

Análise de dois estudos sobre neurônio espelho e prática/aprendizagem musical

Deyse Dayane Schultz, UFPR

Rosane Cardoso de Araújo, UFPR.

Resumo

Na reflexão sobre o a interdisciplinaridade que cerca a educação musical, os avanços da neurociência tem ocupado lugar de destaque. Porém, a relação da música com uma classe de neurônios, denominada de neurônio espelho, é ainda recente. Eles foram descobertos pela equipe de Giacomo Rizzolatti da Universidade de Parma (Itália), inicialmente em macacos e depois em humanos. Atualmente, sabe-se que esses neurônios podem disparar pela execução ou observação de uma ação realizada por outro, ou simplesmente pela imaginação de uma ação. Permite também que o observador/ouvinte aprenda por imitação e sinta empatia e – provavelmente - também é um dos elementos fundamentais da capacidade de comunicação humana. Este artigo apresenta uma revisão de dois estudos publicados acerca da relação entre música e neurônio espelho. Balthazar e Freire (2012) são pesquisadores brasileiros e realizaram uma pesquisa com clarinetistas em fase inicial de aprendizagem. Os autores buscaram descobrir a importância desses neurônios na aprendizagem por imitação e qual o meio de interação mais utilizado durante o processo imitativo, se a interação visual ou a auditiva e os resultados mostraram que a interação mais recorrente é a visual. Addressi (2012) realizou estudos sobre o Paradigma da Interação Reflexiva e a música, por meio de um software denominado de Sistema Musical Interativo Reflexivo, a autora buscou criar uma pedagogia da interação reflexiva, com o intuito de desenvolver a criatividade musical das crianças, habilidade proporcionada pelo diálogo imitativo entre o polo humano e o tecnológico. Os resultados desses dois estudos, portanto, trazem implicações para área da educação musical e cognição, pois evidenciam o potencial deste referencial da neurociência para a compreensão de processos de aprendizagem da música.

Palavras-Chave: neurônio espelho; educação musical; prática musical.

Os neurônios-espelho irão fazer pela psicologia o que o DNA fez pela biologia, essa máxima defendida pelo neurocientista indiano Vilayanur S. Ramachandran, da Universidade da Califórnia de San Diego, ilustra a importância dessa classe de neurônios descoberta em meados de 1990. O complexo sistema de neurônios chamado de Sistema de Neurônio Espelho humano vem sendo alvo de estudos e pesquisas desde sua descoberta em macacos, por ser uma classe neural responsável por habilidades muito complexas e essenciais para o desenvolvimento humano, como a empatia, imitação, aprendizagem por imitação, codificação das ações motoras, bem como a atribuição de intenção as ações (Rizzolatti & Craighero, 2004; Rizzolatti & Craighero & Fadiga, 2002; Molnar-Szakacs & Overy, 2006).

Neste artigo o objetivo geral é analisar os estudos de Balthazar e Freire (2012) e Anna Rita Addressi (2012) sobre o neurônio espelho e sua atuação em processos educacionais em música. Busca-se com este estudo provocar em profissionais da educação musical a

curiosidade em nutrir a ligação entre música e as neurociências, neste caso através dos conhecimentos sobre os neurônios espelho; pois refletir sobre o processo de ensino/aprendizagem tendo como suporte resultados de pesquisas que forneçam evidências confiáveis de processos cognitivos relacionados à educação, são de fundamental importância para o professor e para todo indivíduo ligado a educação e é aí que reside a importância deste trabalho.

Os neurônios espelho

Os pesquisadores Giacomo Rizzolatti, Vittorio Gallese e Leonardo Fogassi no ano de 1996 durante uma pesquisa com macacos da raça *rhesus*, foram surpreendidos pela descoberta de uma nova classe de neurônios. Os neurônios são células nervosas polarizadas de maior importância no sistema nervoso, pois são as responsáveis pela transferência de informações. Tal equipe realizava estudos sobre as funções motoras de macacos e, portanto, dispunham de eletrodos sobre as regiões cerebrais responsáveis pelo movimento no primata. Em um dos testes, essas regiões apresentaram uma ativação neural incomum, pois ela ocorreu apenas pela observação de uma ação realizada por outro indivíduo que não o próprio macaco, isto é, o sistema espelho do *rhesus* decodificou a ação observada como sendo dele mesmo (Mendes & Cardoso & Sacomori, 2008; Schultz & Araújo, 2015). *A priori* o sistema de neurônios espelho foi encontrado no que os pesquisadores chamaram de área F5 e área PF do cérebro do macaco (Gallese & Stamenov, 2002; Rizzolatti & Craighero, 2004). Posteriormente, ao perceberem a complexidade de tais neurônios, os pesquisadores encontraram um sistema homólogo no cérebro humano, esse, possuidor de habilidades extremamente mais elaboradas se comparada ao do primata não humano.

De acordo com Rizzolatti e Craighero (2004) o sistema espelho no cérebro humano está disperso em diversos pontos dos lobos parietal e frontal (Lameira & Gawryszewski & Pereira Júnior, 2006; Molnar-Szakacs & Overy, 2006). Segundo Schultz e Araújo (2015) as principais funções do sistema de neurônio espelho do cérebro humano são:

A) Permitir ao observador compreender a ação e a intenção por detrás das ações realizadas por outros indivíduos, por meio do espelhamento do ambiente em seu próprio cérebro e pelo recrutamento de suas funções motoras. B) Desenvolver a empatia, habilidade cognitiva de alta complexidade que se refere à compreensão das emoções e dos sentimentos do outro. C) Desenvolver a habilidade de comunicação, embora ainda não seja um enunciado comprovado, há grandes probabilidades de que o sistema de neurônio espelho seja parte de uma estrutura complexa que permitiu ao humano se comunicar. D) Capacitar o ser humano (e algumas outras espécies animais) a aprender por imitação. (p.80)

O neurônio espelho é ativado quando se observa uma ação, quando se escuta um som que remete a alguma ação¹ (Lameira & Gawryszewski & Pereira Júnior, 2006), ou quando se executa uma ação. De acordo com Gallese (2009) “a observação da ação causa no observador a ativação automática do mesmo mecanismo neural evocado pela execução da ação”² (p. 520, tradução das autoras), isso significa que as regiões cerebrais responsáveis pelo movimento que caracteriza determinada ação são ativadas durante a observação e acabam por excitar a musculatura correspondente (Schultz & Araújo, 2015). Quando simplesmente se imagina essa mesma ação ocorre igualmente a ativação cortical, mas o movimento é inibido, isso é, ocorre somente uma simulação mental da ação (Gallese, 2009).

Essas descobertas da neurociência têm garantido o mapeamento de funções cerebrais de fundamental importância para a aprendizagem, como é o caso da imitação. O fato dos neurônios espelho simularem mentalmente toda ação observada (Rizzolatti & Craighero & Fadiga, 2002) garante que o observador possa “gravar” no seu repertório de ações, novas ações (Rizzolatti & Craighero & Fadiga, 2002). A imitação nada mais é do que a representação mental de uma ação percebida visual ou auditivamente (Schultz & Araújo, 2015; Leal-toledo, 2010) e que permite que um indivíduo aprenda com o outro.

Segundo Gallese (2009) os neurônios espelhos são cruciais para a identificação social entre as pessoas. O fato do ser humano criar vínculos sociais se deve ao intermédio dos neurônios espelho, pois eles produzem a sensação de conectividade entre os indivíduos, chamada de empatia. Acredita-se também que os neurônios espelho também sejam o substrato neural da capacidade humana de se comunicar (Rizzolatti & Craighero, 2002), pois dentre os diversos indícios, pode-se citar: a necessidade de compreensão dos gestos manuais, bucais ou faciais usados na linguagem e a função de destaque da imitação durante, principalmente, a fase de aprendizagem da fala (Billard & Arbib, 2002), mesmo porque há neurônios espelho sobre a área de broca aquela responsável pela linguagem (Rizzolatti & Craighero, 2004)

O estudo de Balthazar e Freire

De acordo com Balthazar e Freire (2012) a imitação é um elemento de suma importância para a aprendizagem musical, seja pelo fato de o aluno imitar gestos, posições, “formas” ou texturas e timbres durante sua prática musical. Seu estudo teve como objetivo observar a atuação dos neurônios espelho durante uma prática instrumental dentro de um

¹ Chamados de neurônios audiovisuais.

² Action observation causes in the observer the automatic activation of the same neural mechanism triggered by action execution

contexto de aprendizagem. Além disso, os autores buscaram descobrir a importância da imitação nesse contexto e conseqüentemente, a importância dos neurônios espelho, os mediadores do processo imitativo em seres humanos. A metodologia utilizada foi subdividida em quatro partes: revisão de literatura, testes, análise de dados e considerações finais.

O estudo foi realizado com quatro clarinetistas em fase inicial de aprendizagem. Nos testes, eles interagiam com um indivíduo “espelho”, de modo que essa interação poderia ser visual ou auditiva. A interação visual tinha um forte caráter motor, cujos movimentos e posicionamento de mãos ou boca poderiam ser imitados. No contexto da interação auditiva poderia se imitar apenas o som (em todas as suas nuances). A ação simultânea (ou imitação em tempo real) ocorria em ambas as interações. O teste aconteceu de duas formas: primeiramente o indivíduo espelho e o aluno tocavam juntos uma música conhecida e em diversas tonalidades, nesse caso tendo contato visual. Em um segundo momento o professor espelho ficava de costas para o sujeito da pesquisa, obrigando-o a recorrer apenas a interação auditiva.

Os resultados foram analisados após a realização do teste por meio de áudio e vídeo. Eles mostraram que os instrumentistas principiantes tendiam a imitar muito mais através da interação visual em que eles poderiam recorrer ao espelhamento motor e a padrões visuais já conhecidos. Segundo os autores, trata-se de “um momento em que há a dependência maior de um modelo a ser observado e espelhado” (Balthazar & Freire, 2012, p.8). Balthazar e Freire (2012) ainda explicam que “para a interação auditiva, torna-se necessário um maior desenvolvimento de outros fatores, como o ouvido tonal, a técnica instrumental, que tornam o indivíduo mais livre e autônomo, mais independente e menos dependente de um modelo visual” (p. 7), habilidades essas desenvolvidas apenas por músicos mais experientes.

Os pesquisadores explicam que, no caso desses instrumentistas principiantes, “a interação auditiva existe também. Tratando-se de música não há como se desconsiderar a audição e o estímulo sonoro e as pesquisas apontaram para a sua existência em momentos da iniciação instrumental também, como na correção de afinação e adequação do timbre, respostas a estímulos auditivos” (Balthazar & Freire, 2012, p. 8). Boggio e Rocha chamam isso de *feedback*, segundo eles, está “relacionado à capacidade de realizar alterações no processo motor a partir da audição de estímulo sonoro. Um exemplo disso é o violinista que toca uma nota com afinação não muito precisa e consegue, a partir do resultado sonoro, realizar modificações nas posições dos dedos, alcançando, assim, um resultado preciso de afinação” (Zatorre & Chen & Penhume *apud* Boggio & Rocha, 2013, p. 134).

Este estudo de Balthazar e Freire comprova que a aprendizagem é facilitada quando há interação do aluno com algum indivíduo que atue como espelho, tanto em se tratando de instrumentistas iniciantes quanto de instrumentistas mais experientes. Diante disso, o que muda é a referência do que será imitado. Obviamente que o mais recorrente no processo de aprendizagem musical é a confluência dessas duas formas de interação imitativa. Esses apontamentos sugerem que ao tocar junto com o professor ou com um grupo de músicos os neurônios espelho do aluno o permitem realizar uma imitação simultânea, onde também “é possível utilizar as habilidades imitativas para aprender aspectos importantes da convivência em grupo, como liderança, ouvir, esperar ou simplesmente a convivência em grupo” (Balthazar & Freire, 2012, p.9).

Estudo de Anna Rita Addressi

Anna Rita Addressi (2012) é docente da Università di Bologna na Itália. Suas pesquisas vinculadas ao projeto MIROR³ (*Musical Interaction Relying On Reflexion*) propõem a criação de uma pedagogia da criatividade musical através da interação da criança com uma ferramenta tecnológica, neste caso, sob a luz dos conhecimentos acerca dos neurônios espelho. Addressi realizou estudos sobre o Paradigma da Interação Reflexiva baseados no sistema de neurônio espelho humano. Segundo a autora “durante uma interação reflexiva (IR de forma reduzida) o outro não imita exatamente o que o imitado está fazendo, mas sim imita seu estilo, neste caso seu estilo musical” (Addressi, 2012, p. 9, tradução das autoras)⁴. Em outras palavras, a relação criança/máquina propicia uma interação entre o indivíduo e uma cópia virtual de seu próprio estilo musical.

A interação desenvolvida a partir de um software de aprendizagem, referido como IRMS (do inglês *Interactive Reflexive Musical Perspective*), dá-se através de uma máquina, o *Continuator*. Ela imita o estilo musical da criança que interage com ela, propiciando um momento de constantes trocas. A pesquisa consiste num *input* de uma frase musical criada aleatoriamente pela criança em um teclado MIDI, que é então percebida pela máquina. Ao adaptar-se em tempo real, ela devolve uma resposta à criança, mas não somente imitando sua frase e sim seu estilo musical. Nesse mecanismo de repetição e variação, a resposta da máquina possui sempre alguma modificação que tende a criar um diálogo imitativo entre eles. Segundo ela:

³Mais informações em <http://www.mirrorproject.eu/>

⁴ During a reflexive interaction (RI in short) the other does not imitate exactly what the imitated is doing, but rather imitates her/his style, in our case her/his musical style.

O fenômeno da imitação é principalmente um fenômeno bidirecional, em que a imitação da criança pelo adulto desempenha um papel vital no desenvolvimento da criança. Neste campo de estudo, pesquisas da musicalidade infantil surgem como cada vez mais importantes, a ser oferecido como paradigmas que caracterizam o gene humano e a comunicação humana. (Addessi 2012, p.11, tradução das autoras) ⁵

Ao tratar dos neurônios espelho em sua pesquisa sobre a Interação reflexiva, Addessi fala sobre o conceito de mecanismo de ressonância utilizado por Leman⁶, que se refere a uma representação mental instantânea de atos motores observados. Essa ação é inconsciente e não necessariamente resulta em uma ação motora no observador, mas serve de base para o processo de imitação. De acordo com palavras da própria autora “a RI estimularia um ‘mecanismo de ressonância’ na interação da criança com uma IRMS. Essa ressonância teria uma base neural no sistema de neurônio espelho. Porque o sistema espelho está fundamentado na ação, conseqüentemente, a RI estaria baseada em áreas motoras do cérebro” (Addessi, 2012, p.14, tradução das autoras) ⁷. Além disso, “a descoberta do sistema de neurônio espelho e a neurociência estão abrindo novas perspectivas nesses mecanismos básicos do funcionamento humano, que intercepta áreas previamente pensadas para ser opostas, como as da cultura e cognição” (Addessi, 2012, p.15, tradução das autoras) ⁸.

A IRMS é um dispositivo que poderia servir de ferramenta pedagógica no ensino da improvisação musical e da criatividade musical em crianças. A imitação é um fator de grande importância nessa pedagogia de cunho tecnológico. O que a difere de outras é que a imitação não funciona no sentido de aprender imitando, mas sim pelo caminho oposto. Segundo Addessi (2012) “afirmamos que o IRMS pode representar um aplicativo novo e original da aprendizagem assistida por tecnologias. A aprendizagem “reflexiva” não é uma aprendizagem por imitação, pelo contrario, durante a RI o mecanismo de aprendizado é ativado pela experiência de “ser imitado” (p.16, tradução das autoras)⁹

Considerações finais

A educação musical por meio do processo imitativo já foi muito discutida por diversos educadores que perceberam pela prática docente diária, os bons resultados obtidos por uma educação que se leva em conta o aprender pela observação e pela experiência. Essas ideias se interceptam com os recentes estudos da neurociência sobre os neurônios espelho que

⁵ The phenomenon of imitation is mainly a bidirectional phenomenon, in which the imitation of the child by the adult plays a vital role in child development. In this field of study, research on infant musicality have emerged as increasingly important, to be offered as paradigms that characterise the human gene and human communication

⁶ Marc Leman: autor da área da criatividade.

⁷ The RI would stimulate a “resonance mechanism” in the child interacting with an IRMS. This resonance would have a neural basis in the mirror neurons system. Because the mirror system is grounded on the action, subsequently, the RI would be grounded in motor areas of the brain

⁸ The discovery of mirror neuron system and the neuroscience are opening new perspectives on these basic mechanisms of human functioning, which intersect areas previously thought to be oppositional, such as that of culture and cognition

⁹ We affirm that the IRMS can represent a new and original application of technology-enhanced learning. The “reflexive” learning is not a learning by imitation, on the contrary during the RI the learning mechanism is activated by the experience “to be imitated.

começam a “comprovar” práticas pedagógicas de grande prestígio e a trazer à tona outras, como a desenvolvida por Addressi (2012). Além disso, pode-se observar através da pesquisa de Balthazar e Freire (2012) que os conhecimentos sobre os neurônios espelho são de grande auxílio para desenvolver formas de ensinar ou de compreender processos de aprendizagem. A teoria do sistema espelho é apenas um dos suportes que a neurociência pode dar a educação musical e embora a imitação tenha sido amplamente discutida pelos autores, há outras funções importantes como a empatia, as relações sociais, o movimento, dentre outros que precisam de mais atenção. Portanto, espera-se que este artigo possa servir como um pontapé inicial de pesquisas interdisciplinares futuras.

Referências

Addressi, Anna Rita. “From Eco to the Mirror Neurons: Founding a Systematic Perspective of the Reflexive Interaction Paradigm.” Conference on Music Perception and Cognition and Triennial Conference of the European Society for the Cognitive Sciences of Music. July 2012: 9-19.

Balthazar, Laura Udihara, and Ricardo dourado Freire. “A observação dos neurônios-espelho na performance musical: possibilidades de auxílio na iniciação musical instrumental.” *Anais do 8º Simpósio de Comunicação e Artes Musicais*. 2012: p. 3-10.

Billard, Aude and Michael Arbib “Mirror neurons and the neural basis for learning by imitation: Computational modeling” *Mirror neurons and the evolution of brain and language*. 2002: p.343-352

Gallese, Vittorio. “Mirror Neurons, Embodied Simulation, and the Neural Basis of Social Identification”. 2009: p. 519-136.

Gallese, Vittorio, and Maxim I. Stamenov. *Mirror neurons and the evolution of brain and language*. Vol 42. Amsterdam: John Benjamins Publishing Company, 2002.

Lameira, Allan Pablo, Luiz de Gonzaga Gawryszewski, e Antônio Pereira Jr. “Neurônios Espelho. Scielo Brazil Scientific Library Online. 2006. Web, 29. Nov.2015 <<http://www.scielo.br/pdf/pusp/v17n4/v17n4a07>>

Leal-Toledo, Gustavo. “Neurônios espelho e o representacionalismo”. *Rev. Filos Aurora*. Vol 22, n. 30 jan./jun. 2010: p. 179-194.

Rocha, Viviane Cristina da, e Paulo Sergio Boggio “A musica por uma optica neurocientifica”. *Per Musi*. 2013: p.132-140.

Mendes, Aline Kneper, Fernando Luis Cardoso, e Cinara Sacomori. “Neurônios-espelho” *Neurociências Rev. Multidisciplinar das Ciências do Cérebro*. março/abril 2008: p. 93- 99.

Molnar-Szackacs, Istivan, and Katie Overy. “Music and mirror neurons: from motion to e’motion” *Social Cognitive and Affective Neuroscience*. Vol.I. 2006: p. 234-241.

Rizzoatti, Giacomo, and Leila Craighero. “The mirror-neuron system”. *Annual Review of Neuroscience*, v. 27. 2004: p. 169-192.

Rizzolatti, Giacomo, Leila Craighero, and Leonardo Fadiga. "The mirror system in humans" *Mirror neurons and the evolution of brain and language*. Amsterdam: John Benjamins Publishing Company .2002: p. 37-59

Schutz, Deyse Dayane e Rosane Cardoso de Araujo. "Reflexões sobre o estudo dos neuronios espelho e a aprendizagem musical". *Percepta- revista de cognição musical*. jul/dez 2015: p. 77-92