

DEFAULT MODE, EXECUTIVE CONTROL E SALIENCE NETWORK: ESTUDO DAS REDES NEURAIS DE CRIATIVIDADE E PROCESSOS DE CRIAÇÃO PARA AS ARTES CÊNICAS

Izabela Lucchese Gavioli (Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS)¹

RESUMO

O presente estudo traz uma reflexão sob forma de revisão narrativa de literatura focada nos processos mentais da criatividade e seus modos de operação nas Artes Cênicas. A criatividade e os processos de criação são estados e comportamentos naturais da humanidade (OSTROWER, 2012; SANTOS, 2013); o pensamento criativo está na base das inovações da ciência, da tecnologia, das Artes e também nas soluções dos problemas cotidianos (HEILMAN; ACOSTA, 2013; CHÁVEZ-EAKLE *et al.*, 2007; GONZÁLEZ *et al.*, 2007). A pesquisa em criatividade vem se mostrando uma área complexa, abundante em problemas de difícil resolução, pelo menos no momento acadêmico atual. As perguntas que norteiam os embasamentos teóricos são das mais diversas áreas do conhecimento: existe algum traço ou habilidade criativa de domínio geral? A criatividade é principalmente individual ou sociocultural? (SILVIA *et al.*, 2012). Lucchiari e colaboradores (2018) fazem uma interessante análise sobre como podemos ativar ou desativar o modo criativo do cérebro operar. Este estado é treinável e os sujeitos podem ter mais facilidade de acesso a ele quando necessitam. Chama-se de “*creativity-on*” o estado em que podemos unir conceitos aparentemente distintos para produzir novas ideias; ele se opõe ao chamado “*creativity-off*”, essencialmente caracterizado pelo funcionamento mental habitual. A rede da chamada alta criatividade corresponde a três sistemas cerebrais específicos: a *Default Mode Network* (DMN – ou “rede de modo padrão”), a *Executive Control Network* (“rede de controle executivo”) e a *Saliency Network* (“rede de saliência” ou de importância). A rede de modo padrão está ativa na geração de ideias e nos processos de *brainstorming*. A rede de controle

¹ Graduada em Medicina pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1993). Especialista em Medicina Interna (Hosp. N. Sr^a. da Conceição), Reumatologia (Hosp. de Clínicas de Porto Alegre) e Medicina do Esporte (PUC-RS). Mestre e Doutora em Artes Cênicas (PPGAC - UFRGS). Professora Adjunta do curso de Licenciatura em Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professora de Medicina da Dança no pós-graduação em Dança da PUC-RS (2001 - 2017). Atuação artística (interpretação, docência e coreografia) na área da Dança. Registro profissional em Medicina: CRM-RS 19988. Registro profissional em Dança: DRT/RS 4236/91; SATED Nº 6011. Membro da *International Association for Dance Medicine and Science* (IADMS - Washington, EUA) desde janeiro/2011.

executivo age quando é necessário recrutar a atenção e desempenha um papel crítico na avaliação de ideias. A rede de saliência ou de importância funciona como um mecanismo de alternância entre as outras redes, elegendo qual a mais adequada para operar em determinado momento; é fundamental na criticidade que avalia o potencial de uma ideia gerada (BEATY *et al.*, 2018). Normalmente, estas redes não são ativadas ao mesmo tempo e costumam trabalhar em oposição: quando a rede de controle executivo é ativada, a rede de modo padrão é desativada. Entretanto, pessoas consideradas altamente criativas são caracterizadas pela capacidade de envolver essas redes cerebrais em larga escala e concomitantemente. Este estudo foi desenvolvido durante um experimento de criação coreográfica com o artista Rui Moreira (GAVIOLI, 2019), propondo-se a compreender as vias neurais da criatividade, e a contribuir com a discussão em Artes Cênicas acerca deste processo.

PALAVRAS-CHAVE

Criatividade; Neurociência; Processos de Criação.

ABSTRACT

This study brings a reflection in the form of a narrative literature review focused on the mental processes of creativity and its modes of operation in the Performing Arts. Creativity and creation processes are natural states and behaviors of humanity (OSTROWER, 2012; SANTOS, 2013); creative thinking is at the base of innovations in science, technology, arts and also in solutions to everyday problems (HEILMAN; ACOSTA, 2013; CHÁVEZ-EAKLE *et al.*, 2007; GONZÁLEZ *et al.*, 2007). Creativity research is proving to be a complex area, full of problems difficult to solve, at least in the current academic period. The questions that guide the theoretical foundations are from the most diverse areas of knowledge: is there any creative trait or skill of general domain? Is creativity primarily individual or sociocultural? (SILVIA *et al.*, 2012). Lucchiari *et al.* (2018) make an interesting analysis of how we can activate or deactivate the brain's creative mode to operate. This state is trainable and subjects can have easier access to it when they need it. “Creativity-on” is the state in which we can unite seemingly distinct concepts to produce new ideas; it is opposed to the so-called “creativity-off”, essentially characterized by normal mental functioning. The so-called high creativity network corresponds to three specific brain systems: Default Mode

Network (DMN), the Executive Control Network and the Salience Network (or importance network). DMN is active in idea generation and brainstorming processes. The executive control network acts when attention is needed and plays a critical role in evaluating ideas. The salience or importance network works as an alternation mechanism between the other networks, choosing which is the most suitable to operate at a given time; it is fundamental in the criticality that assesses the potential of a generated idea (BEATY et al., 2018). Typically, these networks are not activated at the same time and usually work in opposition: when the executive control network is activated, the network by default is deactivated. Nevertheless, people considered highly creative are characterized by the ability to engage these brain networks on a large scale and concomitantly. This study was developed during a choreographic creation experiment with the artist Rui Moreira (GAVIOLI, 2019), proposing to understand the neural pathways of creativity, and to contribute to the discussion in Performing Arts about this process.

KEYWORDS

Creativity; Neuroscience; Creation Processes.

RESÚMEN

Este estudio trae una reflexión en forma de revisión narrativa de literatura centrada en los procesos mentales de la creatividad y sus modos de operación en las Artes Escénicas. La creatividad y los procesos de creación son estados y comportamientos naturales de la humanidad (OSTROWER, 2012; SANTOS, 2013); El pensamiento creativo está en la base de las innovaciones en la ciencia, en la tecnología, en las artes y también en la solución de problemas cotidianos (HEILMAN; ACOSTA, 2013; CHÁVEZ-EAKLE et al., 2007; GONZÁLEZ et al., 2007). La investigación en creatividad es un área compleja, llena de problemas de difícil solución, al menos en el período académico actual. Las preguntas que orientan los fundamentos teóricos provienen de las más diversas áreas del conocimiento: ¿existe algún rasgo o habilidad creativa en el dominio general? ¿Es la creatividad principalmente individual o sociocultural? (SILVIA et al., 2012). Lucchiari et al. (2018) hacen un interesante análisis de cómo podemos activar o desactivar el modo creativo del cerebro para operar. Este estado es entrenable y los sujetos pueden tener un acceso más fácil a él cuando lo necesiten. "*creativity on*" es el estado en el que podemos unir conceptos aparentemente

distintos para producir nuevas ideas; se opone al llamado “*creativity off*”, caracterizado esencialmente por un funcionamiento mental usual. La llamada red de alta creatividad corresponde a tres sistemas cerebrales específicos: la red de modo patrón (DMN - “*Default Mode Network*”), la red de control ejecutivo (“*Executive Control Network*”) y la red de prominencia (“*Salience Network*”) o de importancia. La DMN está activa en los procesos de generación de ideas y lluvia de ideas. La red de control ejecutivo actúa cuando se necesita atención y juega un papel fundamental en la evaluación de ideas. La red de prominencia o importancia funciona como un mecanismo de alternancia entre las otras redes, eligiendo cuál es la más adecuada para operar en un momento dado; es fundamental en la criticidad que evalúa el potencial de una idea generada (BEATY et al., 2018). Normalmente, estas redes no se activan al mismo tiempo y suelen trabajar en oposición: cuando la red de control ejecutivo está activada, la DMN está desactivada. Sin embargo, las personas consideradas altamente creativas se caracterizan por la capacidad de involucrar estas redes cerebrales a gran escala y de manera concomitante. Este estudio se desarrolló durante un experimento de creación coreográfica con el artista Rui Moreira (GAVIOLI, 2019), proponiendo comprender las vías neuronales de la creatividad y contribuir a la discusión en Artes Escénicas sobre este proceso.

PALABRAS CLAVE:

Creatividad; Neurociencia; Procesos de creación.

RÉSUMÉ

Cette étude apporte une réflexion sous la forme d'une revue narrative de littérature centrée sur les processus mentaux de la créativité et ses modes de fonctionnement dans les Arts du spectacle. La créativité et les processus de création sont des états et des comportements naturels de l'humanité (OSTROWER, 2012 ; SANTOS, 2013) ; la pensée créative est à la base des innovations dans les sciences, la technologie, les arts et aussi dans les solutions aux problèmes quotidiens (HEILMAN ; ACOSTA, 2013 ; CHÁVEZ-EAKLE et al., 2007 ; GONZÁLEZ et al., 2007). La recherche sur la créativité est dans un domaine complexe, plein de problèmes difficiles à résoudre, du moins dans la période universitaire actuelle. Les questions qui guident les fondements théoriques sont issues des domaines de connaissance les plus divers: existe-t-il un trait ou une compétence créative dans le domaine général? La créativité est-elle avant tout individuelle ou socioculturelle? (SILVIA et al., 2012). Lucchiari et al (2018) font une analyse intéressante de la façon dont nous pouvons activer ou désactiver le mode créatif

du cerveau pour fonctionner. Cet état peut être entraîné et les sujets peuvent y accéder plus facilement lorsqu'ils en ont besoin. “*creativity-on*” est l'état dans lequel nous pouvons unir des concepts apparemment distincts pour produire de nouvelles idées; il s'oppose à ce que l'on appelle le “*creativity-off*”, caractérisé essentiellement par un fonctionnement mental habituel. Le réseau dit de haute créativité correspond à trois systèmes cérébraux spécifiques: le *Default Mode Network* (DMN – ou réseau en mode par défaut), l'*Executive Control Network* (ou réseau de contrôle exécutif) et le *Salience Network* (ou réseau d'importance). Le DMN est actif dans les processus de génération d'idées et de brainstorming. Le réseau de contrôle exécutif agit lorsque l'attention est nécessaire et joue un rôle essentiel dans l'évaluation des idées. Le réseau d'importance fonctionne comme un mécanisme d'alternance entre les autres réseaux, choisissant celui qui est le plus adapté pour fonctionner à un moment donné; elle est fondamentale dans la criticité qui évalue le potentiel d'une idée générée (BEATY et al., 2018). Typiquement, ces réseaux ne sont pas activés en même temps et fonctionnent généralement en opposition: lorsque le réseau de contrôle exécutif est activé, le réseau par défaut est désactivé. Pourtant, les personnes considérées comme très créatives se caractérisent par la capacité d'engager ces réseaux cérébraux à grande échelle et de manière concomitante. Cette étude a été développée lors d'une expérience de création chorégraphique avec l'artiste Rui Moreira (GAVIOLI, 2019), proposant de comprendre les voies neuronales de la créativité, et de contribuer à la discussion en Arts du Spectacle sur ce processus.

MOTS CLÉS:

Créativité; Neurosciences; Processus de création.

Introdução

A criatividade é um conceito operativo no ato criativo e, na Arte, pode ser entendida como uma ferramenta indispensável aos percursos que levam ao resultado desejado ou à riqueza de seus processos. A pesquisa em criatividade vem se mostrando uma área complexa, abundante em problemas de difícil resolução, pelo menos no momento acadêmico atual. As perguntas que norteiam os embasamentos teóricos são das mais diversas áreas do conhecimento: existe algum traço ou habilidade criativa de domínio geral? A criatividade é principalmente individual ou sociocultural? A criatividade está associada à doença mental? Nas Artes, esta discussão é acrescida de dúvidas quanto às particularidades da criatividade nos diversos momentos do artista,

sejam ligados ao seu cotidiano pessoal ou profissional, ou à obra final, em si (SILVIA *et al.*, 2012; GAVIOLI, 2019).

A criatividade é uma característica fundamental para o bem-estar do indivíduo e para a sobrevivência em sociedade e já foi definida por alguns estudiosos como o “recurso supremo da espécie humana” (LUCCHIARI *et al.*, 2018, p. 1). A criatividade e os processos de criação são estados e comportamentos naturais da humanidade (OSTROWER, 2012; SANTOS, 2013); o pensamento criativo está na base das inovações da ciência, da tecnologia, das Artes e também nas soluções dos problemas cotidianos (HEILMAN; ACOSTA, 2013; CHÁVEZ-EAKLE *et al.*, 2007; GONZÁLEZ *et al.*, 2007).

Nas Artes, a criatividade é matéria prima, e constitui um foco de inquietação no ciclo produtivo do artista. As efervescências de um momento profícuo podem alternar-se com a aridez criativa, trazendo instabilidade a uma trajetória que não pode depender de vislumbres. Compreender as instâncias mentais que organizam o ato criativo pode fornecer ao artista substrato para o autoconhecimento e a sistematização de processos mentais que tornem a criação um procedimento natural de trabalho.

Este estudo constitui uma revisão narrativa de literatura situada nas áreas de interesse da intersecção Arte-Ciência. Foi ensejado pelo experimento desenvolvido por Gavioli (2019) acerca do processo de criação coreográfica do artista Rui Moreira; propõe-se a compreender as vias neurais da criatividade, e como a neurociência pode contribuir com a discussão em Artes Cênicas acerca do processo criativo.

Criatividade: para além das definições

Apesar da criatividade ser considerada indefinível por diversos autores, suas definições mais frequentes convergem em torno de qualificá-la como a habilidade de gerar ideias novas, rompendo com estados mentais estabelecidos (OSTROWER, 2012; SANTOS, 2013). A definição mais aceita, e que pode ser adequadamente aplicada a todos os contextos, propõe um duplo requisito para a criatividade: originalidade e utilidade (KOWATARI, 2009; IVANKOVSKY, 2018). Sowden e colaboradores (2015) postulam que a criatividade é a interação entre aptidão, processo e ambiente pelo qual um indivíduo ou grupo elabora um produto perceptível que é novo e útil, conforme definido num contexto social. Paul Torrance (*apud* KIM, 2006, p. 3), psicólogo que viveu entre 1915 e 2003, conhecido como “Pai da Criatividade”, propôs o seguinte conceito:

Processo de tornar-se sensível a problemas, deficiências, lacunas no conhecimento, falta de elementos, desarmonias, e assim por diante; identificar a dificuldade; procurar soluções, elaborar suposições ou formular hipóteses sobre as deficiências; testar e retestar essas hipóteses, e possivelmente modificá-las e testá-las novamente; e, finalmente, comunicar os resultados. [tradução da autora]

As abordagens em neurociência social propuseram uma conceituação de criatividade baseada na importância dada: (a) à pessoa que cria; (b) aos processos cognitivos envolvidos na criação de ideias; (c) ao ambiente no qual a criatividade ocorre; e (d) ao resultado da atividade criativa. É importante considerar as expressões multifacetadas resultantes da criatividade, como a representação artística, o progresso científico e a resolução de problemas. Portanto, embora haja um grande interesse dedicado a essa questão, ainda é difícil definir e estudar a criatividade de maneira abrangente (LUCCHIARI *et al.*, 2018).

A criatividade vem sendo estudada por diversas áreas do conhecimento que não apenas a neurociência, mas também, por exemplo, a filosofia, a antropologia, a sociologia e muitos de seus ramos. É interessante desenvolver uma percepção para detectar similaridades e reescritas de conceitos que são o mesmo fenômeno, mas aparecem descritos em jargão característico em cada diferente área do conhecimento. Gonzalez e Haselager (2005), autores da área de semiótica, sugerem que a criatividade é uma combinação de noções de hábito, surpresa, pensamento abduutivo (o que resolve problemas) e ordem de parâmetros. Pode ter uma relação intrínseca com a quebra de hábitos e a aquisição de novos através do processo abduutivo, que pode ser entendido como a formação de novas ordens de parâmetros sob a influência de perturbações surpreendentes; e alertam que os contrastes entre abordagens mecanicistas e não-mecanicistas da criatividade ainda não podem ser explicados objetivamente.

Segundo Ivankovsky e colaboradores (2018), influências culturais podem modular a fase de avaliação de ideias do processo criativo, sendo importante determinante para a diferença de capacidade criativa aferida em populações diversas. Culturas não ocidentais, como o leste asiático, já foram consideradas menos criativas em comparação com culturas ocidentais. No Japão, por exemplo, há um definido potencial para o pensamento divergente, holístico e dialético; entretanto, este potencial não aparece necessariamente em desfechos criativos nas pesquisas realizadas. Uma possível explicação para essas diferenças entre culturas individualistas e coletivistas é que elas diferem no controle inibitório; nos países do Leste Asiático, a ênfase no

autocontrole, através de um ensino restritivo e de um estilo parental rigoroso, reflete uma inibição de resposta mais intensa devido a normas sociais restritivas. Em certas culturas asiáticas a singularidade é percebida como um desvio, e ser diferente dos outros é censurado. Essas influências culturais podem modular a fase de avaliação de pensamentos do processo criativo, em que as ideias geradas são reguladas através da inibição e mais ideias são julgadas inadequadas e possivelmente inibidas.

Apesar da convergência em torno do criativo como original e novo, o que qualificamos como criativo é, muitas vezes, a criação de formas novas a partir de outras já existentes, às quais damos uma nova utilização (GONZÁLEZ *et al.*, 2007). Lewis e colaboradores (2018) afirmam que o pensamento criativo depende da reorganização de conhecimentos já existentes. Green e colaboradores (2017), concordando, contam que Steve Jobs (conhecido e bem-sucedido empreendedor, cofundador da *Apple Inc.*, falecido em 2011) dizia que os inovadores de sua equipe frequentemente sentiam-se culpados por levarem os créditos de suas realizações criativas. “Eles não fizeram realmente aquilo, eles só viram algo... Criatividade é apenas conectar coisas. Ideias criativas acontecem quando as pessoas estão disponíveis a conectá-las e sintetizar novas ideias” (JOBS, *apud* GREEN *et al.*, 2017, p. 2629). De fato, as pesquisas em criatividade indicam que novas ideias criativas surgem a partir da conexão de conceitos previamente estabelecidos que pareciam distantes entre si. A cognição relacional – encontrar relações entre pessoas ou elementos – especialmente na forma de raciocínio analógico, é frequentemente um mecanismo que proporciona grandes avanços nas ciências, nas artes, na educação e na indústria (GAVIOLI, 2019)

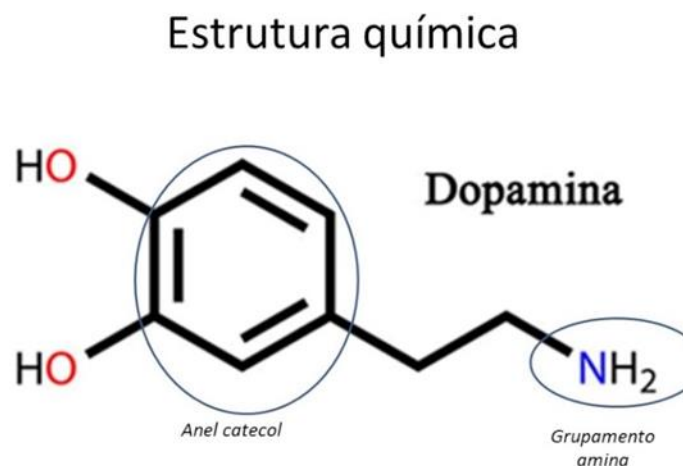
Substratos da neurociência e da documentação cerebral para a criatividade

Muitas pessoas acreditam em um determinismo criativo, como se a habilidade de criar obras artísticas excepcionais fosse inata. A criatividade é uma instância mental que pode estar relacionada a questões genéticas, mas é antes de tudo uma capacidade de todo o ser humano, com suas variáveis bioquímicas, culturais e comportamentais.

A criatividade humana parece ter suas bases bioquímicas na dopamina (Figura 1), neurotransmissor monoaminérgico da família das catecolaminas, precursor natural da adrenalina e da noradrenalina e estimulador do sistema nervoso simpático. O sistema nervoso simpático faz parte da divisão denominada sistema nervoso autônomo, que comanda reações não volitivas de nossa organicidade. O sistema nervoso simpático, em contraposição ao parassimpático, determina a prontidão de nossos órgãos e sistemas para situações de risco ou necessidade de decisão imediata. A dopamina é responsável

por aumentar os níveis de alerta, reduzir as inibições latentes, potencializar os comportamentos dirigidos e favorecer a abertura à novidade através da flexibilidade cognitiva, que é considerada uma das características neurológicas cardinais da criatividade. Está envolvida no controle de movimentos, no aprendizado, no humor, nas emoções, na cognição e na memória, e tem estreita relação com o sistema de recompensas (GAVIOLI, 2019).

Figura 1: Estrutura química da dopamina



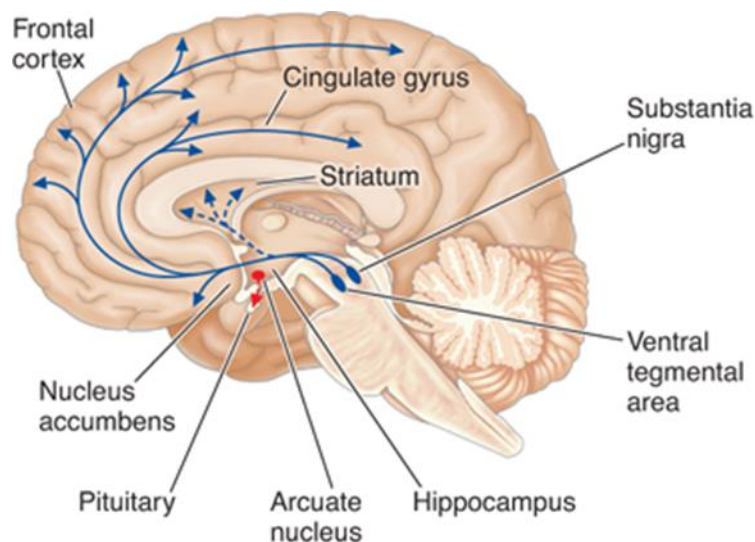
Fonte: NICULCEA; FONT; MORATALLA, 2014

Segundo Pfenninger (1991), as funções cerebrais ocupam uma ordem hierárquica na qual, de forma crescente, viriam as funções do sistema nervoso autônomo, o instinto, a memória, a linguagem, a inteligência e a criatividade, ocupando o topo desta hierarquia funcional cerebral. As variáveis biológicas da criatividade seriam: a) o nível de conexões cerebrais determinadas pelo genoma; b) o nível de atividade específica nesses circuitos cerebrais; e c) o resultado das interações do cérebro com o ambiente físico, social e cultural (IVANKOVSKY *et al.*, 2018).

Apesar da ligação evidente entre a flexibilidade cognitiva e a criatividade (BEATY *et al.*, 2016, 2017, 2018; LUCCHIARI *et al.*, 2018), ainda não se compreende exatamente como esta relação acontece. Pelo menos duas considerações podem ser feitas a este respeito: primeiro, não há apenas um sistema dopaminérgico, mas pelo menos três vias principais, com duas delas supostamente regulando o pensamento e o comportamento criativo: a via mediofrontal originada na área ventral tegmental, e a via nigrostriatal originada na *substantia nigra* (Figura 2). A interação entre elas parece

englobar o controle cognitivo e, mais do que isto, o controle do equilíbrio entre a estabilidade cognitiva (por exemplo: manter uma determinada meta, ter foco, atenção) e a flexibilidade cognitiva (por exemplo: ser capaz de mudar de opinião, estar aberto a novas informações). Estas características são fundamentais para o comportamento criativo. O segundo motivo pelo qual parece difícil compreender exatamente como a dopamina afeta o comportamento criativo é que a produção do neurotransmissor e sua performance nas tarefas de criatividade não guarda uma linearidade (ZABELINA *et al.*, 2019).

Figura 2: Vias dopaminérgicas: área ventral tegmental e *substantia nigra*. Corte sagittal (lateral)

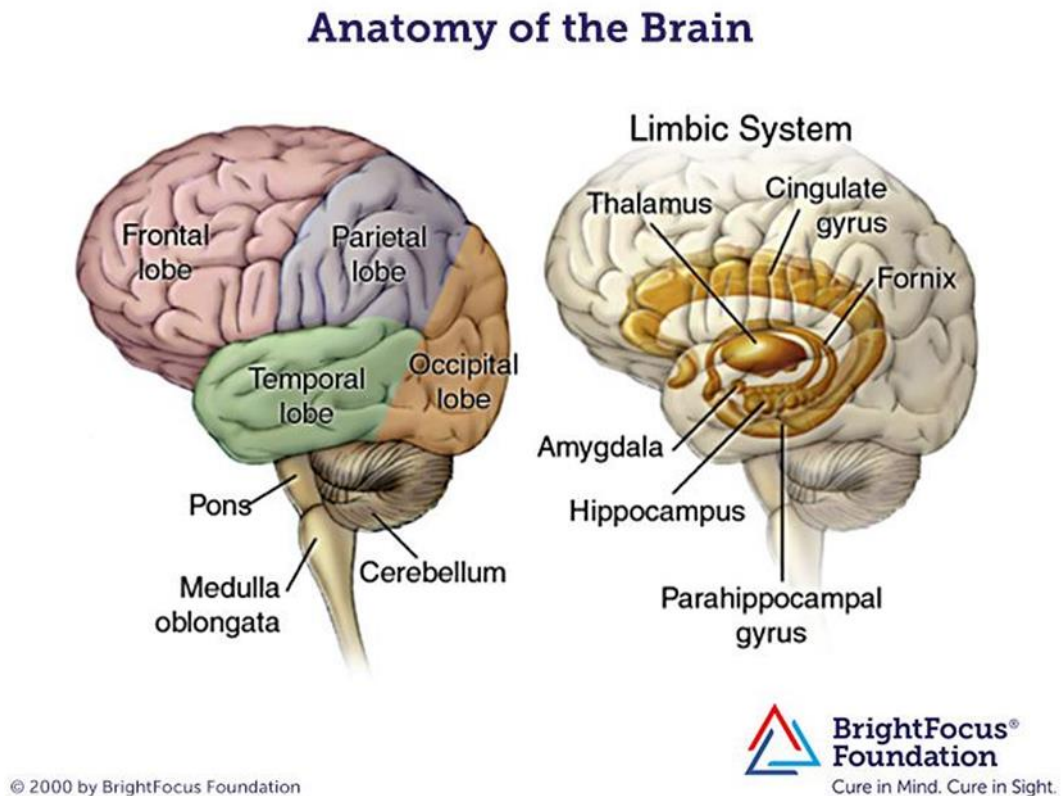


Fonte: VARGAS; CARDOSO, 2018

Através de técnicas de mapeamento do fluxo sanguíneo cerebral, foi identificado aumento de atividade em áreas cerebrais específicas de indivíduos considerados altamente criativos durante a execução de uma tarefa de criação. Este achado sugere a existência de uma rede neural específica relacionada ao processo criativo (CHÁVEZ-EAKLE *et al.*, 2007; ZABELINA *et al.*, 2019). Haveria, nestes indivíduos, um *drive* criativo, algo como um caminho neuronal para a criatividade: este caminho seria composto pelas relações e intercomunicações entre os lobos frontais (responsáveis por gerar ideias), os lobos temporais (responsáveis por editar e avaliar estas ideias) e o sistema límbico (Figura 3), através da ação da dopamina. Parece haver também uma área inibitória de controle cognitivo no giro frontal inferior esquerdo (Figura 4),

exercendo a função de controle ou inibição da criatividade. Esta ideia é corroborada pela observação de que pacientes que apresentavam lesões nesta área inibitória demonstraram incremento em atividades criativas artísticas (IVANKOVSKY *et al.*, 2018).

Figura 3: Anatomia do cérebro. Lobos cerebrais e sistema límbico. Vista lateral esquerda

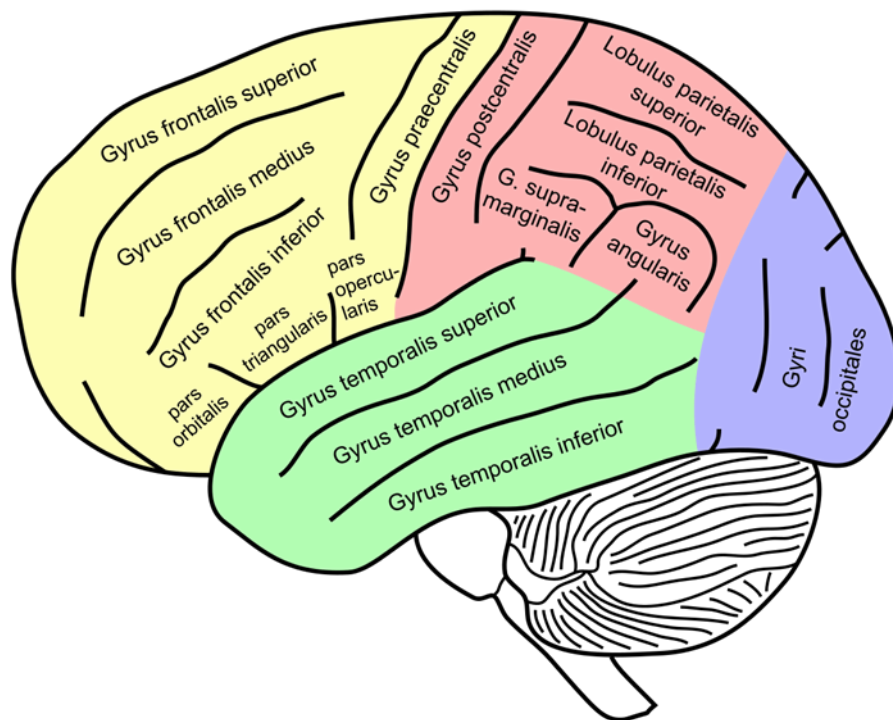


Fonte: BRIGH FOCUS FOUNDATION, 2000

O processo de geração de novas ideias foi o objeto de estudo de Benedek e colaboradores (2018), que mediram a ativação do cérebro enquanto os participantes geravam ideias originais (novas), relembavam ideias originais ou relembavam ideias comuns. A geração de ideias originais e a lembrança de ideias originais mostraram um padrão de ativação cerebral semelhante, exibindo ativação de regiões parahipocámpais (próximas ao hipocampo, sede da memória) e no córtex pré-frontal bilateral. Estes achados sugerem que a construção de novas ideias se baseia em processos semelhantes, tais como lembrar ideias originais a partir de episódios da memória. Entretanto, a geração de ideias realmente novas envolveu maior ativação de uma outra área cerebral: um aglomerado focado no giro supramarginal esquerdo (Figura 4). Esse achado, segundo os autores, aprofunda a compreensão de que o pensamento criativo se baseia na

memória, mas vai além dela. Este estudo corrobora a noção de que aquilo que costumamos chamar “inspiração” recebe grandes aportes de experiências vividas e informações recebidas. A memória é o substrato do artista, seja de forma consciente ou inconsciente. A trajetória pessoal, mesmo quando não relacionada diretamente ao campo de criação, fornece alternativas à volição e dá parâmetros ao pensamento divergente.

Figura 4: Giros cerebrais. Vista lateral esquerda



Fonte: BRIGTH FOCUS FOUNDATION, 2000

O paradigma dicotômico dos hemisférios cerebrais, vigente durante décadas, fomentou a estigmatização das funções cerebrais e a tipificação dos indivíduos, fazendo acreditar que aqueles com tendências a pensamentos mais exatos não poderiam ser, por exemplo, artistas profícuos; ou que aqueles com tendências mais subjetivas ou holísticas não poderiam ser bons cientistas (HEILMAN; ACOSTA, 2013). Esta noção opositiva atribuía ao hemisfério cerebral esquerdo a lógica, as funções analíticas, o sequenciamento, a linearidade, a matemática, a linguagem, as análises factuais, o pensamento transposto às palavras, a compreensão das letras das músicas e a computação. Ao hemisfério cerebral direito atribuía a criatividade, a imaginação, o pensamento holístico, a intuição, as habilidades artísticas, o ritmo, os comportamentos não verbais, a compreensão das melodias musicais e os estados de abstração durante a

vigília (“*daydreaming*”). O estudo de Chávez-Eakle e colaboradores (2007) contribuiu para, ao menos, questionar este paradigma de habilidades condicionadas aos hemisférios cerebrais. Demonstrou maior ativação cerebral em sujeitos considerados altamente criativos em ambos os hemisférios cerebrais: giro pré-frontal direito, giro frontal médio direito e esquerdo, giro orbital frontal esquerdo e giro inferior esquerdo (Figura 4), além do cúlmen cerebelar, confirmando contribuição cerebral bilateral para tarefas relacionadas à criatividade. Estas estruturas mostraram-se envolvidas com a cognição, as emoções, a memória de trabalho e a resposta à novidade. Outros estudos (KOWATARI *et al.*, 2009; COLOMBO *et al.*, 2015) confirmam a noção de colaboração inter-hemisférica na criatividade e destacam que não houve diferença na ativação do córtex pré-frontal de ambos os hemisférios cerebrais no desenvolvimento de tarefas criativas.

Segundo estes autores, haveria, na produção criativa, uma integração de processos perceptuais, volitivos, cognitivos e emocionais. A integração hemisférica é especialmente importante para promover a inovação criativa, dando suporte à noção de que a criatividade está associada à colaboração de ideias conceitualmente distantes estabelecidas em diferentes domínios cerebrais. A criatividade não parece estar relacionada exclusivamente a qualquer processo cognitivo específico, como a linguagem, a memória, a percepção, a reflexão ou o pensamento lógico, mas em diversas combinações entre todos eles (GAVIOLI, 2019).

“Ligar e desligar” o modo criativo

Vários autores (BEATY *et al.*, 2018; LEWIS *et al.*, 2018; LUCCHIARI *et al.*, 2018) destacam que existe uma diferença entre a criatividade do cotidiano e a de grandes realizações: a “*little-c*”, ou pequena criatividade, seria aquela implicada em tarefas do cotidiano, como escolher a roupa que vamos usar ou decidir o melhor caminho à frente de um engarrafamento de trânsito; e “*Big-C*”, ou grande criatividade, seria aquela envolvida em escrever um poema, elaborar um discurso ou planejar uma escultura. O conceito-chave por trás da definição de criatividade é ultrapassar adversidades; ser criativo é solucionar problemas. Esta diferenciação é algo que sempre inquietou os artistas, pois as definições cotidianas de solução de problemas provavelmente não se aplicam aos desafios inquietantes e vanguardistas da Arte.

Teorias cognitivas da resolução criativa de problemas defendem que, por vezes, pausas são necessárias. Quando um conhecimento prévio é aplicado à solução de um

problema e se mostra inefetivo, a busca consciente cessa, e as redes cerebrais entram em uma espécie de período de incubação, até que consigam achar uma solução. Outros recursos utilizados são a remoção de restrições desnecessárias, a revisão de interpretações perceptivas, a recuperação de elementos do conhecimento e a inclusão de novos conceitos (LEWIS *et al.*, 2018).

A criatividade, embora influenciada por características individuais estáveis, pode ser vista como uma propriedade do sistema cognitivo, uma configuração mental onde podemos ativar ou desativar o modo criativo do cérebro operar. Este modo é chamado de “*creativity-on*”, ou algo como “ligar” ou ativar a criatividade em determinado momento. Pode ser espontâneo, sendo ativado ou evocado por condições externas (por exemplo, por uma tarefa de encontrar conexões entre palavras, fazer um improviso musical ou coreografar uma dança). Este estado é treinável e os sujeitos podem ter mais facilidade de acesso a ele quando necessitam. O estado “*creativity-on*” opõe-se ao chamado “*creativity-off*”, essencialmente caracterizado pelo funcionamento mental usual, por exemplo: a busca de informações na memória de longo prazo ou o uso de algoritmos cognitivos. Do ponto de vista neurofuncional, esta dinâmica de ativação/desativação do modo criativo baseia-se substancialmente na interação entre a *Default Mode Network* (ou “rede de modo padrão”, área ativada durante a geração de ideias) e o sistema de controle cognitivo, que inibe os processos não relacionados ao plano de ação em andamento. Quando o primeiro predomina sobre o último, entramos em estado criativo; caso contrário, o sistema cognitivo funciona rotineiramente no modo “*creativity-off*” (GAVIOLI, 2019).

O estado de desativação criativa (“*creativity-off*”) é um sistema operacionalmente eficiente, baseado em sequências de ações e orientado por objetivos, que geralmente produz bons resultados cognitivos e comportamentais na rotina do sujeito. Este estado é regido por regras, como a regra do caminho da menor resistência, que permite que o cérebro consiga boas soluções para problemas em um curto espaço de tempo. Pelo contrário, quando uma solução fácil para um problema não está disponível, ou quando um indivíduo é forçado a ir além das associações ou analogias usuais, o modo “*creativity-off*” passa a não mais servir ao propósito de organização neurofuncional. A *default mode network* (rede de modo padrão) assume a liderança e passa a promover conexões de longo alcance. Desta forma, o cérebro pode expandir seu repertório cognitivo através da união de conceitos, imagens e experiências, permitindo um pensamento mais flexível. É nesse estado que podemos unir conceitos

aparentemente distintos para produzir novas ideias. O estado “*creativity-on*”, obviamente, requer mais energia e uma maior carga cognitiva, sendo, portanto, energeticamente menos eficiente que o estado “*creativity-off*”, que foi ajustado pela evolução, educação, e treinamento específico.

Uma rede para divagar, uma para operacionalizar, e uma para escolher

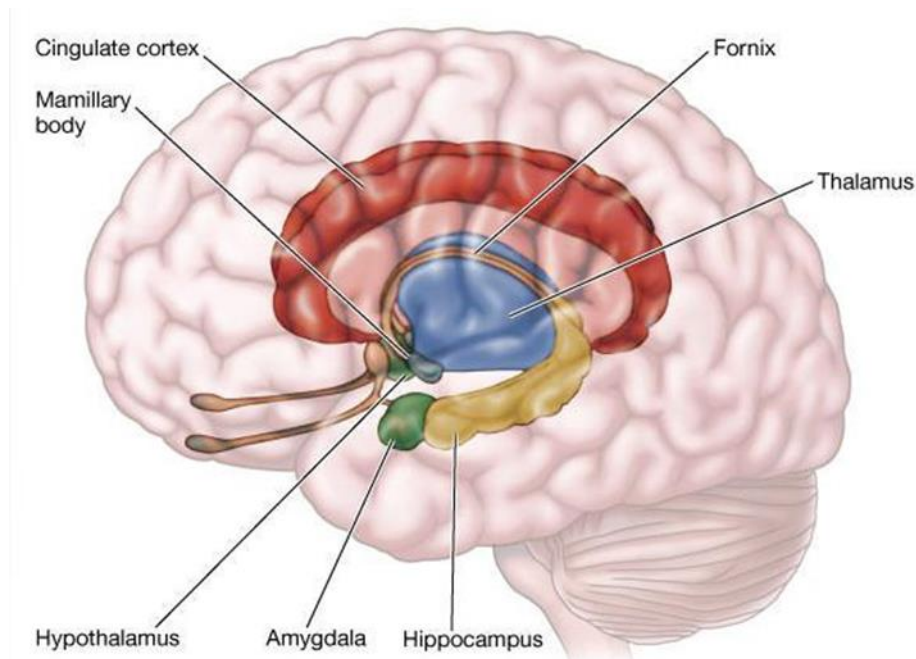
Apesar dos avanços, a arquitetura neural do cérebro criativo permanece, em grande parte, indefinida. As pesquisas de neuroimagem disponíveis, junto a estudos de mapeamento de lesões cerebrais, têm fornecido informações complementares e valiosas na investigação das múltiplas regiões e sistemas neurais que possibilitam a criatividade. A rede da chamada alta criatividade corresponde a três sistemas cerebrais específicos: a *Default Mode Network* (DMN – ou “rede de modo padrão”), a *Executive Control Network* (“rede de controle executivo”) e a *Saliency Network* (“rede de saliência” ou de importância). A rede de modo padrão está ativa na geração de ideias e nos processos de *brainstorming*. A rede de controle executivo age quando é necessário recrutar a atenção e desempenha um papel crítico na avaliação de ideias. A rede de saliência ou de importância funciona como um mecanismo de alternância entre as outras redes, elegendo qual a mais adequada para operar em determinado momento; é fundamental na criticidade que avalia o potencial de uma ideia gerada (BEATY *et al.*, 2018). Normalmente, estas redes não são ativadas ao mesmo tempo e costumam trabalhar em oposição: quando a rede de controle executivo é ativada, a rede de modo padrão é desativada. Pessoas consideradas altamente criativas são caracterizadas pela capacidade de envolver essas redes cerebrais em larga escala e concomitantemente.

A *Default Mode Network* (DMN – ou “rede de modo padrão”) é ativada durante a geração de ideias e constitui uma rede de regiões cerebrais interagindo em larga escala, conhecidas por terem atividade altamente correlacionada entre si e distintas de outras redes no cérebro. Está associada à cognição espontânea e autogerada, divagações mentais, recuperação da memória episódica, pensamento futuro, simulação mental, raciocínio e cognição criativa (BEATY *et al.*, 2016). Inicialmente, assumiu-se que a rede de modo padrão estava mais ativa quando o sujeito não estivesse focado no mundo exterior e o cérebro estivesse em repouso, como durante o devaneio e a divagação mental. No entanto, sabe-se agora que este circuito também pode contribuir para elementos de experiência relacionados ao desempenho de tarefas externas (LUCCHIARI *et al.*, 2018). A DMN também está ativa quando o indivíduo está

pensando nos outros, pensando em si mesmo, lembrando o passado e planejando o futuro. Embora a DMN tenha sido originalmente notada como desativada em certas tarefas orientadas por objetivos, e às vezes chamada de “rede negativa para tarefas”, ela pode estar ativa em outras tarefas orientadas por objetivos, como memória de trabalho social ou tarefas autobiográficas. Ou seja, enquanto o pensamento divagante está em funcionamento – buscando ideias inéditas, autorreferenciamentos e lentas observações – uma tarefa extremamente objetiva não será satisfatoriamente realizada. A DMN tem se mostrado inversamente correlacionada com outras redes no cérebro, como redes de atenção, mas mostrou correlações positivas com a ativação de redes de abertura à experiência (“*openess to experience*”), importante requisito da criatividade (BEATY *et al.*, 2016; IVANKOVSKY *et al.*, 2018).

De acordo com este modelo de fases, a criatividade é gerada em um movimento cíclico. A primeira fase envolve a geração de ideias via associação livre, está associada ao recrutamento de regiões do lobo temporal medial e estreitamente relacionada à DMN. Chama a atenção o aparente paradoxo de que a fase de geração de ideias esteja relacionada a um circuito neuronal não articulado com a atenção; entretanto, justamente a ausência de vínculo com a atenção é que pode ensejar a gênese de ideias inéditas, incomuns e excêntricas. Nesta fase, as ideias geradas são reunidas de maneiras diferentes e incomuns e reorganizadas para criar um produto. A fase seguinte envolve a avaliação de ideias por meios de pensamento avaliativo lógico. Aqui, a rede de controle executivo é ativada: as ideias são expandidas e sua adequação é avaliada. Está associada ao recrutamento de regiões executivas, incluindo o córtex cingulado anterior dorsal (Figura 5), o giro frontal inferior (Figura 4) e a junção temporoparietal. Por fim, a rede de importância modula e integra a ação das anteriores (BEATY *et al.*, 2018).

Figura 5: Sistema límbico detalhado: amígdala, hipocampo, fórnix e giro cingulado



Fonte: BRIGH FOCUS FOUNDATION, 2000

Parece existir uma interação dinâmica entre as áreas que controlam os dois estados criativos (ativado e desativado) e muitas outras redes neurais. O estado “*creativity-on*”, conduzido pela *Default Mode Network*, é um estado de particular atenção, em que ela se desprende do ambiente externo, mudando para processos internos. Isso pode favorecer a divagação de pensamentos e a atividade imagética, recursos mentais frequentemente envolvidos no processo coreográfico (GAVIOLI, 2019). O grande interesse destes conhecimentos aportados pela neurociência para as Artes Cênicas está, além do entendimento de um processo mental abstrato, a compreensão de que ele pode ser conduzido e vivenciado através de processos de treinamento artístico. Os procedimentos que sistematizam os momentos dedicados a cada nível de resolutividade – como as tarefas de uma composição coreográfica, ou as etapas da improvisação corporal – permitem que o artista norteie a criação. O processo criativo pode ser orientado, conduzido, sistematizado, e ainda assim respeitar os tempos de evocação de memória, de divagação e contemplação do artista, até encontrar sua objetivação e finalização.

Considerações finais

A habilidade criativa segue sendo um desafio de compreensão e realização para o artista cênico. A neurociência e seus métodos disponíveis até o momento nos auxiliam

a entender algumas instâncias mentais envolvidas no ato criativo, tanto em arte como nas situações cotidianas que envolvem resolução de problemas com ineditismo de ideias.

As redes neurais ligadas à criatividade parecem exibir um grau de elegibilidade de ação, caracterizadas como “*creativity-on*” e “*creativity-off*”, ou estados mentais em que se pode escolher se vamos operar com o pensamento divergente que gera as ideias e soluções do ato criativo. Nestas redes, contamos com circuitos que nos permitem estar conectados com pensamentos divagantes e autocentrados, como na rede de modo padrão (“*default mode network*”), ou com uma rede mais operativa e objetiva, como a rede de controle executivo (“*executive control network*”). Contamos com uma terceira rede que entende em que momento qual das duas é mais necessária, e faz a escolha entre cada modo de operação: é a rede de saliência, ou “*salience network*”.

Estas evidências vêm ao encontro da percepção do artista de que a criatividade necessária à emergência de sua obra pode ser diferente, por exemplo, em um momento de docência, de certames ou de criação livre. A inserção profissional do artista cênico coloca-o nestes diversos contextos em que o ato criativo tem caminhos e pesos de valoração diversos. As redes e os estados neurais criativos são perceptíveis, compreensíveis e treináveis e, valendo-se disto, o artista cênico dispõe de importante conhecimento para a criação.

REFERÊNCIAS CITADAS

BEATY, R. ; KAUFMAN, S.; BENEDEK, M.; JUNG, R.; KENETT, Y.; JAUK, E.; NEUBAUER, A.; SILVIA, P. Personality and complex brain networks: the role of openness to experience in default network efficiency. **Human Brain Mapping**, New York, USA, v. 37, n. 2, p. 773-779, 2016.

BEATY, R.; SILVIA, P.; BENEDEK, M. Brain networks underlying novel metaphor production. **Brain and Cognition**, New York, USA, n. 111, p. 163-170, 2017.

BEATY, R. E.; THAKRAL, P. P.; MADORE, K. P.; BENEDEK, M.; SCHACTER, D. L. Core network contributions to remembering the past, imagining the future, and thinking creatively. **Journal of Cognitive Neuroscience**, Cambridge, USA, n. 20, p. 1-13, aug. 2018.

BEATY, R.; KENETT, Y.; CHRISTENSEN, A.; ROSENBERG, M.; BENEDEK, M.; CHEN, Q.; FINK, A.; QIU, J.; KWAPIL, T.; KANE, M.; SILVIA, P. **Robust prediction of individual creative ability from brain functional connectivity.**

Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, [S. l.], v. 115, n. 5, p. 1087-1092, 2018.

BENEDEK, M.; SCHÜES, T.; BEATY, R.; JAUK, E.; KOSCHUTNIG, K.; FINK, A.; NEUBAUER, A. To create or to recall original ideas: brain processes associated with the imagination of novel object uses. **Cortex**, [S. l.], v. 99, p. 93-102, 2018.

BRIGHT FOCUS FOUNDATION. **Infographic**. 2000. Disponível em: <https://www.brightfocus.org/news/multimedia/infographics>. Acesso em: 22 abr. 2019, às 22h30.

CHÁVEZ-EAKLE, R. A. *et al.* Cerebral blood flow associated with creative performance: a comparative study. **NeuroImage**, Orlando, FL, v. 38, n. 3, p. 519-528, 2007.

COLOMBO, B.; BARTESAGHI, N.; SIMONELLI, L.; ANTONIETTI, A. The combined effects of neurostimulation and priming on creative thinking. A preliminary tDCS study on dorsolateral prefrontal cortex. **Frontiers in Human Neuroscience**, [S. l.], n. 9, p. 403, 2015.

GAVIOLI, I. L. **Estudo do processo de criação em dança**: experimento em neuromodulação com o coreógrafo Rui Moreira. 2019. 225 f. Tese (Doutorado em Artes Cênicas). Programa de Pós-Graduação em Artes Cênicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2019. Disponível em < <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/204906>>. Acesso em: 15 ago. 2021, às 16h30.

GONZÁLEZ, J. E. J.; HERNÁNDEZ, C. A.; RODRÍGUEZ, C. R.; MIRANDA, E. G. **Adaptación y baremación del test de pensamiento creativo de Torrance**: expresión figurada. Educación Primaria y Secundaria. Canarias: Consejería De Educación, Cultura Y Deportes del Gobierno de Canarias, 2007.

GONZALEZ, M. E. Q.; HASELAGER, W. F. G. Creativity: surprise and abductive reasoning. **Semiotica**, [S. l.], v. 153, n. 1/4, p. 325-341, 2005.

GREEN, A. E. *et al.* Thinking Cap Plus Thinking Zap: tDCS of frontopolar cortex improves creative analogical reasoning and facilitates conscious augmentation of state creativity in verb generation. **Cerebral Cortex**, New York, NY, v. 27, n. 4, p. 2628-2639, apr. 2017.

HEILMAN, K. M.; ACOSTA, L. M. Visual artistic creativity and the brain. **Progress in Brain Research**, Amsterdam, v. 204, p. 19-43, 2013.

IVANCOVSKY, T.; KURMAN, J.; MORIO, H.; SHAMAY-TSOORY, S. Transcranial direct current stimulation (tDCS) targeting the left inferior frontal gyrus: Effects on creativity across cultures. 2018. **Social Neuroscience**, [S. l.], v. 14, n. 3, p. 277-285, jun. 2019.

KIM, K. H. Can We Trust Creativity Tests? A Review of the Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT). **Creativity Research Journal**, [S. l.], v. 18, n. 1, p. 3-14, 2006.

KOWATARI, Y. *et al.* Neural Networks Involved in Artistic Creativity. **Human Brain Mapping**, New York, USA, v. 30, p. 1678-1690, 2009.

LEWIS, P. A.; KNOBLICH, G.; POE, G. How Memory Replay in Sleep Boosts Creative Problem-Solving. **Trends in Cognitive Sciences**, [S. l.], v. 22, n. 6, p. 491-503, jun. 2018.

LUCCHIARI, C.; SALA, P. M.; VANUTELLI, M. E. Promoting Creativity Through Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS): a critical review. **Frontiers in Behavioral Neuroscience**, Bethesda, USA, n. 12, p. 167, aug. 2018.

MAYSELESS, N.; SHAMAY-TSOORY, S. G. Enhancing verbal creativity: modulating creativity by altering the balance between right and left inferior frontal gyrus with tDCS. **Neuroscience**, New York, USA, n. 291, p. 167-176, 2015.

NICULCEA, M.; FONT, M.; MORATALLA, N. **El cerebro de las adiciones en la adolescencia**. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Cambios-en-los-niveles-de-los-receptores-de-la-dopamina_fig7_311740589. Acesso em: 20 abr. 2019, às 2h30.

OSTROWER, Fayga. **Criatividade e processos de criação**. 27. ed. Rio de Janeiro: Petrópolis, Vozes, 2012.

PFENNINGER, K. H. *et al.* Growth-Regulated Proteins and Neuronal Plasticity. **Molecular Neurobiology**, Clifton, NJ, v. 5, n. 2-4, p. 143-151, 1991.

SANTOS, J. B. T. **A dança em cena: reflexões sobre a criatividade nos processos coreográficos**. 2013. 143p. Dissertação (Mestrado em Memória Social e Bens Culturais) -Centro Universitário La Salle, Programa de Pós-graduação em Memória social e Bens Culturais. Canoas, RS, 2013.

SILVIA, P. J.; WIGERT, B.; REITER-PALMON, R.; KAUFMAN, J. C. Assessing Creativity With Self-Report Scales: a review and empirical evaluation (2012). **Psychology Faculty Publications. Paper 54**.

SOWDEN, P.T.; CLEMENTS, L.; LEWIS, C. R. C. Improvisation Facilitates Divergent Thinking and Creativity: Realizing a Benefit of Primary School Arts Education. **Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts**, 2015, Vol. 9, No. 2, 128–138.

VARGAS, A. P.; CARDOSO, F. E. C. Impulse control and related disorders in Parkinson's disease. **Arquivos de Neuropsiquiatria**, São Paulo, v. 76, n. 6, p. 339-410, 2018.

ZABELINA, D. L.; FRIEDMAN, N. P.; ANDREWS-HANNA, J. Unity and diversity of executive functions in creativity **Consciousness and cognition**, Feb 2019, 47-56