

Paradigma Neurocientífico na Pesquisa sobre necessidades complexas de Ensino em Música - Ensaio teórico

Cristiano Figueiró (UFBA)

figocris@gmail.com

Ana Clara Bonini-Rocha (PUC-RS)

anabonini@via-rs.net

Resumo : O presente artigo é um ensaio teórico que pretende abordar uma questão emergente nas últimas décadas: a análise e compreensão do comportamento do sistema nervoso durante o processo de aprendizado musical. Essa questão não pretende concorrer com as outras questões da área de pesquisa em ensino, mas instrumentalizar o músico-educador com aspectos relevantes da neurociência cognitiva aplicada ao ensino da prática musical. O objetivo é contribuir com estratégias de ensino-aprendizagem de habilidades nas áreas envolvidas com o comportamento musical. Professores seriam beneficiados se desenvolvessem capacidades e adquirissem competência para manipular instrumentos metodológicos de coleta e análise de dados, utilizados para avaliar qualitativa e quantitativamente um evento musical. Conhecendo a base neurofisiológica do comportamento motor ensinado, os músicos, nas diversas áreas do seu fazer - educação musical, musicoterapia e composição - poderiam relacioná-la às dificuldades encontradas durante o processo de ensino-aprendizagem, melhorando a compreensão sobre sua prática e demandas profissionais e acadêmicas.

1. Fundamentação teórica

Quando pensamos nas questões relativas a problemática do ensino de música, logo nos remetemos às questões como métodos de musicalização de diversas formas, teorias e modelos pedagógicos de diferentes vertentes filosóficas, novas abordagens do ensino de leitura musical e a utilização de novas tecnologias para como auxiliar no seu ensino.

Através de uma ampla revisão de literatura selecionamos autores que abordam essa temática, sustentam nossas idéias e sugerem ações para darem base aos nossos pensamentos e escolhas metodológicas em futuras pesquisas experimentais.

Nos parece que o mundo acadêmico está desejando e recorrendo à ciência cognitiva para adquirir uma compreensão sempre maior de como a mente funciona [24], colocando a natureza humana como o centro de qualquer compreensão das artes por, no mínimo, duas razões. Uma é que o verdadeiro meio de comunicação dos artistas, independentemente de seu gênero, são representações mentais. No nosso caso, o ato musical, porque desencadeia uma cascata de eventos neurais que começa com os órgãos dos sentidos e culmina em pensamentos, emoções, lembranças e movimentos. As neurociência cognitiva utiliza instrumentos para mapear essa capacidade cognitiva, oferecendo informações a quem quiser entender como os artistas conseguem seus efeitos. A psicoacústica e a linguística podem enriquecer o mundo da música [18].

A atividade sonora parece que toma emprestado uma parte do software mental empregado na linguagem e constrói a música a partir de um estoque de notas e um conjunto de regras que arranjam as notas, em sequências, e as organizam em estruturas hierárquicas, todas sobrepostas à mesma série de notas. Criar uma composição musical significa montar essas estruturas mentais [17]. Executar uma composição musical envolve, necessariamente, a vivência de percepções sonoras que resultarão naquilo que o músico fará [3].

Atualmente, sabe-se que a prática de habilidades motoras recruta atividade de neurônios e células gliais adicionais para alcançar a destreza e velocidade necessárias ao desempenho desejado [6]. Durante o processo de aprendizagem de uma habilidade o sistema nervoso é capaz de alterar suas conexões, acrescentando novos circuitos a um circuito inato ou de complexidade menor, de fazer comparação com um ou mais padrões, acionar algum outro circuito, ou executar outras operações lógicas e matemáticas elementares que afetam a rapidez e a facilidade de desempenho motor. As células nervosas sinalizam entre si

padrões de informações modulatórias adquiridas durante a atividade e a experiência vivenciadas [25].

Padrões são considerados drivers humanos. Adaptar-se ao ambiente utilizando padrões organizados por elevados centros cognitivos é permitir que o cérebro extraia do ambiente os diferentes padrões e agrupe-os em estruturas musicais que emergem, se reagrupam, se repetem, e se "sobrepõem" uma as outras de diferentes maneiras [11]. Ações repetitivas deliberadas podem alcançar padrões ótimos de ritmo determinados pelas resistências do corpo e pelas ferramentas escolhidas ou superfícies de que se trabalha. Padrões musculares rítmicos constantes é um modo ótimo de marcar o tempo dos movimentos. Para acompanhar um ritmo musical, a coordenação e o controle muscular envolve sequências de tensão e relaxamento, rápidas ou lentas, de posturas eretas ou curvadas, expressadas nas mais variadas formas. O corpo que acompanha a música cria e recria componentes emocionais e motivacionais do comportamento motor [17].

A Chunk Theory está fundamentada na observação da diferença de comportamento entre amadores e experts nos campos das artes, esportes e pensamento lógico. Suas principais contribuições para a área da Música são a importância da percepção no aprender, o custo da aprendizagem, o significado de segmentar e ordenar material instrucional, a variabilidade de material instrucional ao adquirir esquematizações, e a importância de levar diferenças individuais em conta [9].

Assim, o nível de habilidade aprendida influencia na resposta neurofisiológica e vice-versa. O indivíduo iniciante pode investir um esforço mental consideravelmente grande durante o desempenho de uma tarefa, de acordo com a dificuldade que ele encontra para realizá-la, e suas reatividades neurofisiológicas serão altas se comparadas às respostas de um indivíduo experto [5].

Aos olhos dos que estudam o comportamento motor humano, o desenvolvimento da coordenação e seu controle acompanham o processo de aprendizagem. Todo o sistema nervoso tem inteligência para aprender um evento motor, cada parte com seu grau específico de complexidade, memorizando o que vivenciou e se auto-organizando.

O processamento das informações que chegam do ambiente externo e interno do corpo, o armazenamento de memórias a longo prazo e a capacidade de sincronização entre várias áreas do sistema nervoso, pela prática deliberada de uma determinada tarefa deliberada, modificam os padrões de coordenação e de controle motor do sistema músculo-esquelético.

Atualmente, as ciências de estudo do sistema nervoso utilizam o Eletroencefalograma e a Ressonância Magnética Funcional de Imagem, dentre outros instrumentos, para medir parâmetros de estado da atividade elétrica gerada pelas células nervosas e a atividade metabólica no encéfalo vivo. Os estudos com seres humanos mostram que o treinamento de determinadas tarefas leva a alterações na estrutura micro-anatômica, onde áreas específicas do encéfalo aumentam de volume ou alteram-se em frequência e amplitude de ondas encefálicas durante um aprendizado motor sequencial [4,7,8,10,21].

Estudos mostram que, após um treino prolongado de uma determinada sequência motora com os dedos das mãos, foi alcançada uma velocidade duas vezes maior para o desempenho da tarefa [25]. A área do córtex cerebral motor que era ativada antes da prática deliberada se tornou maior em relação ao seu volume inicial. Isso persistiu por muitas semanas enquanto se manteve a capacidade de realizar a tarefa com uma velocidade maior. Nos estágios iniciais, as áreas do encéfalo envolvidas na atenção e na percepção consciente foram necessárias, como o córtex pré-frontal e o córtex parietal, mas se tornaram menos ativadas na medida que o processo de aprendizado prosseguiu. Após os participantes exercitarem a habilidade, o córtex motor primário e córtex motor suplementar passaram a atuar de forma marcada juntamente com o núcleo caudado e o putâmen. Tudo indica que seja do circuito entre tais núcleos da base, o cerebelo e o córtex cerebral, que se estabeleça o controle antecipatório dos movimentos, organizado durante o planejamento do ato motor, e que permite a execução do comportamento habilidoso. Cerebelo e núcleos da base são descritos como estruturas controladoras dos movimentos habilidosos assessorando o córtex motor, orientando o seu comando à medula espinhal mesmo não possuindo acesso direto sobre os motoneurônios espinhais [12,14]. As duas estruturas apresentam em comum um circuito básico de retroação recebida de extensas regiões do córtex cerebral que se projeta de volta ao córtex motor via tálamo. Por isso participam diretamente da preparação e do controle das combinações dos múltiplos movimentos que são executados ao mesmo tempo e em sequência [25].

De fato, há muito tempo os experimentos indicam que um evento motor pode envolver córtex motor primário, área pré-motora, área motora suplementar, cerebelo e núcleos da base. Porém, é muito atual pensar que atributos simples e complexos do movimento voluntário têm representação em várias regiões do encéfalo que utilizam códigos neuronais para diferentes fatores biomecânicos dos movimentos, como ocorre quando os vetores cinemáticos combinam direção, amplitude e velocidade dos segmentos corporais [15].

Alguns movimentos sequenciais são aprendidos sem grande participação consciente de toda a base neurofisiológica necessária, embasados por mecanismos neuromotores inatos projetados para facilitar o aprendizado [19]. Assim, a informação fica sendo uma correlação entre duas propriedades características, a inata e a passível de ser aprendida, codificada pelo processamento de informações do sistema nervoso. Esse processamento mostra que o sistema é moldável, não somente pela sua morfologia, mas pelo que suas partes representam quando processam informações de maneira não-linear e em paralelo, organizando seus constituintes estruturais em programas ou montagens [17].

No nosso caso, os objetivos do estudo da neurociência está em contribuir para pensar maneiras de extrair dados da realidade que nos permitam, mais tarde, visualizar estratégias de ensino-aprendizagem de habilidades na área da Música. Acreditamos que os professores seriam beneficiados se desenvolvessem essas capacidades e adquirissem competência para manipular instrumentos metodológicos de coleta e análise de dados que poderiam ser utilizados para avaliar qualitativa e quantitativamente o processo de ensino-aprendizagem a partir do desempenho cognitivo e motor monitorado durante um evento musical.

Didaticamente, um processo de aprendizagem motor começa com o indivíduo sendo confrontado com uma determinada tarefa que requer ação da musculatura esquelética para atingir seu objetivo. Depois de conhecida a tarefa (como comportamento de comunicação e cognitivo), no estágio motor o indivíduo vai praticando e refinando a habilidade e organizando eficientemente seus padrões de movimentos. Finalmente, após uma prática extensiva, quando a atividade motora é complexa, os novos padrões que emergiram durante a experiência foram memorizados e automatizados, e o indivíduo não mais necessita fazê-los conscientemente e derivar toda a sua atenção sobre todos os componentes motores da habilidade que está executando. Neste estágio final de automatização dos movimentos aprendidos, existe aumento na eficiência, autoconfiança e capacidade para detectar, reconhecer e corrigir erros decorrentes de uma seleção muscular imperfeita ou da execução inapropriada do comportamento pretendido frente à tarefa. Tentativas deliberadas geram mudanças no processamento interno do sistema nervoso, que aprende a realizar as contrações e relaxamentos sequenciais no tempo e no espaço de grupos musculares agonistas, antagonistas e sinergistas de cada movimento, quando apropriado e necessário aos atos motores voluntários. Nos estágios iniciais do processo, a contração simultânea e desorganizada desses grupos musculares torna os movimentos mais “rígidos” em relação aos movimentos habilidosos que têm controle “suave”. Quando os movimentos se tornam altamente desenvolvidos em coordenação e controle, as pessoas se ocupam muito menos em prestar atenção e pensar sobre seus movimentos. Por exemplo, um violonista em um concerto executando Bach perde uma série de notas se começar a analisar os movimentos de seus dedos e braços. Sua atenção deve estar voltada aos aspectos de alta ordem da tarefa, interpretação é um deles [23]. De fato, a tentativa de expressar conhecimento consciente sobre a habilidade motora aprendida e automatizada, durante o desempenho, é uma boa forma de prejudicar sua execução [25].

O processo de aprendizagem tem sido focado pelos pesquisadores interessados no desenvolvimento da coordenação e do controle motor de habilidades adquiridas [2,13,20,22,26]. Eles encontram dificuldades para isolar variáveis envolvidas para medir quantitativamente o que muda no sistema nervoso enquanto ele aprende e relembra, e qual a natureza dessa mudança [1,16].

2. Objetivos

O presente artigo pretende abordar uma questão emergente nas últimas décadas: a análise e compreensão do comportamento do sistema nervoso durante o processo de aprendizagem musical. Essa questão não pretende concorrer com as outras questões da área de pesquisa em ensino, mas mostrar ao músico-educador que ele pode se instrumentalizar pedagogicamente com o conhecimento de aspectos

relevantes da neurociência cognitiva aplicá-la ao aprendizado de música.

Gostaríamos de, levantando problemas referentes ao processo de cognição deliberado envolvido desde a linguagem musical até o desempenho do ato musical, fundamentarmos-nos para fazer perguntas sobre a natureza biológica dessa linguagem e buscar as mais adequadas maneiras de investigar como o sistema nervoso se organiza nesse processo.

3. Contribuições

Estudar o sistema nervoso e o comportamento motor humano pode resultar em melhores escolhas de estratégias que sejam pertinentes ao desempenho musical desejado. Da mesma forma pode dar pistas significativas para melhor entender, indicar, programar e aplicar a reabilitação através da Musicoterapia. Também nos parece um conteúdo importante para garantir uma prática composicional que pretenda ter um caráter objetivo, que conheça os elementos concretos sobre a percepção e processamento de informações sonoras. O compositor, de posse dessas informações associativas, poderia chegar mais próximo de seus objetivos artístico-expressivos.

4. Implicações

Conhecimento de conceitos referentes a Neurociência Cognitiva pode ajudar na formação do educador em música fornecendo elementos para sua compreensão das propriedades da percepção e processamento de informações do sistema nervoso relacionados com o comportamento musical. No campo metodológico, o objetivo é o de conseguir entender teoricamente como se poderia pensar estratégias práticas pedagógicas que viessem ao encontro das necessidades cognitivo-motoras dos alunos.

5. Sub-áreas de conhecimento

Pensamos que, investigando e conhecendo a base neurofisiológica do comportamento ensinado, os músicos, nas diversas áreas do seu fazer - englobando as áreas de educação musical, musicoterapia e composição - poderiam relacioná-la às dificuldades encontradas no contexto da sua experiência no processo de ensino-aprendizagem, melhorando a compreensão e sendo crítico na sua própria prática pedagógica, visualizando com mais clareza as demandas profissionais e acadêmicas emergentes.

REFERÊNCIAS

1. CHOSCHI, K. Aprendizagem Motora como um problema mal definido. *Revista Paulista Educação Física*. 2000, 3, 16-23.
2. CLARK, J; TRULLY, T; PHILLIPS, S. A dynamical systems approach to understanding the development of lower limb coordination in locomotion. BLOCH & BERTENTHAL (Eds). In *Sensory Motor Organizations and Development in Infancy and Early Childhood*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1990. p. 363-378.
3. DEL BEN, L. Avaliação da aprendizagem musical. HENTSCHE & SOUZA (Eds). In *Avaliação em Música: reflexões e práticas*. São Paulo: Moderna, 2003. p. 29-40.
4. DINESH, N.; PURCOTT, K.; FUCHS, A.; STEINBERG, F.; KELSO, S. Cortical and cerebellar activity of the human brain during imagined and executed unimanual and bimanual action sequences: a functional MRI study. *Cognitive Brain Research*. 2003, 15, 250-260.
5. FAIRCHOUGH, S. H.; VENABLES, L.; TATTERSALL, A. The influence of task demand and learning on the psychophysiological response. *International Journal of Psychophysiology*. 2005, 56,

- 171-184.
6. GANONG, W. F. Review of Medical Book of Physiology. 21 ed. New York: McGraw Hill, 2003.
 7. GEVINS, A. S. et al; EEG Patterns during 'cognitive' tasks. I. Methodology and analysis of complex behaviors. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. 1979, 46, 693-703. a
 8. GEVINS, A. S.; ZEITLIN, G. M.; DOYLE, J. C.; SCHAFFER, R. E.; CALLAWAY, E. EEG Patterns during 'cognitive' tasks. II. Analysis of controlled tasks. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. 1979, 46, 704-710. b
 9. GOBET, F. *Chunking Models of Expertise: Implications for Education*. Brunel University Press. 2000, 23- .
 10. JANTZEN, K.; STEINBERG F.; KELSO, J. A. S. Functional MRI reveals the existence of modality and coordination-dependent timing networks. *Neuroimage*. 2005, 25, 1031-1042.
 11. LEVITIN, D. In *Search of the Musical Mind. From Cerebrum: The Danna Forum on Brain Science*. 2000, 4.
 12. KANDEL, E. R.; SCHWARTZ, J. H.; JESSEL T. M. *Fundamentos da Neurociência e do Comportamento*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997.
 13. KELSO, J. A. S. Motor control mechanisms underlying human movement perception. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*. 1977, 3, 529-543.
 14. KELSO, J. A. S.; SCHONER, G.; SCHOLZ, J. P.; HAKEN, H. Phase-locked modes, phase transitions and component oscillators in biological motion. *Physica Scripta*. 1987, 35, 79-87.
 15. KELSO, J. A. S. *Dynamic Patterns: the self organizations of brain and behavior*. Cambridge: The MIT Press, 1999.
 16. KIM, J. A.; WLIASSEN, J. C.; SANES, J. Movement quantity and frequency coding in human motor areas. *Journal of Neurophysiology*, 2005, 94, 2504-11.
 17. PINKER, S. *Como a Mente Funciona*. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.
 18. PINKER, S. *Tabula Rasa: a negação contemporânea da natureza humana*. São Paulo: Companhia das Letras, 2004.
 19. RASIA-FILHO, AA. Is there anything "autonomous" in the nervous system? *Advances in Physiology Education*. 2006, 30, 9-12.
 20. ROSE, DJ. *A multilevel of the study of motor control and learning*. Boston: Allyn & Bacon, 1997.
 21. ROSSINI, PM.; PAURI, F. Neuromagnetic integrated methods tracking human brain mechanisms of sensorimotor areas "plastic" reorganization. *Brain Reearch Reviews*. 2000, 33, 131-154.
 22. SCHMIDT, R. A.; LEE, T. *Motor Control and Learning. A Behavioral Emphasis*. Champaign: Human Kinetics, 1999.
 23. SCHMIDT RA; WRISBERG, C. *Aprendizagem e Performance Motora. Uma abordagem da aprendizagem baseada no problema*. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.
 24. SEARLE, J. *Mente , Cérebro e Ciência*. Lisboa, 1984.
 25. SQUIRE, L; KANDEL E.. *Memória. Da mente às moléculas*. Porto Alegre: Artmed, 2003.
 26. TANI, G. Processo adaptativo em aprendizagem motora: o papel da variabilidade. *Revista Paulista de Educação Física*. 2000, 3, 55-61.