

Neurociências e o comportamento motor dançado

Bruno Maracia (Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG)¹

Bruno Rezende de Souza (orientador) (Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG)²

RESUMO

A dança tem se tornado cada vez mais objeto de estudo na neurociência. Neste estudo buscamos compreender, a partir de uma revisão literária, como a influência de estímulo visual pode modificar padrões neurais do comportamento motor dançado. A hipótese é que o estímulo visual estético pode alterar padrões neurais motores modificando o comportamento motor. Por meio de trabalhos já publicados foi possível concluir que a estimulação da experiência estética visual de símbolos corporais em uma sequência organizada de movimentos dançados pode alterar padrões neurofisiológicos. Uma das possíveis respostas para a modificação dos padrões neurofisiológicos pode ser por meio de células bimodais que integram informações visuais e motoras, mas ainda não é possível afirmar. Hoje parte do nosso grupo se dedica a compreender a relação de estados emocionais e o comportamento motor por meio da dança para obter mais respostas.

PALAVRAS-CHAVE: Comportamento motor, dança, estímulo visual, neurociências.

ABSTRACT

Dance has become increasingly the object of study in neuroscience. In this study we seek to understand, from a literary review, how the influence of visual stimulus can modify neural patterns of danced motor behavior. The hypothesis is that the aesthetic visual stimulus can alter motor neural patterns by modifying motor behavior. Through works already published it was possible to conclude that the stimulation of the visual aesthetic experience of body symbols in an organized sequence of danced movements can alter neurophysiological patterns. One of the possible responses to the modification of neurophysiological patterns may be through bimodal cells that integrate visual and motor information, but it is not yet

¹ Graduado em Teatro com formação complementar em Dança (UFMG) e estudos artísticos (Universidade de Coimbra), especialista e mestrando em Neurociências (UFMG) no Laboratório NeuroDEv onde pesquisa fisiologia das emoções e comportamento motor em parceria com o Laboratório de Análise do Movimento (LAM). Hoje atua também como professor pesquisador do curso técnico de teatro pelo Centro de Formação Artístico e Tecnológico da Fundação Clóvis Salgado (CEFART/FCS). Email: brunomaracia@gmail.com

²Graduado em Ciências Biológicas (PUC Minas), especialista em Neurociências (UFMG), mestrado e doutorado em Farmacologia Bioquímica e Molecular (UFMG), pós-doutorado em neurodesenvolvimento (University of Toronto), neurogenética (Sickkids Hospital) e neurofarmacologia e saúde mental (UFMG). Hoje é professor pela UFMG e lidera o Laboratório NeuroDEv onde pesquisa o papel da dopamina e os efeitos do estresse na infância no desenvolvimento do cérebro. Email: brunorezendesouza@gmail.com

possible to affirm. Today part of our group is dedicated to understanding the relationship of emotional states and motor behavior through dance to get more answers.

KEYWORDS: Motor behavior, dance, visual stimulation, neurosciences.

Introdução

A interface Arte e Neurociências vem apresentando um crescimento promissor para ambas as áreas nos últimos vinte anos. Seus estudos fomentam novos entendimentos para as respectivas áreas em relação às percepções visuais, auditivas e motoras, além da promoção de uma noção de corpo por meio de um prisma integrativo. No que se refere aos estudos relacionados à dança e ao artista que dança, observamos que há um direcionamento e crescimento na literatura por volta do ano de 2005.

Esta pesquisa tem o objetivo de compreender, por meio de uma revisão literária, como a influência estética visual pode modificar padrões neurais associados ao comportamento motor dançado. A partir de uma relação integrativa entre corpo, expressão simbólica e contexto foram estudados os fenômenos incorporados por intermédio de conteúdo visual a fim de perceber os mecanismos neurais que sustentam e dão continuidade à imagem na manifestação corpórea. A hipótese do trabalho é que por meio do mecanismo de simulação incorporada, ativação de circuitos neurais que estão envolvidos na execução do movimento e durante observação da ação (GALLESE *et al.*, 2003, 2010, 2014), o estímulo visual estético pode alterar padrões neurais motores modificando a qualidade do movimento.

Apoiado nos estudos de Gallese e Rizzolatti (1996) sobre neurônios que pertencem a classe viso-motores, viu-se uma boa oportunidade para investigação, ainda que teórica, para compreender como o mecanismo de simulação incorporada pode ser um possível caminho para manifestações corporais em respostas à arte. Esse mecanismo se faz valer, pois ele mapeia parâmetros neurofisiológicos que são ativados no ato da observação, imaginação ou realização de uma ação. Suas áreas de ativação compreende uma rede cortical formada pelo córtex motor primário, córtex pré-frontal, a área motora suplementar, área pré-motora, sulco intraparietal anterior, lobo parietal posterior, lobo occipital, gânglios da base e cerebelo (GALLESE *et al.*, 1996, 2003; RIZZOLATTI *et al.*, 1996, 2020).

Não obstante, podemos perceber que os mecanismos neurais básicos que sustentam as respostas à arte, de modo geral, pertencem a um sistema de extrema complexidade pois a sua produção e manutenção depende de outros sistemas, como por

exemplo, o sistema límbico, o qual participa da emergência do comportamento emocional (GALLESE, 1996, 2003, 2010, 2014; UMILTÀ, 2012, RIZZOLATTI 1996, 2020; ISHAI, 1995; ISHIZU & ZEKI, 2014, 2017). Estudos neurofisiológicos apontam que a representação de um gesto ou de linhas expressivas que geram uma alusão ao movimento na obra artística (figura 1) também apresentam uma ativação do mecanismo de simulação, pois ao observar somos capazes reconhecer determinado padrão na obra e por consequência podemos evocar memórias que estão relacionadas a esse padrão (GALLESE *et al.*, 2003, 2014).

Dessa maneira, podemos compreender que o reconhecimento de uma expressão em uma obra envolve tanto aspectos comportamentais quanto emocionais, e nos diz muito sobre aquilo que já fomos expostos um dia (DAMÁSIO, 1996, 2004; GALLESE, *et al.* 2003, 2012, 2014).

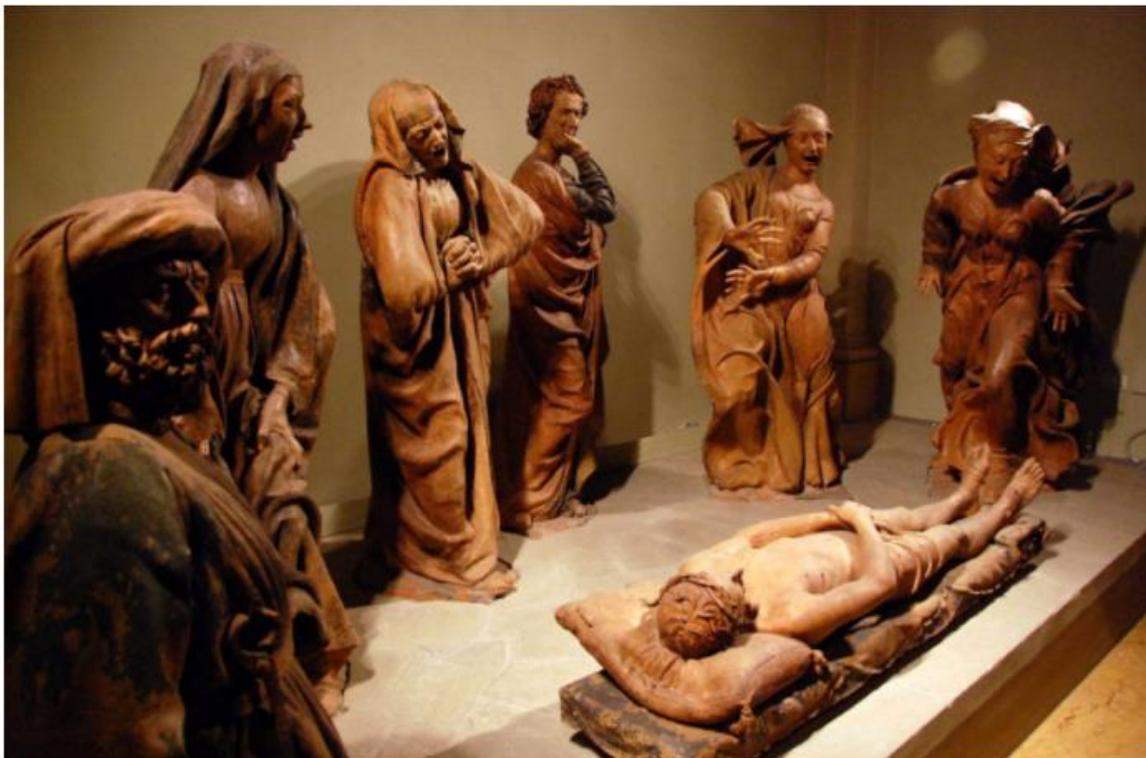


Fig. 1 - “Compianto sul Cristo morto”, Niccolò dell’Arca - 1463/1490.

Fonte: <https://www.italianways.com/the-mourning-over-the-dead-christ/>

Por ter a dança como lente de análise do comportamento motor em relação à experiência estética, conseguimos identificar por meio dos estudos de Cross *et al.* (2006), Calvo-Merino *et al.* (2005, 2008), Burzynska *et al.* (2017), Hildebrandt *et al.* (2016), Giacosa *et al.* (2016), Huang *et al.* (2013), Jola *et al.* (2012), e Li *et al.* (2015) que a estimulação da experiência estética visual ao observar e executar a representação de símbolos em uma sequência de movimentos dançados acarreta em modificações estruturais e

fisiológicas do córtex. Essas alterações são: maior excitabilidade da microestrutura do trato corticoespinal e a diminuição do volume cerebral em algumas regiões do córtex dos bailarinos. Com isso, observamos que a prática constante da dança proporciona maior plasticidade cerebral e o desenvolvimento de habilidades intra e interpessoais comparado a outros exercícios físicos, demonstrando uma melhoria nos aspectos motores (postura, equilíbrio e repertório motor), cognitivos (atenção e memória) e afetivos (BASSO, SATYAL, RUGH, 2021; CROSS *et al.*, 2006; CALVO-MERINO *et al.*, 2005, 2008; DÉSY, THÉORET, 2007; HANGGI *et al.*, 2010; HUANG *et al.*, 2013; LI *et al.*, 2015)

Com isso, sugerimos que a representação simbólica desencadeada corporalmente por sequências de movimentos combinados está associada ao consumo de experiências sensoriais, as quais podem potencializar o desenvolvimento motor e a modulação de conexões entre áreas corticais, correspondendo a uma melhoria do desempenho de tarefas motoras e aspectos sócio-emocionais. Todavia, ainda é preciso mais estudos na interface arte e neurociências para compreender a relação entre conteúdo estético visual e comportamento motor.

Simulação incorporada: a dança como estímulo estético

Por ter a dança, obra artística que se apresenta essencialmente pelo movimento, como possível estímulo estético para analisar o mecanismo de simulação, estamos lidando com um campo de extrema complexidade e subjetividade. Por ser um campo de investigação consideravelmente novo, a quantidade de trabalhos publicados até o momento apresenta uma quantidade muito baixa. A grande maioria dos autores dos trabalhos que relacionam neurociências e dança não apresentam formação no campo artístico podendo acarretar problemas conceituais de tal área. Com isso, temos que levar em consideração as possíveis lacunas para que novos trabalhos, como este, continuem em pesquisa, inclusive a partir de artistas.

A fruição na experiência estética de uma obra de arte é capaz de responder pela ativação motora cortical de quem a observa. Isso é possível pois nosso sistema (organismo) reconhece determinado padrão quando é exposto a um estímulo (MARK, 2005). Quando na obra de arte é representado um gesto explícito, como nas obras de Niccolò dell'Arca (Figura 1), é possível que áreas corticais motoras sejam ativadas mais facilmente em relação a representações de formas mais abstratas (GALLESE *et al.*, 1996, 2010; 2014, UMILTÀ *et al.* 2012). Porém, quando usamos a dança como estímulo estético estamos misturando as duas

representações, pois, por um lado reconhecemos facilmente alguns padrões de movimento dos bailarinos, por serem humanos, mas por outro, estão executando movimentos codificados pela linguagem da dança e apresentam alto grau de abstração para a maioria da população.

Os estudos que relacionam a dança e a simulação incorporada buscam, de modo geral, compreender se a observação de movimentos complexos por meio da dança, indicam novas áreas mapeadas na representação motora de quem observa e/ou executa a ação. Para isso, houve a necessidade de se comparar a ativação do circuito de simulação em bailarinos profissionais e não bailarinos, podendo ser eles, atletas que apresentam alto grau de performance ou pessoas que não têm estudo de movimentos complexos. Essa comparação foi fundamental para observar se pessoas que se envolvem com os estudos de dança apresentam maior grau de associação neural no mecanismo de simulação.

Estudos neurocientíficos indicam que, por meio da experiência estética, o aprendizado motor pode ser aprimorado através do processo de exposição de estímulos visuais, pois ao ser exposto ao estímulo visual circuitos sensório-motores do sujeito são ativados alterando a qualidade de excitação e modulação do seu sistema motor. Com isso, foi observado que as informações visuais apresentam alta relevância no desempenho do aprendizado motor de uma atividade (CROSS *et al.*, 2006; CALVO-MERINO *et al.*, 2005, 2008; DAMÁSIO, 1996; GALLESE *et al.*, 1996, 2003, 2010, 2012; JOLA *et al.*, 2012; RIZZOLATTI *et al.*, 1996, 2020; SAFATLE, 2018; VOGT & BUCCINO, 2007). Por intermédio de estudos já publicados, buscamos compreender se o estímulo visual da execução motora da dança altera a resposta neural da observação da ação, modificando, por sua vez, a simulação motora.

Todos os artigos usados para este estudo que relacionam dança e neurociências submeteram sujeitos à observação de vídeos de dança. Alguns apresentavam passos específicos e outros trechos de espetáculos. Seus gêneros de dança eram variados entre: *ballet* clássico, moderno, contemporâneo, capoeira, *hip-hop* e *bharatanatyam*³. (CROSS *et al.*, 2006; CALVO-MERINO *et al.*, 2005, 2008; JOLA *et al.*, 2012; VOGT & BUCCINO, 2007). Sob a ideia pressuposta de uma correspondência direta entre a ação observada e a ativação do circuito de simulação a partir dos trabalhos de Gallese e Rizzolatti (1996), os estudos que utilizaram a dança como estímulo partem do ponto de que as experiências perceptivas afetam tanto os processos perceptivos visuais quanto motores. Com isso, o tempo de fruição que o sujeito tem com determinada linguagem corporal afeta diretamente o curso temporal de

³ Dança clássica indiana (JOLA, 2012).

ativação cortical no reconhecimento da gestualidade (CROSS *et al.*, 2006; CALVO-MERINO *et al.*, 2005; JOLA *et al.*, 2012; RIZZOLATTI *et al.*, 2020), e por consequência, como a ativação da rede neural irá se comportar.

Essa rede que apresenta múltiplas expressões neurais de um mecanismo funcional está associada ao repertório motor do sujeito. A partir dos estudos com dança, os resultados mostram que a rede de resposta ao ver uma ação conhecida é influenciada pelas habilidades motoras adquiridas pelo observador. Por meio de análise da atividade cerebral por fMRI (ressonância magnética) enquanto bailarinos profissionais observavam e se imaginavam realizando diferentes sequências de movimento foi possível verificar que o circuito de simulação apresenta maior ativação quando o sujeito observa uma ação que ele é capaz de executar em comparação com a observação de movimentos que ele julga ser impossível. Essa maior ativação é expressa na área do giro occipital medial (V5/MT) - região de processamento de informações visuais -, e regiões que estão envolvidas no planejamento e controle motor, como núcleo caudado e o putâmen (CROSS *et al.*, 2006; CALVO-MERINO *et al.*, 2005).

Regiões corticais relacionadas à execução e à imaginação do movimento, como a área motora suplementar (SMA), sofrem grande influência em sua ativação quando se apresenta um estímulo visual de um movimento. A área motora suplementar rostral anterior (SMAr), relativa à ativação durante o movimento imaginado, e a área motora suplementar caudal posterior (SMAc), ligada à ativação da execução da ação, apresentam maior ativação, seja na observação ou imaginação, de movimentos familiares. Associando, assim, a simulação da ação ao sulco temporal superior (STS), córtex pré-motor ventral (PMv), e área do motor cingulado (CMA) na correlação entre movimento familiar *versus* não familiar (CROSS *et al.*, 2006; CALVO-MERINO *et al.*, 2005)

No que se refere ao repertório motor, foi encontrado que o córtex parahipocampal direito se envolve na consolidação e na manutenção de memórias representativas de estímulos com aspectos visoespaciais por longo prazo (CALVO-MERINO *et al.*, 2005). Já o córtex parahipocampal esquerdo está envolvido na organização de vários elementos espaciais e multimodais de aprendizagem associativa (CROSS *et al.*, 2006). Com isso, podemos sugerir que estímulos visuais podem ter uma forte influência em como nos comportamos, uma vez que há uma manutenção das representações simbólicas que fruimos relacionadas com o nosso sistema motor. Ligado a esses estímulos, foi identificado que o lóbulo parietal inferior (IPL) está vinculado na mediação dos processos de atenção motora e é fortemente implicado como

a principal área responsável pela transformação visomotora necessária para imitação ou reprodução do movimento observado (CROSS *et al.*, 2006).

Em relação ao reconhecimento do padrão de movimento observado Cross *et al.* (2006) sugere que a área motora caudal do giro frontal inferior (IFG) pode estar fortemente envolvida na organização de ações de nível superior, enquanto o córtex pré-motor se envolve com organizações simples de níveis inferiores à luz da representação simbólica. Além disso, o córtex pré-motor está envolvido na codificação dos planos de ações detalhados para movimentos futuros (CALVO-MERINO *et al.*, 2005).

A experiência motora em dança mostra evidências que tal prática tem a propriedade de organização funcional do cérebro, pelo fato de que a rede de observação da ação é ativada em maior extensão em bailarinos profissionais do que em não bailarinos (CROSS *et al.*, 2006; CALVO-MERINO *et al.*, 2005; HANGGI *et al.*, 2010; HUANG *et al.*, 2013; LI *et al.*, 2015). Em relação à execução do movimento, já foi observado que, com o treinamento e o desenvolvimento da prática, bailarinos profissionais apresentam maior desempenho no controle de equilíbrio e precisão dos movimentos, e novos estudos apresentaram que a prática da dança pode proporcionar uma redução do volume cerebral próximo ao córtex pré-motor e motor suplementar dos bailarinos, assim como uma diminuição substancial do recrutamento de regiões motoras (BURZYNSKA *et al.*, 2017; JARVIS *et al.*, 2014, BRONNER *et al.*, 2012, KIEFER *et al.*, 2011, NATO, HIROSE, 2014; SCHIMITT *et al.*, 2005). A hipótese que sustenta a afirmativa que algumas áreas corticais podem apresentar diminuição do volume cerebral e um menor recrutamento de área é que a prática motora constante aumenta a via de sinalização de determinado circuito motor refletindo no aumento do diâmetro do axônio. A esse aumento do diâmetro e diminuição do volume estão associados ao fortalecimento de determinada memória e ao auxílio de economia de energia para a realização do movimento, já que a informação ocorre de forma mais rápida, portanto é não necessário recrutamento de área tão grande (BURZYNSKA *et al.*, 2017; HANGGI *et al.*, 2010).

Contudo, novos estudos conseguiram atestar que há um impacto significativo na simulação motora ao ter a experiência estética visual em assistir ou imaginar uma dança, tanto em bailarinos quanto em não bailarinos. Nesses estudos, foi observado que a prática, a imaginação e o ato de assistir dança pode modular aumentando a excitabilidade e o volume da microestrutura do trato corticoespinhal (BURZYNSKA *et al.*, 2017; HANGGI *et al.*, 2010, JOLA *et al.*, 2012).

É interessante salientar que alguns estudos mostram que fatores sociais que estão intrinsecamente ligados às experiências motoras e/ou visuais, como o reconhecimento de signos e símbolos representados com as mãos, podem modular aumentando a excitabilidade corticoespinal motora de maneira complexa (BURZYNSKA *et al.*, 2017; DÉSY, THÉORET, 2007; JOLA *et al.*, 2012). Essa ideia vai ao encontro dos estudos de Calvo-Merino *et al.*, (2004) e Cross *et al.*, (2006) onde apontam que uma maior ativação de áreas motoras estão associadas ao reconhecimento de ações familiares, ou seja, que já fazem parte de seu repertório. Logo, bailarinos vão apresentar uma maior ativação nas regiões corticais motoras ao observar determinada sequência de movimentos comparado a um indivíduo que nunca se expôs a esses movimentos apresentados.

À luz desses resultados expostos acima, pensa-se que seria de extrema valia para a continuidade dos estudos observar se tais alterações neurofisiológicas também estão associadas ao fator emocional, uma vez que os bailarinos e artistas, de modo geral, são treinados a explorar emoções e sentimentos para que se possa deixar transparecer de alguma maneira em suas expressões por meio de intensidade, peso e tempo de seus movimentos.

Hoje parte do nosso grupo se dedica a compreender a relação de estados emocionais e o comportamento motor por meio da dança. A partir de estudos anteriores que utilizam a dança como meio de expressão para identificar pistas que são importantes para o reconhecimento das emoções, já foi possível verificar que na observação de uma determinada sequência o fruidor da ação é capaz de reconhecer e qualificar determinado estado emocional. Esses estudos nos mostram que o fato de conseguir nomear um estado emocional para o movimento observado possivelmente é pelo reconhecimento da inclinação da cabeça e tronco, e o quanto o intérprete afasta seus membros do centro de gravidade (CAMURRI *et al.*, 2002; COULSON *et al.*, 2004; DAHL, FRIBERG, 2007; DE MEIJER *et al.*, 1989). Outro ponto importante para o reconhecimento de determinada emoção é o atrator atencional em cada segmento corporal do intérprete (GLOWINSKI *et al.*, 2017).

Conclusão

Conseguimos identificar que a prática de fruição e realização da dança acarreta modificações estruturais e na ativação cortical. Concluímos que a estimulação da experiência estética visual ao observar e executar a representação de símbolos corporais em uma sequência de movimentos dançados pode alterar a excitabilidade da microestrutura do trato corticoespinal e o volume cerebral em algumas regiões do córtex dos bailarinos.

A representação simbólica desencadeada corporalmente por sequências de movimentos complexos está associada ao consumo de experiências visuais, as quais podem potencializar no desenvolvimento motor fino e a exploração de novas possibilidades de movimento na modulação inter-relacionada de conexões entre as áreas corticais, correspondendo a uma melhoria do desempenho de tarefas motoras. Com isso, compreendemos que há uma contribuição significativa nos dois campos do conhecimento, sobre o desenvolvimento motor e ensino-aprendizagem de dança, além do fomento de pesquisa na interface neurociências e artes.

REFERÊNCIAS

- Basso JC, Satyal MK e Rugh R (2021) Dance on the Brain: Enhancing Intra- and Inter-Brain Synchrony. *Frente. Zumbir. Neurosci.* 14: 584312.
- Burzynska, A., et al. (2017). *The Dancing Brain: Structural and Functional Signatures of Expert Dance Training*. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11.
- Calvo-Merino, B., et al. (2005). *Action Observation and Acquired Motor Skills: An fMRI Study with Expert Dancers*. *Cerebral Cortex*, 1243–1249.
- Calvo-Merino, B; Jola, C; et al. (2008). *Towards a sensorimotor aesthetics of performing art*. *Conscious Cogn.*
- Camurri, A., Lagerlöf, I., & Volpe, G. (2003). *Recognizing emotion from dance movement: comparison of spectator recognition and automated techniques*. *International Journal of Human-Computer Studies*, 59(1-2), 213–225.
- Coulson, M. (2004). *Attributing Emotion to Static Body Postures: Recognition Accuracy, Confusions, and Viewpoint Dependence*. *Journal of Nonverbal Behavior*, 28(2), 117–139.
- Cross, E. S., et al. (2006). *Building a motor simulation: Observation of dance by dancers*. *NeuroImage*, 1257–1267.
- Dahl, S., & Friberg, A. (2007). *Visual Perception of Expressiveness in Musicians' Body Movements*. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 24(5), 433–454.
- Damásio, A. (2004). *Em Busca de Espinosa: prazer e dor na ciência dos sentimentos*. Editora Schwarcz.
- Damásio, A. (1996). *O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano*. Companhia das Letras.
- De Meijer, M. (1989). *The contribution of general features of body movement to the attribution of emotions*. *Journal of Nonverbal Behavior*, 13(4), 247–268.

- Désy M-C, Théoret H (2007). Modulation of motor cortex excitability by physical similarity with an observed hand action. *PLoS One* 2: e971.
- Gallese, V. (2014). Arte, Corpo, Cervello: Per un'Estetica Sperimentale. *Micromega*, 2/2014, 49-67. 2014.
- Gallese, V. (2010). Corpo e azione nell'esperienza estetica. Una prospettiva neuroscientifica. In Morelli, U. (ed.), *Mente e Bellezza. Mente relazionale, arte, creatività e innovazione*. (p. 245-262). Torino: Umberto Allemandi & c. editore.
- Gallese, V.; Fadiga, L.; Fogassi, L.; Rizzolatti, G. (1996). Action recognition in the premotor cortex. *Brain* 119: 593-609.
- Giacosa, C., et al. (2016). *Dance and music training have different effects on white matter diffusivity in sensorimotor pathways*. *NeuroImage*, 273–286.
- Glowinski, D., Coll, S. Y., Baron, N., Sanchez, M., Schaerlaeken, S., & Grandjean, D. (2017). Body, space, and emotion: A perceptual study. *Human Technology: An Interdisciplinary Journal on Humans in ICT Environments*, 13(1), 32–57.
- Hanggi, J., Koeneke, S., Bezzola, L., & Jancke, L. (2010). Structural neuroplasticity in the sensorimotor network of professional female ballet dancers. *Human Brain Mapping*, NA–NA.
- Hildebrandt, et al. (2016). We Dance and Find Each Other”1: Effects of Dance/Movement Therapy on Negative Symptoms in Autism Spectrum.
- Huang, R., Lu, M., Song, Z., & Wang, J. (2013). *Long-term intensive training induced brain structural changes in world class gymnasts*. *Brain Structure and Function*, 220(2), 625–644.
- Jola, C, Abedian-Amiri, et al. (2012). *Motor Simulation without Motor Expertise: Enhanced Corticospinal Excitability in Visually Experienced Dance Spectators*. *PLoS ONE*.
- Li, G., He, H., Huang, et al. (2015). *Identifying enhanced cortico-basal ganglia loops associated with prolonged dance training*. *Scientific Report*.
- Mark, L. S. (2005). *Developing Formative Models of Craniofacial Growth and Workplace Design: Personal Reflections on the Work and Influence of Robert E. Shaw*. *Ecological Psychology*, 17(3-4), 161–191.
- Rizzolatti, G.; Fadiga, L. ; Fogassi, L., and Gallese, V. (1998). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Brain*. Res.3, p. 131-141.