. Y., Zysset, S., Lohmann, G., & Friederici, A. D. (2002). Bach speaks: A cortical "language-network" serves the processing of music. *Neuroimage*, 17(2), 956–966.
- Kraus, N., & White-Schwoch, T. (2017). Neurobiology of everyday communication: What have we learned from music? *Neuroscientist*, 3(3), 287–298.
- Laland, K. N., Kumm, J., Horn, J. D. V., & Feldman, M. W. (1995). A gene-culture model of human handedness. *Behavior Genetics*, 25(5), 433–445.
- Linnavalli, T., Putkinen, V., Lipsanen, J., Huotilainen, M., & Tervaniemi, M. (2018). Music playschool enhances children's linguistic skills. *Scientific Reports*, 8(1), 8767.
- Loureiro, C. M. V. (2009). *Efeitos da musicoterapia na qualidade de vida visual de portadores de neurite óptica desmielinizante*. [Tese de Doutorado não publicada]. Universidade Federal de Minas Gerais.

- Lucena, N. M. G., Soares, D. A., Soares, L. M. M. M., Aragão, P. O. R., & Ravagni, E. (2010). Lateralidade manual, ocular e dos membros inferiores e sua relação com déficit de organização espacial em escolares. *Estud. psicol.*, 27(1).
- Machado, A. B. M., & Haertel, L. M. (2014). *Neuroanatomia funcional*. 3. Ed. Editora Atheneu.
- Moreno, S., & Bidelman, G. M. (2014). Examining neural plasticity and cognitive benefit through the unique lens of musical training. *Hear Res.*, 308, 84–97.
- Murphy-Ruiz, P. C., Peñaloza-López, Y. R., García-Predoza, F., & Poblano, A. (2013). Right cerebral hemisphere and central auditory processing in children with developmental dyslexia. *Arq Neuropsiquiatr.*, 71(11), 883–889.
- Nan, Y., Liu, L., Geiser, E., Shu, H., Gong, C. C., Dong, Q., Gabrieli, J. D. E., & Desimone, R. (2018). Piano training enhances the neural processing of pitch and improves speech perception in Mandarin-speaking children. *PNAS.*, 115(28), E6630-E6639.
- Pantev, C., & Herholz, S. C. (2011). Plasticity of the human auditory cortex related to musical training. *Neurosci Biobehav Rev.*, 35(10), 2140–2154.
- Pogetti, L. S., Souza, R. M., Tudella, E., & Teixeira, L. A. (2013). Visibilidade dos braços afeta a preferência manual em bebês. *Motriz: Rev. Educ. Fis.* 19(1).
- Rosa Neto, F., Xavier, R. F. C., Santos, A. P. M., Amaro, K. N., Florêncio, R., & Poeta, L. S. (2013). A lateralidade cruzada e o desempenho da leitura e escrita em escolares. *Rev. CEFAC.*, 15(4), 864–872.
- Schlaug, G. (2015). Musicians and music making as a model for the study of brain plasticity. *Prog Brain Res.*, 217, 37–55.
- Souza, R. M., & Teixeira, L. A. (2011). Sobre a relação entre filogenia e ontogenia no desenvolvimento da lateralidade na infância. *Psicologia: Reflexão e crítica*, 24(1), 62–70.
- Souza, R. M., Tudella, E., & Teixeira, L. A. (2011). Preferência manual na ação de alcançar em bebês em função da localização espacial do alvo. *Psicol. Reflex. Crit.*, 24(2).
- Springer, S. P., & Deutsch, G. (1998). *Cérebro esquerdo, cérebro direito*. Summus.
- Takeuchi, N., Oouchida, Y., & Izumi, S.-I. (2012). Motor control and neural plasticity through interhemispheric interactions. *Neural Plasticity*, 6, 823285.
- Tallal, P., & Gaab, N. (2006). Dynamic auditory processing, musical experience and language development. *Trends Neurosci.*, 29(7), 382–390.
- Zhang, Y., Chen, G., Wen, H., Lu, K. H., & Liu, Z. (2017). Musical imagery involves Wernicke's Area in bilateral and anti-correlated network interactions in musicians. *Sci Rep.*, Dec., 7(1).