

## **ASPECTOS NEUROCOGNITIVOS-CULTURAIS ENVOLVIDOS NOS PROCESSOS DE CRIAÇÃO EM DANÇA.**

Patrícia Eduardo Oliveira Santos<sup>1</sup>

Graziela Ferreira da Silva<sup>2</sup>

### **RESUMO:**

O objetivo do presente trabalho é discutir sobre os processos cognitivos subjacentes envolvidos na criação, execução e observação da dança, por meio do campo da neurociência cognitiva e a aquisição de conhecimentos, tomando a arte e a dança como um meio de contribuição para o entendimento das nossas funções cognitivas, dentro deste referido campo. A pesquisa foi realizada por meio de uma revisão bibliográfica sistemática nos periódicos de neurociências, cognição e dança, e numa revisão da literatura existente, envolvendo referenciais como: neurociência, arte, dança, cultura, percepção, redes neurais, neurônios espelho, cognição, embodiment. Demonstrando possibilidades que possam cada vez mais avançar nesta relação, para as proposições que ocorrem neste corpo que cria, reproduz e observa a dança.

**PALAVRAS-CHAVE:** Neurociência, Arte, Dança, Cognição

### **Introdução**

A revolução trazida pelas ciências cognitivas (a natureza do pensamento, a linguagem e o conhecimento), a partir da convergência de vários saberes e em especial pela neurociência, vem modificando o nosso modo de pensar, a nossa forma de viver, como também os processos que permeiam a criação em dança.

Na passagem do século XX ao XXI, observou-se um deslocamento da relevância teórica atribuída à psicologia para uma ênfase crescente na biologia, sobretudo nos genes, no cérebro e em seus moduladores. O avanço das neurociências se inscreve tanto nesse movimento de naturalização do humano quanto nesse impasse de superação dos dualismos. Trata-se de um campo heterogêneo, com tensões e discordâncias, onde se faz necessário à compreensão dos processos neurobiológicos para o entendimento de como se constrói o processo de aquisição de conhecimentos.

<sup>1</sup> Mestranda em Dança – UFBA. [patricia@dancas.org](mailto:patricia@dancas.org)

<sup>2</sup> Mestranda em Dança – UFBA. [grazeferreira@hotmail.com](mailto:grazeferreira@hotmail.com)



O conhecimento já foi entendido como racionalidade monolítica, verdade universal, na vertente da episteme cartesiana. [...] Ainda hoje, e não para poucos, parece o efeito logocêntrico apenas do que é axiomatizável, um algo que se produz como matriz a-histórica. As conquistas da física moderna neste século deveriam ter abalado irremediavelmente tais reformulações. Depois que noções de vagueza, indeterminação e incerteza como características aos fatos científicos, o conhecimento não pode mais deixar de ser aceito como infinitamente aproximativo. (KATZ, 2005. p-95).

O avanço no entendimento da aquisição do conhecimento a partir do cérebro humano e das funções cognitivas obriga-nos a dilatar fronteiras em questões ainda discordantes como a arte, cultura e a ciência. Partindo desse prisma, a obra artística toma outras nuances tanto em sua concepção, observação como em entendimentos e inquietações gerados a partir dela.

Estudos das funções superiores do cérebro, partindo de suas bases neuronais, demonstram que o cérebro constrói representações, coordena-as em raciocínio, elabora intenções, simula comportamentos, comunica pela linguagem e faz seleções que se transformam em ações, através de neurônios individuais que se reagrupam em coletividades e populações, contribuindo para o conhecimento de figuras (imagens) cada vez mais complexam. Este objeto mental identifica-se com o estado de atividade, no espaço e no tempo, de populações definidas ou assembleias de células nervosas, distribuídas eventualmente por outras regiões diferentes do encéfalo.

Damásio (2012), explica estes diagramas de conexão e a forma de entender como o cérebro o constrói, a partir de conexões já influenciadas no útero, por fatores ambientais, pelas experiências individuais em ambientes únicos, aprimorando todos os nossos primeiros padrões de conexões, tornando-os mais fortes ou mais fracos, alargando ou estreitando a rede neuronal, sempre sob a influência da nossa atividade, da aprendizagem e da criação de memórias que nos permitem esculpir, moldar e refazer os padrões do nosso cérebro individual, corroborando para o desenvolvimento da mente.

Imergindo nesses conhecimentos, algumas inquietações iniciais norteiam as pesquisas a cerca do entendimento dos processos de criação e suas relações com a neurociência cognitiva: O que se passa no cérebro do artista de dança quando cria? Que mecanismos coordenam essa atividade cerebral? Quais os processos que impulsionam esse momento de criação em dança? Como o cérebro coordena o corpo para execução destes movimentos? A partir destas indagações, um percurso inicial começa a ser descrito, em busca desse entendimento, dentro do campo da neurociência cognitiva, a partir de pesquisas que adotaram a arte como fonte de pesquisa e mais recentemente a

dança, tomando-as como um meio de contribuição para o entendimento das nossas funções cognitivas.

Pretende-se então, neste artigo, apresentar algumas contribuições neurocientíficas sobre o estudo dos processos cognitivos desenvolvidos pela vivência em dança, tanto na prática propriamente dita, na criação coreográfica, como na sua observação e suas relações socioculturais, por meio de uma pesquisa bibliográfica sistemática nos periódicos de neurociências, cognição e dança, e numa revisão da literatura existente, envolvendo referenciais como: neurociência, arte, dança, cultura, percepção, redes neurais, neurônios espelho, cognição, embodiment. Demonstrando a necessidade (importância) dos estudos desenvolvidos nesta área, na implementação de pesquisas que possam cada vez mais avançar nesta relação, para as proposições que ocorrem neste corpo que cria, reproduz e observa a dança.

### **(R)Evolução das Ciências Cognitivas – A Formação da Neurociência.**

Pioneiros como Miller, Hughlings-Jackson e Broca (GAZZANIGA, et al. s/d) no século XIX, deram os primeiros passos ao estudo moderno do cérebro, na primeira metade do século XX, houve um progresso nas áreas de neuroanatomia (trabalho descritivo de RAMON Y CAJAL em 1933), neurofisiologia (ADRIAN em 1926, com "código neural"), psicologia experimental (estudo da aprendizagem associativa) e psicofísica (leis físicas da percepção), na neuropsicologia (o estudo da correlação entre atividade cerebral e fenômenos psicológicos) a partir do uso de eletroencefalograma (GERARD E LIBET, 1940), e com eletrodos invasivos em animais experimentais e também em humanos submetidos a cirurgias. A neurofisiologia contemporânea teve suas bases teóricas definidas, nos anos 50, a partir do estudo experimental de HODGKIN E HUXLEY (1952), que propuseram um modelo matemático da atividade da membrana neuronal. Os primeiros modelos computacionais do cérebro se inspiraram na lógica filosófica e na arquitetura do sistema nervoso (MCCULLOCH E PITTS, 1943; HEBB, 1949). (JUNIOR, s/d).

As discussões ocorridas no Simpósio de Hixon (1948), no Instituto de Tecnologia da Califórnia, demonstraram alguns dos temas de importância para a epistemologia da neurociência cognitiva: a natureza do processamento de informação no sistema nervoso, e as diferenças entre computações naturais e artificiais.

Também, no final dos anos 40, uma série de conferências, organizadas pela Fundação Josiah Macy Jr., “Conferências Macy”, reuniu biólogos, neurofisiologistas,

matemáticos, antropólogos, psicanalistas, psicólogos e engenheiros, com o objetivo de criar uma ciência do espírito – isto é, uma ciência natural (não mentalista) da mente (DUPUY, 1994). A ciência cognitiva surgida neste âmbito, entre 1946 e 1953, foi batizada por Norbert Wiener como cibernética. Tendo como cerne a analogia entre o funcionamento cerebral e o funcionamento de uma máquina, como uma teoria representacional, a partir da qual considerava-se a estrutura física do cérebro, como um hardware, alimentada por um conjunto de símbolos articulados através de uma gramática previamente estabelecida (um software), este modelo se basearia na correspondência entre as ações do organismo e as exigências externas.

Em 1960, foi publicado “O Manual de Fisiologia” pela Sociedade de Fisiologia americana (FIELD et al., 1960), com um painel sobre pesquisas do estado de conhecimento sobre o cérebro, sob o título “Neurofisiologia Geral”, com artigos sobre: percepção (por H.L. Teuber), integração do conhecimento (R. Gerard), memória (R. Galambos), consciência (D.B. Lindsley), fala (O.L. Zangwell), história da neurociência (M.A. Brazier), pensamento (W.C. Halstead) e psicossomática (P.G. Maclean).

A partir dos anos 70, alimentado por críticas, o modelo input-output da vertente cibernética é abandonado, surgindo uma segunda corrente cognitivista, chamada connexionismo, em que abandona o modelo computacional a favor do organismo vivo. Baseada nos conceitos de auto-organização e emergência, trabalha com a noção de “redes neurais”. A Segunda Cibernética de Von Foerster, implica que tais capacidades dependem do modo como o próprio cérebro se organiza, a partir das chamadas “redes neurais”. A ação ocorre no nível da conexão dos neurônios, que devem ser estudados “como membros de vastos conjuntos que aparecem e desaparecem constantemente durante suas interações cooperativas, onde cada neurônio tem reações múltiplas e diversas, consoante o contexto” (VARELA, s/d, p. 58).

Essa valorização biológica das ciências cognitivas, torna-se aprofundada por teorias subsequentes, por autores considerados “pós-conexionistas”, como: Francisco Varela, Humberto Maturana, Gerald Edelman, e Antonio Damásio. Nesta vertente, compreende-se que é a partir de sua própria auto-organização que o indivíduo organiza o mundo à sua volta, ou seja, esse “exterior”, é “produzido”, pelo próprio organismo na ação de auto-organizar-se.

Assim, a partir da emergência das redes neurais, a percepção, as reações à percepção e o que é percebido, se organizam em conjunto. O desenvolvimento do

sistema não segue um encadeamento preestabelecido. As redes que emergem, são de algum modo contingentes. Dependem das ações do organismo no mundo e do efeito dessas ações no próprio organismo, dando espaço para o imprevisível, a criatividade, o acaso. Esse organismo, que se auto-organiza, é dono, portanto, não apenas de uma autonomia razoável com relação ao meio, mas também tem um percurso absolutamente individual, próprio, no que tange ao seu desenvolvimento. Isso porque, dada à imprevisibilidade do modelo, cada cérebro vai se organizar de modo absolutamente peculiar e pessoal, embora com estruturas morfológicas comuns.

Atualmente, essas duas vertentes convivem em embates e articulações nas ciências cognitivas: uma representacional (analogia com o computador e avanços tecnológicos - inteligência artificial); e a outra sob a ascensão da visão biológica, anti-representacional, conhecida como neurociência.

A partir da proclamação da “década do cérebro”, em 1990, por George Bush, numa lei proposta a partir de uma recomendação da comunidade neurocientífica, sob o argumento do impacto econômico negativo das diversas doenças e afecções do cérebro, que estariam acometendo a população americana. Alguns avanços tecnológicos foram conquistados como: as técnicas de neuroimagem estrutural e funcional, através da ressonância magnética, da tomografia computadorizada, da tomografia por emissão de pósitrons (PET) e da tomografia por emissão de fótons (SPECT) – que tornaram possível observar o cérebro em pleno funcionamento. Desse modo, estas teorias sobre o funcionamento cerebral saíram do meio acadêmico para revistas de ampla circulação, dando enfoque não somente a descoberta dos mecanismos pelos quais a mente funciona, mas aos usos de tal descoberta no tratamento de doenças mentais, na compreensão do desenvolvimento infantil, na prevenção de problemas da velhice, na promoção da inteligência, nas artes e de outras faculdades mentais. Diversas publicações viraram *best-sellers*, a exemplo de O erro de Descartes - emoção, razão e o cérebro humano, de Antonio Damásio entre outros, que promoveram uma divulgação científica dos estudos em torno do cérebro e seu funcionamento sob a denominação de “ciências cognitivas”.

O desenvolvimento da neurociência cognitiva conduz a uma epistemologia não reducionista, que trabalha com distintos, porém inter-relacionados níveis de análise. Diferentes metodologias são usadas para a observação de diferentes níveis de organização da estrutura e função cerebrais, obtendo-se entendimento detalhado dos mecanismos cognitivos no cérebro animal. Modelos mais amplos procuram integrar

esse conhecimento empírico e descobrir os princípios fundamentais das funções cognitivas do cérebro.

A inteligência artificial permanece referida, de certo modo, ao velho dualismo, já que, na relação entre hardware e software, este pode se desvincular do primeiro, ou seja, um programa pode rodar em outros espaços físicos. Para o neurocientista, porém, não há programa, nem prévio, nem fixamente estabelecido, que possa ser desvinculado do corpo que o possui. Não há separação entre corpo e comportamento (entre sistema nervoso + organismo e sua conduta), sendo a história de um, estritamente vinculada à história do outro. Isto reforça uma concepção material em que o indivíduo está “encarnado” em seu corpo, não podendo sua existência ser compreendida fora dele. O paradigma da pesquisa biológica, com sua ênfase nos achados empíricos e na evidência material, passa a ser determinante no desenvolvimento das novas teorias sobre a cognição humana.

### **Aproximando Arte e Neurociência Cognitiva**

Durante a última década ocorreu uma atividade interdisciplinar substancial entre as artes e as ciências, com muitos cientistas aplicando conhecimentos e métodos de suas próprias áreas, a fim de ganhar novos insights sobre como a arte é feita e apreciada (JOURNAL OF CONSCIOUSNESS STUDIES, 1999, 2000, 2004; ZEKI, 1999; LIVINGSTONE, 2002; SOLSO, 2003; MARTINDALE, 2006). Esse trabalho vem sendo desenvolvido entre cientistas com estreita colaboração com os historiadores da arte para compartilhar ideias e abordagens (FREEDBERG E GALLESE, 2007; ONIANS, 2008). Um dos fatores que motivam esse nova forma colaborativa é a realização de certas descobertas sobre o funcionamento do cérebro humano, feita pelos artistas, que só agora estão sendo descobertas pelos cientistas. Segundo ZEKI (1999 p 2): "... a maioria dos pintores também são neurologistas." CAVANAGH (2005), outro pesquisador desta visão, fala das obras de Dado e em seu estudo situa "o artista como o neurocientista. Através destas investigações artísticas, foi construído um registro permanente de descobertas em todas as inúmeras obras de arte em museus e galerias ao redor do mundo. A tarefa de descompactar todo este conhecimento depositado pelos artistas, conciliando com a nossa atual compreensão científica da percepção e cognição é desafiadora e muito vasta. É por isso que a atividade recente de colaboração é bem-vinda, apesar dos grandes desafios interculturais e metodológicos existentes. Algumas pesquisas realizadas na interface arte-ciência são precursoras deste campo:

RAMACHANDRAN (1999) - teoria neurológica da experiência estética. ZEKI (2003) - os correlatos neurais da estética por meio da apreciação de diferentes categorias de pinturas. CELA CONDE et al. (2004) – situa a percepção da beleza como o último passo evolucionário da capacidade cognitiva humana e que o córtex pré-frontal teria um papel chave no sistema de percepção estética. HAGENDOORN (2004), - natureza da percepção de dança e da coreografia. BROWN E PARSONS (2006) - semelhanças neurológicas estruturais entre música e linguagem. CALVO MERINO et al. (2008) - primeiro mapeamento neural da percepção estética em artes cênicas. BAILLIE (2009) - efeitos das emoções de atores em seus processos de aprendizagem e memória.

### **Neurociência Cognitiva e Dança**

Ao longo da história, a dança tem mantido uma presença crítica em todas as culturas humanas. Como a dança tem sinergicamente co-evoluído com os seres humanos, suas pesquisas tem alimentado um debate rico sobre a função de arte, da experiência estética, envolvendo vários artistas, historiadores, filósofos e cientistas. Tendo como uma característica específica que a difere das outras artes, sua relação específica com o corpo. Devido a isso, cientistas sociais e neurocientistas estão se voltando para o dançar e para dançarinos, para ajudar a responder perguntas sobre como o cérebro coordena o corpo para executar movimentos complexos, precisos, e suas estéticas. Neste ambiente, a dança se situa como uma rica fonte de material para pesquisadores interessados na integração do movimento e cognição. Os múltiplos aspectos da cognição incorporada envolvidos na dança, são instauradores destas questões, situando-se como um meio para estudar o conhecimento do controle motor, da experiência e da percepção da ação. Essas relações perpassam pelos processos cognitivos e neurais envolvidos na execução, expressão, e observação da dança, colocando em relevo questões contemporâneas discutidas a partir dos avanços nos métodos neurocientíficos que fornecem as ferramentas necessárias para ir adiante na nossa compreensão, não só dos fenômenos cerebrais associados com a aprendizagem de dança e observação, mas também das bases neurais da apreciação estética associado com a observação em dança. Alguns trabalhos nas áreas de neurociência da dança e neuroaesthetics<sup>3</sup>, mostram essa integração de pesquisas.

---

<sup>3</sup> Neuroestética (ou neuroaesthetics) Morfologicamente, o termo implica o estudo científico dos aspectos neurais da percepção das obras de arte como pinturas, dança, encenações, ou elementos destas obras. Neuroestética recebeu a sua definição formal, em 2002, como o estudo científico das bases neurais para a contemplação e a criação de uma obra de arte. Usa as técnicas da neurociência para explicar e

Uma investigação para identificar a sua organização em nível de sistema, foi realizada com tomografia por emissão de pósitrons (BROWN. S, MARTINEZ, M.J., E PARSONS, L.M., 2004). Foram examinados três aspectos centrais da dança: *entrainment*<sup>4</sup>, métrica e movimento padronizado. Determinando áreas específicas de funcionamento do cérebro, identificadas pelas variações dos estímulos recebidos, revelando a interação das redes de áreas cerebrais ativas, espacialmente padronizadas. A observação das ações humanas recruta uma rede bem definida de regiões do cérebro.

### **Neurônios espelho**

Muitas das recentes pesquisas estão relacionadas e foram impulsionadas a partir da descoberta dos neurônios-espelhos, como o caso da pesquisa acima exemplificada. Neurônios-espelho foram identificados no córtex premotor do macaco. Eles são ativados em duas condições: em primeiro lugar, eles são acionados quando o animal está envolvido em um determinado ação motor, como pegar um pedaço de comida com um aperto de precisão; segundo, eles também são acionados quando o animal simplesmente observa a mesma ação executada por um agente externo (outro macaco ou um experimentador). Em outras palavras, os neurônios-espelho representam um tipo particular de ação, independentemente do agente de quem a executa (RIZZOLATTI et al., 1996; GALLESE et al., 1996).

Estes neurônios podem representar no cérebro de uma pessoa os movimentos que este mesmo cérebro vê em outro indivíduo e enviar sinais às estruturas sensoriomotoras de maneira que os movimentos correspondentes sejam “vistos de antemão” já em alguma modalidade de simulação, já efetivamente realizados (DAMÁSIO apud RIZZOLATTI e SINIGAGLIA, 2006: p.180).

Estes chamados 'neurônios espelho', portanto, poderiam fornecer uma ponte neurofisiológicas entre percepção e ação. Por conseguinte, estas descobertas não abrangem somente o campo visual, um estudo recente mostrou que neurônios-espelho no córtex premotor também respondem a estímulos auditivos, tornando-os não apenas bi, mas multimodal (KOHLETER et al., 2002). Mais recentemente, pesquisas especulam sobre o papel dos neurônios-espelho na percepção e comportamento. O cérebro possui um conhecimento implícito das consequências imediatas de suas próprias ações, ou seja, dos movimentos que gera, tanto em termos de sua relação de mudança para o mundo

---

compreender as experiências estéticas no nível neurológico. O tema atrai estudiosos de várias disciplinas, incluindo neurocientistas, historiadores de arte e artistas e psicólogos.

4 O *entrainment*, significa um ajustar de um ritmo interno de um organismo, sincronizando-o com um ritmo externo. Interagindo um com o outro, ajustando-se na direção e periodicidade desejada. Clayton, M; Sager, R; Will, U. (2004). .



externo, como em termos de uma alteração na configuração de “Estado do corpo”. Este conhecimento é o resultado de uma associação entre a representação de um movimento e suas conseqüências, em outras palavras, tem uma significação, e esta é representada por um padrão de ativação cortical específico. Neurônios-espelho mostram que este conhecimento de movimento pode ser atribuído às ações feitas por outros. Quando um estímulo externo evoca uma atividade neural similar, àquela gerada internamente, representa uma determinada ação, o significado da ação observada é reconhecida por causa da similaridade entre as duas representações, daquela gerada internamente durante a ação e aquela evocada por estímulo (RIZZOLATTI et al., 1996).

Os chamados neurônios-espelho, são com efeito, o supremo dispositivo de simulação dos estados do corpo no cérebro. [...] Se um cérebro complexo pode simular o estado corporal de um outro indivíduo, é de supor que seria capaz de simular os estados corporais de seu próprio corpo. Um estado que já ocorreu em seu organismo deveria ser mais fácil de simular, pois já foi mapeado precisamente pelas mesmas estruturas somatosensitivas que agora são responsáveis por simulá-lo. (DAMÁSIO, 2011. p 134).

Tais situações podem ser exemplificadas como situa Jeannerod, por exemplo, em expectadores de uma partida de futebol na televisão. Eles executam mentalmente a ação de pegar a bola, correr, executar o gol, ou mesmo a frustração da bola perdida. ). A vivacidade da ação imaginada pode induzir alterações de observadores nas batidas do coração e taxas de respiração, relacionadas com o grau de seu esforço mental observado (JEANNEROD, 1994; 1997).

Embora neurônios-espelho apenas tem sido demonstrados diretamente em macacos, é acumulando evidência de que células semelhantes ou um sistema de espelho semelhante existe nos seres humanos. Como um experimento mostrou, a observação do movimento humano facilita os mesmos grupos musculares e circuitos motores, como quando os movimentos são executados (FADIGA et al, 1995). Estudos de neuroimagem também sugerem a existência de um sistema de espelho humano. IACOBONI et al. (1999) realizou um experimento de fMRI no qual os participantes foram instruídos a imitar um movimento do dedo, levantar um dedo em resposta a uma sinalização espacial ou apenas assistir o movimento do dedo ou a sinalização espacial.

GALLESE (2002) sugeriu que os neurônios-espelhos executam uma simulação do movimento planejado, permitindo a previsão de suas conseqüências sensoriais. Esta hipótese está em sintonia com as conclusões da pesquisa acima de IACOBONI et al.

(1999), que sugere um papel para o córtex premotor lateral, na predição de eventos perceptuais.

A ideia de cognição motora, proposta por Jeannerod (2008) também se baseia na função dos neurônios espelho. Esse modo cognitivo implica numa simulação motora que percebe os objetivos do movimento observado e reforça a ideia do lado não conceitual da ação representada que assume que mecanismos corporais podem mediar à compreensão do mundo externo, tanto o físico quanto o social (JEANNEROD, 2008). Esta simulação antecede a imitação ao aprender um movimento. Assim, essa aprendizagem em dança ocorre pela interação destes procedimentos: observação, simulação, imitação, repetição, mimese. Tratando da relevância aqui explorada na interação entre os procedimentos de observação, simulação e imitação. Na observação e a simulação ocorre uma espécie de ensaio dentro da mente. As ações que serão executadas nos processos posteriores, foram antes ações mentais. Estas ações mentais, a observação e a simulação, continuam presentes durante a imitação. Na imitação exige-se tanto a observação da ação quanto a sua execução (IACOBONI, 2005), ou seja, uma interação das funções visuais e motoras. Desde o início, então, se verifica uma cognição corporificada (VARELA et al.1993).

A hipótese da cognição corporificada está relacionada à ideia da cognição como uma compreensão que se dá no corpo. E este corpo não está separado do mundo no qual se encontra, é um corpo- contexto gerador de conhecimento por meio da experiência. Varela et al.(1993) colocam que o desafio para essa proposição é relacioná-la com os estudos da cognição humana pela neurociência e, o desafio para as ciências da cognição, seria pensar que o mundo é realmente independente do observador. Pois para esses autores, o observador e o conhecimento, a mente e o mundo, estão em relação um com o outro através de especificações mútuas ou de co-origem dependentes. Eles acreditam que a cognição somente pode ser compreendida pela nossa história corporal e social. A cognição como uma ação corporificada pode ser compreendida a partir da dependência do tipo de experiência que se dá por se ter um corpo com várias capacidades sensoriomotoras e pelo fato das capacidades sensoriomotoras individuais estarem arraigadas em um contexto biológico, psicológico e cultural (VARELA, 1993).

Outros estudos mostram que a capacidade humana de considerar as características de um objeto a partir da observação é decisiva na transmissão da cultura, tornando a descoberta dos neurônios-espelho fundamental para compreendermos o que

nos faz diferentes de outros animais em termos cognitivos (TOMASELLO; CARPENTER; CALL; BEHNE; MOLL, 2005, apud RIZZOLATTI, 2005). Rizzolatti (2005) afirma, ainda, que, diferentemente do sistema dos neurônios-espelho estudados em macacos, que possuem capacidade limitada (VISALBERGHI; FRAGASZY, 2001 apud RIZZOLATTI, 2005), nos humanos, esse parece ser um mecanismo ideal para a imitação. Existem claras evidências de que o sistema dos neurônios-espelho está envolvido na repetição direta das ações realizadas por outras pessoas, bem como no aprendizado por imitação (IACOBONI et al., 1999; BUCCINO et al., 2004; NISHITANI; HARI, 2000 apud RIZZOLATTI, 2005). Contudo, as reações inerentes aos processos cognitivos e comportamentais, suscitadas pelo estímulo artístico, emergem das relações entre fatores complexos, tais como a experiência pessoal e o modelo cultural de cada envolvido.

### **Considerações finais**

As interrelações entre a ciência do cérebro, as artes e o contexto cultural dos indivíduos, tem florescido em um campo de crescente interesse multidisciplinar. Os contínuos avanços em neuroimagem com ferramentas, tais como a ressonância magnética funcional e a análise genética contribuíram para essa demanda investigativa a partir de projetos experimentais que propuseram relevantes estudos sobre a base neural dos processos cognitivos, da experiência estética e criatividade. Como também da neurociência cognitiva em seus estudos sobre os mecanismos neurais associadas com o comportamento humano. Estas respostas proporcionam uma melhor compreensão sobre as condições que tornam as capacidades humanas, como pensar e sentir possíveis. Esclarece os esquemas conceituais que estruturam o nosso pensamento, mapeando as relações entre os conceitos existentes ou inventando novos conceitos.

A dança é um campo de estudo, bem como um campo a ser estudado por outras áreas. É também uma janela de nossa expressão da percepção do mundo, nossa compreensão dos eventos e a nossa própria experiência adquirida. Mas também é uma ferramenta para compreender como essas percepções e expressões são moldadas pela sociocultura dinâmica.

### **Referências bibliográficas**

1. ASBURY, C., & RICH, B., (eds.) 2008. *Learning, Arts, and the Brain: O Relatório Consórcio Dana em Artes e Cognição* Nova York / Washington, DC: Dana Press.

2. ADRIAN, E.D. **The Impulses Produced by Sensory Nerve Endings.** Journal of Physiology 61, p. 49-72. 1926.
3. BAILLIE, Katrina. **Do the Performer's feelings Affect his Memory and Learning Processes?** Disponível em:< <http://www.um.edu.mt/ema-ps/>>. Acesso em 19/03/2012.
4. BROWN, S; PARSONS, L. **The Neural Basis of Human Dance.** Cerebral Cortex. San Antonio, v.16, p.1157-1167, Ago. 2006.
5. BROWN S; MICHAEL, J; MARTINEZ, Lawrence P. **The Neural Basis of Human Dance.** Cereb Cortex. v.16, p. 1157-67, 2006.
6. BROWN, S; PARSONS, L. **Neuroscience and Dancing.** SciAm. v. 299, n.1,p. 78-83, 2008.
7. CALVO MERINO, B; JOLA, C; GLASER, D.E;HAGGARD, P. **Towards a sensorimotor aesthetics of performing art.** Conscious Cogn. v.17, p.911-22, 2008.
8. CAVANAGH P. **The artist as neuroscientist.** Nature 434, 301–307. 2005.
9. CELA CONDE, C. J., MARTY, G., MAESTU, F., ORTIZ, T., MUNAR, E., FERNANDEZ, A., ROCA, M., ROSSELLO, J., & QUESNEY, F. **Activation of the prefrontal cortex in the human visual aesthetic perception.** PNAS - Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A. 2004.
10. CLAYTON, M; SAGER, R; WILL, U. (2004). **In time with the music: The concept of entrainment and its significance for ethnomusicology.** ESEM Counterpoint 1:1–82 .
11. CROSS, E.S; KRAEMER, D.J.M; HAMILTON, A.F.C; KELLEY, W.M; DECETY, J; JEANNEROD, M. **Mentally simulated movements in virtual reality: does Fitt's law hold in motor imagery?** Behav Brain Res. v. 72, n. 1-2,p.127-34,1995.
12. DAMASIO, Antonio. **E o cérebro criou o homem.** Trad. Mota, Laura Teixeira. São Paulo. Companhia das letras. 2011.
13. DI PELEGLEGRINO G, FADIGA L, GALLESE V, RIZZOLATTI G. **Understanding motor events: a neurophysiological study.** Exp. Brain Res. v. 91, p.176-80,1992.
14. DUPUY, J. P. **Aux origines des sciences cognitives.** Paris: Éditions La Découverte, 1994.

15. FADIGA L, FOGASSI L, PAVESI G, RIZZOLATTI G. **Motor facilitation during action observation: a magnetic stimulation study.** J. Neurophysiol.v. 73, p.2608-11, 1995.
16. FREEDBERG D., GALLESE V. **Motion, emotion and empathy in esthetic experience.** Trends Cogn. Sci. (Regul. Ed.) 11, 197–203. 2007
17. FIELD, J. H., MAGOUN, H.W. and HALL, V.E. (Eds.) (1960) **Handbook of Physiology**, Sect. I, Vol. III. Washington: American Physiological Society, pp. 1595-1668.
18. GALLESE, V; FADIGA, L; FOGASSI, L; RIZZOLATTI, G. **Action recognition in the premotor cortex.** Brain, v.119, p.593-609, 1996.
19. GAZZANIGA, M. (org). **Learning, Arts and the Brain.** The Dana Consortium Report on Arts and Cognition. Dana Press, New York, D.C.,2008.
20. GAZZANIGA, IVRY, MANGUN. **Neurociência Cognitiva.** Cap. 1. Disponível em:  
[http://downloads.artmed.com.br/public/G/GAZZANIGA\\_Michael\\_S/Neurociencia\\_Cognitiva\\_2ed/Liberado/Cap\\_01.pdf](http://downloads.artmed.com.br/public/G/GAZZANIGA_Michael_S/Neurociencia_Cognitiva_2ed/Liberado/Cap_01.pdf). Acesso em: 19-03-2012.
21. GERARD, R.W. & LIBET, B. **The Control of Normal and "Convulsive" Brain Potentials.** Americal Journal of Psychiatry 96: 1125-1153. 1940.
22. HAGENDOORN, Ivar. **Some Speculative Hypotheses about the Nature and Perception of Dance and Choreography.** Journal of Consciousness Studies, v.11, n. 3–4, p. 79–110, 2004.
23. HEBB, D. **The Organization of Behavior: A Neurophysiological Theory.** New York: John Wiley. 1949.
24. HODGKIN, A.L. & HUXLEY, A.F. **A Quantitative Description of Membrane Current and its Application to Conduction and Excitation in Nerve.** Jln. of Physiology 117, p. 500-544. 1952.
25. IACOBONI, M. **Understanding others: imitation, language, empathy.** In: HURLEY, S; CHATER, N. eds. **Perspectives on imitation: From Neuroscience to Social Science.** Cambridge, MA: MIT, p.77-99, 2005.
26. IACOBONI, M; WOODS, R.P; BRASS, M; BEKKERING, H; MAZZIOTTA, J.C; RIZZOLATTI, G. **Cortical mechanisms of human imitation.** Science, v. 286, p.2526-28, 1999.
27. JEANNEROD, M. **The representing brain: Neural correlates of motor intention and imagery.** Behav Brain Sci. v. 17, p.187-245, 1994.

28. \_\_\_\_\_, Marc. **Motor cognition: What actions tell the self**. 3th. New York: Oxford University Press, 2008.
29. JUNIOR, Alfredo Pereira. **Breve Histórico da Neurociência Cognitiva**. [artigo científico]. Disponível em: [http://www2.ibb.unesp.br/departamentos/Educacao/depto\\_home/Alfredo/documentos/Breve\\_Historico\\_da\\_Neuroc\\_Cognitiva\\_Pereira.pdf](http://www2.ibb.unesp.br/departamentos/Educacao/depto_home/Alfredo/documentos/Breve_Historico_da_Neuroc_Cognitiva_Pereira.pdf). Acesso em: 19-03-2012.
30. JOURNAL OF CONSCIOUSNESS STUDIES. **Art and the brain**, Vol. 6(6–7). (Exeter: Imprint Academic; ). 1999.
31. JOURNAL OF CONSCIOUSNESS STUDIES. **Art and the brain**, Part II, Vol. 7(8–9). (Exeter: Imprint Academic; ). 2000
32. JOURNAL OF CONSCIOUSNESS STUDIES. **Art and the brain**, Part III, Vol. 11(3–4). (Exeter: Imprint Academic; ). 2004.
33. KATZ, Helena Tânia. **Um, Dois, Três. A dança é pensamento do corpo**. Belo Horizonte: FID. 2005.
34. KOHLER, W. **Relational Determination in Perception**. In L.A. Jeffress (Ed.) **Cerebral Mechanisms in Behavior: The Hixon Symposium** . New York: Hafner. 1951.
35. LIVINGSTONE M. **Vision and Art: The Biology of Seeing**. New York: Abrams. 2002.
36. MARTINDALE C., editor. (ed.). **Evolutionary and Neurocognitive Approaches to Aesthetics**, Creativity and the Arts. London: Baywood. 2006.
37. McCULLOCH, W.S. & PITTS, W. **A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity**. Bulletin of Mathematical Biophysics 5, P. 115-133. 1943.
38. ONIANS J. **Neuroarthistory: From Aristotle and Pliny to Baxandall and Zeki**. New Haven: Yale University Press. 2008.
39. RAMACHANDRA, V.S; HIRSTEIN, W. **The Science of Art: A Neurological theory of Aesthetic Experience**. Journal of Consciousness studies, v.6, n.6-7, p.15-51, 1999.
40. RAMON Y CAJAL, S. **Histology** . 10th. Ed., Baltimore: Wood. 1933.
41. RIZZOLATTI, G. **The mirror neuron system and its function in humans**. Anat. Embryol., 210 (5-6), 2005, p. 419-421.
42. RIZZOLATTI, G; FADIGA, L; FOGASSI, L; GALLESE, V. **Premotor cortex and the recognition of motor actions**. Brain. Res. v.3, p.131–141, 1996.

43. RIZZOLATTI, G; CRAIGHERO, L. **The mirror-neuron system.** Annu Rev Neurosci. v. 27, p.169-92, 2004.
44. RIZZOLATTI, G. SINIGAGLIA, C. **Las Neuronas Espejo.** Barcelona: Paidós, 2006.
45. SOLSO, R.L. **Brain activities in skilled versus a novice artist: an fMRI study.** Leonardo, v.34, 2003; p.31-34.
46. TEUBER, H.-L. (1976) **The Brain and Human Behavior.** In Neurosciences Research
47. VARELA, F. J; THOMPSON, E; ROSH, E. **The embodied Mind: cognitive science and human experience.** Cambrige/London: MITPress, 1993.
48. ZEKI, S. **Inner Vision: An Exploration of Art and the Brain.** Oxford: Oxford University Press.
49. \_\_\_\_\_. **Essays on Science and Society: Artistic creativity and the Brain.** Science, v.293, n.5527, p.51-52, 2001.