

---

---

## INTERAÇÕES ENTRE MEMÓRIA OPERACIONAL E CRIATIVIDADE: REVISÃO SISTEMÁTICA

Taís Crema Remoli<sup>1</sup>

*Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil.*

Flávia Heloísa Santos<sup>2</sup>

*Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil.*

*Universidade do Minho, Braga, Portugal.*

**RESUMO.** A criatividade e a memória operacional são marcadores de sucesso acadêmico e profissional. Paradoxalmente, estudos correlacionais nem sempre encontram associações entre esses constructos, algumas pesquisas evidenciam associações positivas entre os mesmos, e outras, associações negativas. Provavelmente, os achados contraditórios decorrem de parâmetros distintos, sendo importante identificá-los para uma compreensão mais coerente de tais relações. Assim, esta revisão sistemática de literatura teve como objetivo responder às questões: “Qual a relação entre memória operacional e criatividade? Processos mnemônicos de atualização e de recordação serial interferem igualmente na produção de pensamento convergente ou divergente?” Para tanto, um levantamento com descritores específicos gerou 384 artigos encontrados nas bases de dados da *Scopus*, *Web of Science* e *Pubmed*, dos quais, foram selecionados 15 estudos. Apesar da variabilidade metodológica apresentada entre os estudos selecionados, os resultados encontrados sugerem associações entre memória operacional e criatividade, que se explicam pelos processos atencionais, inibitórios, analíticos e motivacionais envolvidos. A revisão sistemática desses estudos permitiu concluir que as características das tarefas experimentais para estudo da criatividade e de memória operacional utilizadas podem influenciar nos resultados obtidos de tal associação. Depreende-se, também, que a sobrecarga de memória operacional pode prejudicar o desempenho criativo.

**Palavras-chave:** Memória operacional; criatividade; pensamento divergente.

## INTERACTIONS BETWEEN WORKING MEMORY AND CREATIVITY: A SYSTEMATIC REVIEW

**ABSTRACT.** Creativity and working memory are academic and professional success markers. Paradoxically, correlational studies do not always find associations between these constructs; some studies show positive associations between them and others show negative associations. Probably, the contradictory findings arise from different parameters, because of that it is important to identify them in order to have a more coherent understanding of this relationship. Thus, this systematic literature review aimed to answer the questions: “What is the relationship between working memory and creativity? Do update and serial recall mnemonic processes also interfere in the production of convergent or divergent thinking?” For this purpose, a survey of specific descriptors generated 384 articles found in *Scopus*, *Web of Science* and *Pubmed* databases, from which fifteen studies were selected. Despite the methodological variability between the selected studies, the results found suggest associations between working memory and creativity, which are explained by the attentional, inhibitory, analytical and motivational processes involved. A systematic review of these studies concluded that the characteristics of experimental tasks to study creativity and working memory used can influence the results of this association. It is also possible to infer that working memory overload can impair creative performance.

**Keywords:** Working memory; creativity; divergent thinking.

---

<sup>1</sup> E-mail: taiscrema@hotmail.com

<sup>2</sup> E-mail: flaviahs@psi.uminho.pt

## LAS INTERACCIONES ENTRE LA MEMORIA OPERATIVA Y LA CREATIVIDAD: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

**RESUMEN.** La creatividad y la memoria operativa son marcadores académicos y profesionales de éxito. Paradójicamente, los estudios de correlación no siempre encuentran asociaciones entre estos constructos; algunos estudios muestran asociaciones positivas entre ellos y otros muestran asociaciones negativas. Probablemente los hallazgos contradictorios surgen de diferentes parámetros, por lo que es importante establecer una comprensión más coherente de tales relaciones. Por lo tanto, esta revisión sistemática de la literatura tiene como objetivo responder a las preguntas: "¿Cuál es la relación entre la memoria operativa y la creatividad? Los procesos de actualización mnemónica y recuerdo serial afectan también la producción de pensamiento convergente o divergente?" Con este fin, una encuesta de descriptores específicos genera 384 artículos que se encuentran en las bases de datos Scopus, Web de Ciencia y Pubmed, de los cuales se seleccionaron 15 estudios. A pesar de la variabilidad metodológica presentada entre los estudios elegidos, los resultados sugieren una asociación entre la memoria operativa y la creatividad, de atención, inhibitorios, de análisis y de motivación en cuestión. La revisión sistemática de estos estudios concluyó que las características de las tareas experimentales para el estudio de la creatividad y la memoria operativa utilizadas pueden influir en los resultados de una asociación de este tipo. De ello se deduce, también, que la sobrecarga de memoria operativa puede dañar el rendimiento creativo.

**Palabras-clave:** Memoria operativa; la creatividad; pensamiento divergente.

---

### Introdução

A criatividade tem sido considerada importante para o sucesso profissional, especialmente nas áreas de conhecimento econômico e tecnologia (Yeh, Lai, Lin, Lin, & Sun, 2015), e é valorizada em diferentes campos do conhecimento como medicina, ciências, engenharia, artes e leis (Pfeiffer & Wechsler, 2013). Conforme estudos recentes, essa habilidade pode ser treinável e desenvolvida por meio do ensino e da prática, especialmente por programas e estratégias orientadas que visam ao favorecimento do pensamento criativo (Nakano, 2015). Esses aspectos aplicados parecem bem estabelecidos, contudo a conceituação de tal construto pode variar entre autores.

Sternberg e Lubart (1999) definem criatividade como geração de ideias ou novas soluções de problemas de maneira adequada. Runco e Jaeger (2012) relacionam o termo à novidade e à utilidade da informação gerada, tanto em relação a comportamentos e atividades quanto à capacidade de produzir ideias com essas características. Outros autores como Prieto, Soto e Vidal (2013) referem que a criatividade está relacionada ao pensamento divergente, que consiste em gerar uma ampla gama de soluções e contrasta com o pensamento convergente, que seleciona as alternativas mais adequadas a fim de se solucionar um problema.

Contudo a avaliação dos processos criativos é complexa e demanda diferentes recursos, por exemplo, Pinheiro (2013) propõe oito grupos de medidas de criatividade: i) testes de pensamento divergente; ii) inventários de atitude e interesse; iii) inventários de personalidade; iv) inventários biográficos; v) nomeação por professores, pares e supervisores; vi) julgamento de produto; vii) eminência; e viii) autorregistro de realizações criativas, os quais "são os mais empregados em pesquisa ainda hoje" (Pinheiros, 2013, p. 99). A maioria dos estudos adotam medidas de pensamento divergente, elaboradas por Joy Paul Guilford e difundidas por Ellis Paul Torrance como parâmetro para avaliar tanto a criatividade quanto a diversidade das características criativas (Primi, Nakano, Morais, Almeida, & David, 2013).

De acordo com Guilford (1967), o pensamento divergente considera as três capacidades principais da criatividade: fluência (produzir diferentes respostas), flexibilidade (produzir respostas de diferentes categorias) e originalidade (produzir respostas raras). A partir de tal concepção, García, Gómez e Torrano (2013) consideram o Teste Torrance de Pensamento Criativo prototípico por avaliar fluidez (quantidade de ideias), flexibilidade (variedade de ideias), originalidade (singularidade) e elaboração (quantidade de detalhes).

Estudos neurofisiológicos da criatividade, que se baseiam na atividade bioelétrica, gerada pelo cérebro, espinal medula, nervos e músculos, ainda não apresentam evidências conclusivas sobre as bases neurais específicas da criatividade. Abraham, Pieritz et al. (2014) são cautelosos ao afirmarem

que, tendo em vista a heterogeneidade no tipo de tarefas usadas e a eficácia questionável das tarefas de comparação empregadas, as quais inviabilizam as generalizações. Em contraste, estudos de neuroimagem sobre criatividade, isto é, relacionados à organização das células neurais e respectivos circuitos funcionais que processam a informação e medeiam o comportamento, têm contribuído para identificar o substrato neural do pensamento criativo (Colombo, Bartesaghi, Simonelli & Antonietti, 2015). Por exemplo, estudos recentes (Kleibeuker et al., 2013) evidenciam o papel do córtex pré-frontal nos processos criativos, em áreas recíprocas àquelas ativadas por tarefas de memória operacional (MO). De fato, Damasio (2001) salienta que a MO é crucial para o pensamento criativo, pois permite que um indivíduo mantenha, em sua mente, o conhecimento que é relevante para resolver determinado problema. Possivelmente, essa mediação ocorre porque a memória operacional interage com vários processos cognitivos (Mota, 2000).

A MO pode ser definida como habilidade cognitiva por meio da qual uma pessoa processa e mantém novas informações recém-adquiridas, em um estado ativo, durante a realização de outras atividades cognitivas (Baddeley & Logie, 1999; Baddeley, 2007). É, portanto, uma habilidade de suma importância para um aprendizado eficaz, sobretudo, durante o neuro-desenvolvimento e em contexto acadêmico (Santos et al., 2012; Alloway, 2006; Gathercole et al., 2004).

Diferentes tarefas podem ser utilizadas para se avaliar os componentes de MO, como as tarefas de amplitude de memória ou *span*, relacionadas à recordação serial (*serial recall*), tais como sequências de dígitos, palavras, símbolos etc. – quando o participante é solicitado a repetir os estímulos, na mesma ordem ou na ordem inversa, imediatamente após tê-los ouvido ou visto (Uehara & Landeira-Fernandez, 2010) – e as tarefas de *n-back*, relacionadas ao processo de atualização (*updating*) – nas quais respostas são requeridas quando o estímulo apresentado (visual, auditivo ou espacial) é igual ao alvo apresentado “n” vezes atrás (Santos, 2005), portanto, a natureza das tarefas usadas revela diferentes processos cognitivos relacionados à MO.

Estudos recentes sobre a interface entre MO e criatividade têm produzido opiniões antagônicas. Diversos deles identificam uma associação entre esses dois construtos. Entretanto alguns evidenciam associações positivas entre tarefas de MO e criatividade (por exemplo, Oberauer, Süß, Wilhelm, & Wittmann, 2008; Yeh et al., 2015), ao passo que outros autores encontraram associação negativa entre alguns processos da criatividade e MO (por exemplo, Wiley & Jarosz, 2012; Lin & Lien, 2013), neste caso, a eficiência da primeira envolveria uma limitação da segunda. Por fim, há pelo menos um estudo que sugere a inexistência de associação entre os dois itens por meio de testes aplicados (Furley & Memmert, 2015).

A explicação mais plausível para essas discordâncias entre os estudos são diferenças conceituais e metodológicas. Com o intuito de compreender tais discrepâncias, as características dos estudos devem ser analisadas, por exemplo, a amostra (características dos participantes), o desenho experimental (estudo quantitativo transversal ou de caso controle) e o procedimento (parâmetros biológicos ou medidas comportamentais, usados para avaliar a associação entre MO e criatividade), ou seja, é crucial considerar a heterogeneidade metodológica. Portanto, uma compreensão mais precisa de quais condições determinam a presença ou ausência de associação entre criatividade e MO exige ponderação sobre um conjunto de estudos sobre o tema.

Para tanto, o presente artigo constitui um esforço para responder as seguintes questões: Qual a relação entre memória operacional e criatividade? Processos mnemônicos de atualização e de recordação serial interferem igualmente na produção de pensamento convergente ou divergente? Como método para responder a tais perguntas, adotamos a revisão sistemática, visando apresentar pesquisas que possam auxiliar a responder às questões norteadoras selecionadas, estabelecendo uma conexão entre os descritores e apontando o que já se conhece atualmente sobre a influência que um pode exercer sobre o outro.

## Método

Esta revisão sistemática de literatura, de natureza descritiva e informativa, procurou selecionar artigos relevantes para esta investigação a fim de comunicar seus resultados e implicações (Petticrew

& Roberts, 2006). Assim, após a formulação das perguntas norteadoras, os seguintes passos foram realizados: localização e seleção dos estudos em bases de dados; avaliação crítica dos estudos; recolha de dados; análise, apresentação e interpretação dos dados (Bento, 2014).

Os descritores utilizados foram “criatividade” e “memória operacional” e “creativity” e “working memory”. A busca desses descritores ocorreu na base de dados da Capes (que abriga outras bases como *Scopus* e *Web of Science*) e na Pubmed. A pesquisa e a seleção dos manuscritos foram efetuadas pela primeira autora e revisadas pela segunda autora sem haver discrepância entre as mesmas.

Trezentos e trinta e seis artigos foram encontrados junto à base de dados da Capes e 60 artigos foram obtidos na consulta à Pubmed em março de 2016. Após a realização da comparação dos dados, verificamos que 13 artigos da Pubmed não estavam disponíveis no portal da Capes. Trinta e quatro artigos da Pubmed apareceram uma única vez na lista obtida na Capes e 13 artigos estavam duplicados.

Para averiguar se os artigos encontrados na consulta realizada ao banco de dados da Capes estavam relacionados ao tema, foi verificado se os descritores da pesquisa se encontravam no título, no resumo ou nas palavras-chave dos artigos. Após tal verificação, 36 artigos foram selecionados para leitura completa.

Dentre os 36 artigos encontrados por meio da consulta ao portal da Capes, oito foram inseridos nesta revisão por se tratarem de pesquisas empíricas com o mesmo foco de nossa análise: relacionar criatividade à memória operacional. Os demais foram excluídos desta revisão pelos seguintes motivos: não relacionar os descritores ou citar superficialmente um deles (7 artigos), revisões bibliográficas (13 artigos), patologia ou transtorno como tema principal do estudo (4 artigos), farmacologia como foco do estudo (2 artigos), terem sido encontrados repetidamente (2 artigos).

Na consulta à *Pubmed*, todos os resumos dos 60 artigos encontrados foram lidos. A partir de tal leitura, optamos por inserir apenas sete trabalhos. Os outros foram excluídos desta revisão de literatura pelos seguintes motivos: não relacionar os descritores ou citar superficialmente um deles (23 artigos), revisões bibliográficas (24 artigos), patologia como foco principal do estudo (2 artigos), droga experimental como foco principal do estudo (1 artigo), já estavam inclusos na revisão por meio da busca realizada primeiramente no portal da Capes (2 artigos). Observamos nessa etapa que a maioria dos artigos teve adultos jovens como público-alvo. Por esse motivo, a fim de obtermos uma análise mais homogênea, optamos por restringir o grupo etário, razão pela qual um estudo com participantes entre dez-17 anos não foi inserido com base no critério faixa etária.

Assim, esta revisão sistemática de literatura teve como foco a análise de 15 artigos referentes aos descritores em inglês criatividade (“creativity”) e memória operacional (“working memory”), encontrados nas bases de dados Capes e Pubmed. Destacamos que todos os artigos que preenchem os critérios apresentados foram inseridos neste artigo, independentemente de seu ano de publicação.

## Resultados e discussão

Com o intuito de extrair o máximo de informações relevantes à comparação entre os estudos, os dados foram divididos em quatro categorias, a primeira quanto à caracterização estrutural dos estudos encontrados para a revisão sistemática, na segunda são abordadas as características intrínsecas à metodologia dos estudos, a terceira diz respeito aos achados científicos propriamente ditos e a quarta analisa estes achados em termos de processos cognitivos, implicados na relação entre criatividade e memória operacional.

### Caracterização estrutural dos estudos selecionados para a revisão

Realizamos uma consulta dos quartiles das revistas em que estavam inseridos por meio do *SCImago Journal & Country Rank* (disponível no link: <http://www.scimagojr.com>). Consideramos o *ranking* para os últimos cinco anos das publicações, com foco nas áreas de psicologia ou neurociência

para periódicos com diferentes áreas de abordagem. Foi obtido o seguinte resultado: 13 artigos foram publicados em periódicos Q1 (Takeuchi, Taki, Hashizume et al., 2011; Takeuchi, Taki, Sassa et al., 2011; Dreu, Nijstad, Baas, Wolsink, & Roskes, 2012; Aziz-Zadeh, Liew, & Dandekar, 2012; Roskes et al., 2012; Lin & Lien, 2013; Lee & Therriault, 2013; Abraham, Thybusch, Pieritz, & Hermann, 2014; Benedek, Jauk, Sommer, Arendasy, & Neubauer, 2014; Yeh, Lai, Lin, Lin, & Sun, 2015; Furley & Memmert, 2015; Hao, Yuan, Cheng, Eang, & Runco, 2015; Tan, Zou, Chen, & Luo, 2015). Houve apenas um artigo em Q2 (Razumnikova, 2007) e outro que foi classificado como Q2 pela maior parte dos anos, mas que caiu para Q3 em 2014 (Lavric, Forstmeier, & Rippon, 2000).

No que concerne à cronologia dos periódicos selecionados, indicados nas referências deste trabalho, notamos que o primeiro artigo que expressa a relação entre MO e criatividade foi de 2000, por Lavric, Forstmeier e Rippon. O tópico foi retomado em 2007 com Razumnikova e teve seu maior destaque nos últimos cinco anos, com duas publicações em 2011 (Takeuchi, Taki, Hashizume et al., 2011; Takeuchi, Taki, Sassa et al., 2011), três em 2012 (Dreu et al., 2012; Aziz-Zadeh, Liew & Dandekar, 2012; Roskes et al., 2012), duas em 2013 (Lin & Lien, 2013; Lee & Therriault, 2013), duas em 2014 (Abraham, Thybusch et al., 2014; Benedek et al., 2014) e quatro em 2015 (Yeh et al., 2015; Furley & Memmert, 2015; Hao et al., 2015; Tan et al., 2015). Ressaltamos que, até a data em que a busca havia sido realizada, nenhum artigo com os descritores “working memory” e “creativity” com publicação em 2016 foi encontrado.

A origem dos trabalhos também é bastante diversa, sendo três trabalhos do continente norte-americano (Lavric, Forstmeier, & Rippon, 2000; Aziz-Zadeh, Liew, & Dandekar, 2012; Lee & Therriault, 2013), seis do continente asiático (Takeuchi, Taki, Hashizume et al., 2011; Takeuchi, Taki, Sassa et al., 2011; Lin & Lien, 2013; Yeh et al., 2015; Hao et al., 2015; Tan et al., 2015), cinco do continente europeu (Dreu et al., 2012; Roskes et al., 2012; Abraham, Thybusch et al., 2014; Benedek et al., 2014; Furley & Memmert, 2015) e um da Eurásia (Razumnikova, 2007).

A partir da leitura integral dos artigos, os aspectos fundamentais dos estudos analisados foram organizados nos seguintes tópicos: participantes, materiais, objetivos, resultados e desenho dos estudos, os quais são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

## **Caracterização metodológica dos estudos da revisão sistemática.**

### **Participantes**

Notamos que houve um predomínio de amostras compostas por estudantes, principalmente universitários. As exceções foram jogadores de futebol (Furley & Memmert, 2015), arquitetos ou estudantes de arquitetura (Aziz-Zadeh, Liew, & Dandekar, 2012), violoncelistas (no terceiro experimento de Dreu et al., 2012) e dois não deixam claro tal questão (Takeuchi, Taki, Hashizume et al., 2011; Benedek et al., 2014). Os estudos tiveram participantes com média etária entre 18,5 a 24,14 anos. Todos os estudos incluíram participantes de ambos os sexos, com exceção do que envolvia jogadores de futebol.

### **Tipos de intervenção e comparação**

No item materiais, das Tabelas 1 e 2, observamos que, pela organização cronológica em ordem crescente das publicações, houve transição da comparação de resultados por meio de eletroencefalogramas (Lavric, Forstmeier, & Rippon, 2000; Razumnikova, 2007) para ressonância magnética, combinada com testes e tarefas (Takeuchi, Taki, Hashizume et al., 2011; Takeuchi, Taki, Sassa et al., 2011; Aziz-Zadeh, Liew, & Dandekar, 2012; Abraham, Thybusch et al., 2014) e, mais recentemente, relação entre os resultados obtidos por meio dos testes aplicados (Dreu et al., 2012; Roskes et al., 2012; Lin & Lien, 2013; Lee & Therriault, 2013; Benedek et al., 2014; Yeh et al., 2015; Furley & Memmert, 2015; Tan et al., 2015; Hao et al., 2015).

As técnicas para mensurar o funcionamento cerebral foram potenciais relacionados a eventos ERP – (Lavric, Forstmeier, & Rippon, 2000), eletroencefalograma – EEG (Lavric, Forstmeier, & Rippon, 2000; Razumnikova, 2007), imagem por ressonância magnética funcional – fMRI (Takeuchi, Taki, Hashizume et al., 2011; Aziz-Zadeh, Liew, & Dandekar, 2012) e imagem por ressonância magnética – MRI (Takeuchi, Taki, Sassa et al., 2011; Abraham, Thybusch et al., 2014).

**Tabela 1** – Estudos comportamentais, de neuroimagem e eletrofisiologia sobre a relação entre MO e criatividade.

Artigo	Participantes	Materiais	Objetivo(s)	Resultados	Desenho Experimental
Lavric, Forstmeier, & Rippon, 2000.	20 graduandos (controle) e 26 participantes (experimental).	<i>Deontic version of Wason's selection task; two strings problem; The candle problem</i>	Verificar se problemas de insight criativo demandam menos planejamento e MO que problemas analíticos.	Processos criativos são menos dependentes da MO que os processos analíticos.	Estudo de caso controle.
Razumnikova, 2007.	39 estudantes.	SAT e RAT (versão russa) com realização de <i>Verbal Tasks</i> concomitantemente e monitoradas por eletroencefalogramas.	Identificar as redes neurais corticais que cooperam quanto à criatividade durante a formação de novas associações verbais.	Criatividade verbal foi caracterizada por atividade funcional mais pronunciada no hemisfério esquerdo e no córtex pré-frontal.	Estudo transversal quantitativo.
Takeuchi, Taki, Hashizume et al., 2011.	63 participantes.	<i>S-A creativity test; RAPM; Computerized forward and backward digit span; 2-back task.</i>	Investigar como a criatividade se relaciona à atividade cerebral durante a MO.	Relação positiva entre escores de criatividade e atividade cerebral da <i>2-back task</i> no precuneus.	Estudo transversal quantitativo.
Takeuchi, Takeuchi, Taki, Sassa et al., 2011.	55 universitários ou pós-graduandos.	RAPM; <i>arithmetic task</i> e <i>digit symbol task</i> do <i>WAIS-III</i> ; <i>letter span task</i> ; <i>processing speed task</i> ; <i>Stroop task</i> e <i>S-A creativity test</i> .	Investigar os efeitos de treinamento de cálculo mental em tarefas de MO.	Após a intervenção, houve melhora no desempenho nas tarefas <i>letter span task</i> e de aritméticas complexa e menores escores nas tarefas de criatividade.	Estudo com grupo controle e grupo placebo.
Aziz-Zadeh, Liew & Dandekar, 2012.	17 arquitetos ou estudantes de arquitetura.	<i>Creative visual task</i> e <i>Control mental rotation task</i> .	Investigar a atividade cerebral durante a realização das tarefas de criatividade visual.	Relação entre processos da MO e o componente de planejamento motor das improvisações criativas.	Estudo transversal quantitativo.
Abraham, Thybusch et al., 2014.	28 graduandos.	<i>Start uses/ End use</i> de objetos; <i>Object-Location task</i> ; <i>2-back task</i> ; <i>1-back task</i> .	Explorar diferenças entre os sexos nas áreas cerebrais recrutadas.	Pensamento divergente ativou áreas cerebrais diferentes entre homens e mulheres; os quais foram similares na tarefa de MO e quanto à dificuldade na realização das tarefas.	Estudo transversal quantitativo.

Fonte: elaborado pelas autoras.

Descrição dos acrônimos: MO: Memória Operacional; RAT: *Remote Associates Test*; SAT: *Simple associates task*; RAPM: *Raven's Advanced Progressive Matrices*; WAIS: Wechsler Adult Intelligence Scale..

**Tabela 2** – Estudos cognitivos sobre a relação entre MO e criatividade.

Art.	Participantes	Materiais	Objetivo(s)	Resultados	Des. Exp.
Dreu et al., 2012.	Exp.1: 144 grad., Exp.2: 121 grad., Exp.3: 32 violoncelistas Exp.4: 60 grad.	Exp.1: Resolução de problemas de <i>insight</i> criativo, RAT e tarefa de MO (retenção de dígitos); Exp. 2: <i>delayed serial recognition task</i> , RAPM, RAT.; Exp. 3: teste de improvisação criativa e testes do estudo anterior Exp. 4: tarefa de geração de ideias criativas ( <i>Brainstorm task</i> ) e OSPAN.	Elucidar o papel da CMO na criatividade e os mecanismos relacionados à performance criativa.	Relação positiva entre MO e criatividade (fluência criativa e originalidade). MO facilitou a performance de <i>insight</i> criativo. Indivíduos com alta CMO tiveram sua performance criativa ampliada ao longo das tentativas e o oposto ocorreu em indivíduos com baixa CMO.	Estudo transversal quantitativo.
Roskes, Drue, & Nijstad, 2012.	Exp.1: 78 est.; Exp. 2a: 71 est.; Exp.2b: 69 est.; Exp. 3: 81 est.; Exp.4: 143 est.	Exp. 1: <i>Generation Task</i> (ideias sobre proteção do meio ambiente) e quebra-cabeça de palavras; Exp. 2: elaboração de ideias originais a partir de dois quebra-cabeças de palavras; Exp. 3: duas tarefas: a primeira tarefa era funcional à resolução da segunda; Exp. 4: RAT; <i>Mouse-in-maze task</i> com manipulação da carga cognitiva.	Avaliar os efeitos da motivação na funcionalidade e na performance criativa.	A funcionalidade da tarefa estimulou a criatividade, especialmente no grupo com motivação. Produziu soluções mais originais em problemas de <i>insight</i> criativo.	Estudo quantitativo de distribuição randômica.
Lin & Lien, 2013.	Exp. 1: 94 grad.; Exp. 2a: 55 grad. Exp. 2b: 68 grad.	Exp. 1: <i>2-4-6 task</i> e CVCTT; Exp. 2a: os mesmos e <i>Chinese reading span test</i> associado ao CVCTT (verbal) e Exp. 2b: <i>Insight-problem task</i> (problema de matemática e quatro problemas de <i>insight</i> criativo), OSPAN e CVCTT (verbal).	Examinar funções da MO no processo de pensamento divergente e em tarefas de resolução de problemas.	O aumento da carga de MO diminuiu a geração de hipóteses criativas e dificultou o desempenho da tarefa 2-4-6. Houve correlação entre performance nos problemas de <i>insight</i> criativos e CMO. A MO não se correlacionou ao pensamento divergente.	Exp.1: caso controle. /Exp.2: estudo transversal quantitativo.
Lee & Theriault, 2013.	265 universitários.	<i>Symmetry Span task</i> ; <i>Backward Digit Span task</i> ; <i>Letter fluency task</i> ; <i>Category fluency tasks</i> ; <i>Unusual Uses Test</i> ; ATTA; RAT; <i>Insight problems</i> ; <i>WAIS-R</i> , <i>Vocab</i> e RAPM.	Examinar se a MO prediz fluência associativa, pensamento divergente e convergente.	MO predisse fluência associativa e pensamento convergente, mas não ao pensamento divergente. A MO facilitou o pensamento divergente ao gerar e analisar diferentes ideias simultaneamente.	Estudo transversal quantitativo.
Benedek et al., 2014.	230 falantes nativos de alemão.	<i>2-back task</i> ; <i>number-letter task</i> ; <i>Stroop color-word-interference task</i> ; INSBAT; <i>DT tasks</i> e <i>Big-Five personality NEO-FFI</i> .	Avaliar as funções executivas suas relações com inteligência fluida e criatividade.	Tarefas de atualização e de inibição predisseram criatividade, mas as de alternância não. Essas duas habilidades regularam a geração do pensamento criativo.	Estudo transversal quantitativo.
Yeh et al., 2015.	102 universitários.	SCT; SWMT; <i>Inventory of three-dimensional emotions</i> e avaliação da concentração de cortisol dos participantes via ELISA.	Investigar o efeito de estresse, emoções, MO e criatividade em jogos.	Os participantes com alta CMO apresentaram maior criatividade do que aqueles com média e baixa CMO.	Estudo de caso controle.
Furley & Memmert, 2015.	61 jogadores profissionais de futebol.	<i>Automated operation span score</i> , e adaptação do <i>soccer-specific divergent thinking test</i> (em cenas de futebol ofensivo).	Investigar a relação entre CMO e criatividade em jogadores de futebol profissional.	A relação entre MO e pensamento convergente não foi significativa em tomadas de decisão no futebol.	Estudo transversal quantitativo.

Fonte: elaborado pelas autoras.

Descrição dos acrônimos: ATTA: *Abbreviated Torrance Test for Adults*; AUT: *Alternative Uses Task*; CMO: Capacidade de Memória Operacional; CVCTT: *The Chinese Version of Creative Thinking Test*; DT: *Divergent Thinking Task*; Est.: Estudantes; Exp.: Experimento; INSBAT: *Intelligence Structure Battery*; Grad.: graduandos; NEO-FFI: *NEO Five-Factor Inventory*; NRT: *Number Reduction Task* OSPAN: Operações matemáticas e memorização de palavras; RAPM: *Raven's Advanced Progressive Matrices*; RAT: *Remote Associates Test*; SCT: *Situation-based Creativity Task*; SWMT: *Situation-based WM Task*; WAIS-R, *Vocab*: *Weschler Adult Intelligence Scale-Revised, Vocabulary*.

Quanto aos instrumentos utilizados para avaliar a criatividade, 13 dos artigos avaliaram ideias criativas, ou seja, aplicaram testes e atividades que visavam medir pensamento criativo, pensamento convergente e divergente, fluência, flexibilidade e/ou originalidade das respostas geradas pelos participantes. Três artigos – experimento 3 de Dreu et al. (2012), experimento 2b de Lin & Lien (2013) e estudo de Yeh et al. (2015) – além de avaliarem as ideias criativas, associaram os resultados dos comportamentos dos participantes à sua criatividade na resolução de problemas concretos, como elaborar a continuidade de uma peça musical, solucionar problemas de matemática, utilizando palitos de fósforos e tomar decisões em jogo de computador.

Em relação às tarefas de MO, a maior parte das pesquisas apresentou tarefas computadorizadas aos participantes, com exceção de Lavric, Forstmeier, & Rippon (2000) – que combinaram respostas automatizadas com lápis e papel –, e os seguintes experimentos de Lin & Lien (2013): experimento 1 com verbalização das respostas por meio de contagem de sequências numéricas, experimento 2a por meio de leitura ritmada de sequência numérica apresentada e experimento 2b com tarefa computadorizada de memorização de itens apresentados em tela de computador e verbalização de respostas a equações apresentadas. Quanto à modalidade, dois estudos (Razumnikova, 2007; Takeuchi, Taki, Sassa et al., 2011) utilizaram tarefas verbais de MO e oito, tarefas visuoespaciais (Lavric, Forstmeier, & Rippon, 2000; Takeuchi, Taki, Hashizume et al., 2011; Aziz-Zadeh, Liew, & Dandekar, 2012; Lee & Therriault, 2013; Benedek et al., 2014; Yeh et al., 2015; Furley & Memmert, 2015; Tan et al., 2015). Os artigos de Dreu et al. (2012), Roskes et al. (2012), Lin e Lien (2013), Abraham, Thybusch et al. (2014) e Hao et al. (2015) utilizaram tarefas de ambos os tipos, verbal e visuoespacial.

Ainda em relação à utilização das tarefas de MO, os seguintes estudos utilizaram apenas tarefa de Span: Dreu et al. (2012), Roskes et al. (2012), Lin & Lien (2013), Yeh et al. (2015), Furley & Memmert (2015), Hao et al. (2015) e Tan et al. (2015) e dois deles apresentaram apenas tarefas de atualização: Abraham, Thybusch et al. (2014) e Benedek et al. (2014), este último utilizou 2-back. Ambos os artigos de Takeuchi, Taki, Hashizume et al. (2011) and Takeuchi, Taki, Sassa et al. (2011) exigiram dos participantes a realização de tarefa de Span complexo, isto é, memorização de sequências progressivas em ordem inversa, bem como uma tarefa de atualização; e o artigo de Lee e Therriault (2013), de Span simples e Span complexo, tarefas que demandam recordação serial da informação.

### **Caracterização dos achados científicos dos estudos da revisão científica**

Quanto aos métodos utilizados pelos estudos para analisar a relação entre as variáveis, os mesmos podem ser agrupados nas seguintes categorias:

- 1) análise da atividade cerebral por comparação do processo cognitivo por meio do componente P300 de ERP durante a realização das tarefas de MO e desempenho criativo (Lavric, Forstmeier, & Rippon, 2000); comparação de parâmetros eletrofisiológicos quanto às variações topográficas em três condições: durante a resolução dos testes de MO, do desempenho criativo ou da condição de descanso (Razumnikova, 2007), comparação cognitiva do desempenho dos participantes por meio de ressonância magnética, obtida durante realização das tarefas de pensamento divergente e MO (Takeuchi, Taki, Hashizume et al., 2011); comparação cognitiva por sexos da atividade cerebral obtida por MRI (Abraham, Thybusch et al., 2014); e comparação cognitiva da capacidade de criação e rotação mental de figuras geométricas, apresentadas nas tarefas de *Creative visual task* e *Control mental rotation task* e analisadas por fMRI (Aziz-Zadeh, Liew, & Dandekar, 2012);
- 2) manipulação da carga de MO por comparação cognitiva dos resultados obtidos pelos participantes sob alta e baixa carga cognitiva de MO na resolução de tarefa de insight criativo nos experimentos 1 e 2 de Dreu et al. (2012); comparação dos resultados de manipulação da carga na criatividade das ideias geradas e respostas ao teste OSPAN no quarto experimento de Dreu et al. (2012); comparação do grau de criatividade das respostas dos participantes, por meio de quatro categorias, criadas pelos autores, dos grupos com e sem manipulação de carga

- no primeiro experimento de Lin & Lien (2013); e comparação cognitiva, obtida por meio de manipulação de carga de MO e geração de hipóteses criativas nos experimentos 2a e 2b dos mesmos autores;
- 3) manipulação da motivação e da funcionalidade: os autores Roskes et al. (2012) compararam a originalidade das palavras criadas por meio do controle da funcionalidade da tarefa no experimento 1; analisaram a variação dos efeitos da manipulação de instrução, apresentada aos participantes em relação à funcionalidade das tarefas de quebra-cabeças de palavras nos experimentos 2a e 2b; compararam a relação entre motivação e performance criativa também por meio da resolução de quebra-cabeças de palavras no experimento 3; e analisaram a manipulação de carga cognitiva e funcionalidade da tarefa na resolução de problemas de *insight* criativo no experimento 4;
  - 4) associação dos resultados obtidos por meio de testes de MO e criatividade aplicados: comparação cognitiva, obtida por correlação entre as variáveis obtidas nos testes de inteligência, MO, fluência associativa, pensamento convergente e pensamento divergente (Lee & Therriault, 2013); comparação das relações entre as funções executivas, a inteligência fluida e a criatividade entre homens e mulheres (Benedek et al., 2014); comparação dos resultados obtidos nos testes que avaliaram emoção, bem como MO e criatividade por meio da resolução de tarefas envolvendo situações-problema e jogos pelos dois grupos de participantes, que receberam diferentes concentrações de cortisol (Yeh et al., 2015); comparação cognitiva por meio da correlação entre os dados obtidos nos dois testes, *Automated operation span score* e tarefa de criatividade de futebol ofensivo (Furley & Memmert, 2015) e relação entre o papel de “mente vagando” (*mind wandering*) na resolução de problemas de insight, OSPAN, questionário de autoavaliação de criatividade e motivação e escala de *Daydreaming Frequency* (Tan et al., 2015);
  - 5) avaliação da capacidade de MO (CMO) associada ao desempenho criativo: avaliação do nível criativo da peça criada a partir de sugestão de áudio, apresentada aos participantes, relacionando-a à CMO dos participantes, previamente avaliada por teste de memorização de combinações de dois ou cinco dígitos no terceiro experimento de Dreu et al. (2012); e comparação da CMO por meio de dados do *Reading Span Task* e da criatividade, representada pelos problemas de fluência e originalidade, no teste AUT nas condições verbalização e escrita (Hao et al., 2015);
  - 6) estudos prospectivos: comparação entre resultados obtidos pré e pós-intervenção (programa de treinamento de cálculos mentais para resolução da tarefa de aritmética) e dos testes de pensamento divergente dos grupos treino e controle, contrastados por neuroimagem (Takeuchi, Taki, Sassa et al., 2011).

Quanto ao substrato neural, notamos que diferentes áreas cerebrais foram ativadas durante a realização das medidas de criatividade ou de MO, conforme apresentado na Tabela 1. Na tarefa de criatividade de Razumnikova (2007) – RAT –, a ativação foi mais acentuada no hemisfério esquerdo e no córtex pré-frontal. De forma similar, a tarefa criativa do artigo de Aziz-Zadeh, Liew e Dandekar (2012) – *Creative visual task* – ativou regiões do hemisfério esquerdo, incluindo o giro frontal superior, o giro frontal inferior e o córtex pré-frontal medial, mas houve ativação do córtex parietal posterior também. Por outro lado, a tarefa de monitoramento – *Control mental rotation task* – ativou o giro central posterior, o córtex parietal posterior direito, além de regiões intrínsecas ao processamento visual. Abraham, Thybusch et al. (2014) compararam a diferença da atividade cerebral entre os sexos, apontando que nas tarefas de pensamento divergente e *n-back* homens tiveram maior ativação no giro frontal inferior, córtex órbita-frontal lateral e metade posterior/inferior do giro temporal enquanto mulheres apresentaram maior atividade no lobo frontal (Abraham, Thybusch et al., 2014).

Em relação ao desenho experimental, 11 estudos são transversais quantitativos (Razumnikova, 2007; Takeuchi, Taki, Hashizume et al., 2011; Aziz-Zadeh, Liew, & Dandekar, 2012; Dreu et al., 2012; Lee & Therriault, 2013; Lin & Lien, 2013; Abraham, Thybusch et al., 2014; Benedek et al., 2014; Yeh et al., 2015; Hao et al., 2015; Zou et al., 2015), três são de caso controle (Lavric, Forstmeier, & Rippon, 2000; Yeh et al., 2015 e experimento um de Lin & Lien, 2013), um artigo é quantitativo com distribuição randômica (Roskes et al., 2012) e um é experimental com grupos controle e placebo (Takeuchi, Taki, Sassa et al., 2011).

Por meio da conexão entre os descritores “memória operacional” e “criatividade”, procuramos estabelecer relações entre os 15 artigos selecionados para esta pesquisa a fim de responder às questões norteadoras selecionadas. Em 13 dos 15 artigos evidenciamos associação entre os construtos, entretanto essa associação pode ser positiva (Lavric, Forstmeier, & Rippon, 2000; Razumnikova, 2007; Takeuchi, Taki, Hashizume et al., 2011; Dreu et al., 2012; Aziz-Zadeh, Liew, & Dandekar, 2012; Roskes et al., 2012; Lee & Therriault, 2013; Abraham, Thybusch et al., 2014; Benedek et al., 2014; Yeh et al., 2015; e experimentos 2a e 2b de Lin, & Lien, 2013; Hao et al., 2015) ou negativa (Takeuchi, Taki, Sassa et al., 2011; experimento 1 de Lin & Lien, 2013). É importante ressaltar que alguns estudos evidenciaram a influência da CMO dos indivíduos sobre a criatividade, especialmente nas tarefas de pensamento convergente em detrimento de tarefas de pensamento divergente, conforme verificado no estudo de Lin e Lien (2013), no qual houve relação positiva entre tarefas de insight criativo com MO (pensamento convergente), mas não entre MO e o resultado do TTCT, que avalia pensamento divergente, mesmo resultado obtido no experimento 3 de Dreu et al. (2012) e por Yeh et al. (2015). Apenas dois dos estudos não evidenciaram nenhum tipo de associação entre os construtos (Furley & Memmert, 2015; Zou et al., 2015). Subjacentes à associação entre ambos os constructos estão os processos inibitórios, o substrato neural, a funcionalidade e a motivação do indivíduo. Tais fatores serão referidos a seguir.

### **Caracterização dos processos cognitivos implicados nos estudos da revisão sistemática**

*Processos inibitórios:* no artigo de Yeh et al. (2015), a maior criatividade em participantes foi associada à sua CMO mais elevada, mesmo resultado apresentado por Hao et al. (2015) para participantes na condição escrita, os quais não precisavam memorizar suas respostas como os participantes da condição oral. Em Benedek et al. (2014), o processo de atualização efetiva facilitou a busca e a manipulação de um maior número de conceitos necessários à realização de tarefas criativas. Portanto, esses estudos sugerem que ambos os processos de MO, atualização e ordem serial, influenciam a criatividade processo por manterem uma informação nova em estado de plena ativação e fazer discriminação de informações relevantes e irrelevantes (Yeh et al., 2015). Takeuchi, Taki, Hashizume et al. (2011) demonstraram, ainda, que ambos os construtos dependem do mesmo substrato neural, uma vez que tanto as tarefas de MO quanto as de criatividade ativaram o precuneus.

*Pensamento analítico:* o artigo de Lee e Therriault (2013) obteve correlação positiva entre o desempenho no RAT, que avalia o potencial criativo, e RAPM, que avalia inteligência, bem como nos resultados do RAT e nas tarefas de MO. Isso sugere que a inteligência contribui para o pensamento criativo, pois permite ativar e recuperar grande quantidade de ideias, a partir da memória, e identificar a resposta correta para problemas de solução ambígua (Lee & Therriault, 2013). Ainda sobre o raciocínio, Lavric, Forstmeier e Rippon (2000) estudaram a relação entre MO e processos criativos, bem como entre MO e processos analíticos, e concluíram que tais processos ocorrem por vias neurais diferentes, uma vez que divergem na quantidade de pensamento empregado nas tarefas de MO. De acordo com os autores Lavric, Forstmeier e Rippon (2000), a tarefa de *insight* criativo escolhida não propiciava tanto planejamento e estratégias quanto a tarefa analítica.

*Processos atencionais:* no estudo 2 de Dreu et al. (2012) houve relação positiva entre o tempo de permanência da tarefa criativa e MO (avaliada por meio do RAT). Observamos, ainda, que os participantes com alta MO apresentaram maior desempenho em problemas de resolução criativa. No estudo 4 de Dreu et al. (2012), os mesmos autores ressaltaram que MO também se relacionou com

tarefas de ideias criativas (*Brainstorm task*) quanto à persistência (atenção sustentada) na tarefa. Nos estudos 2a e 2b de Lin e Lien (2013), os problemas de *insight* criativos se correlacionaram com a CMO, mas a correlação não alcançou significância entre MO e pensamento divergente, embora tenha sido observado que alguns participantes com baixa MO obtiveram desempenho muito bom no teste de pensamento divergente.

*Sobrecarga da MO:* os seguintes estudos relacionaram a manipulação da carga de MO com a performance criativa, como no experimento 4 de Roskes et al. (2012), no qual constatamos que os participantes na condição de baixa carga (memorização de sequências de dois dígitos) foram capazes de resolver mais problemas de *insight* criativo (RAT) do que os participantes na condição de carga alta (memorização de sequências de cinco dígitos). Dreu et al. (2012) também observaram, no experimento 1, que a baixa carga cognitiva de MO possibilitou melhor desempenho na tarefa de *insight* criativo, utilizando o mesmo procedimento que o estudo previamente citado.

*Funcionalidade e motivação:* Roskes, Dreu e Nijstad (2012) verificaram que os participantes se esforçaram mais na realização da tarefa (*Brainstorm* e quebra-cabeças de palavras) quando a criatividade auxiliava a alcançar uma meta que seria útil para a resolução da segunda tarefa (experimento 1). O desempenho se mostrou relativamente mais difícil para o grupo ao qual foi dito que deveria evitar cometer erros (experimentos 2a e 2b). A dificuldade da performance criativa foi maior para os participantes sem motivação na tarefa do que para os participantes com motivação mensurada por índice de originalidade (experimento 3). No estudo 4, mais problemas de *insight* criativos foram resolvidos quando a tarefa era considerada funcional. Portanto, é recomendável considerar o papel da motivação como determinante da habilidade criativa.

*Associação negativa entre MO e criatividade:* dois estudos obtiveram relação negativa entre tarefas de MO e criatividade. Takeuchi, Taki, Sassa et al. (2011) ressaltaram que a melhora no desempenho cognitivo, relacionado a tarefas como letter span task e tarefas aritméticas complexas, ocorreu concomitantemente à redução no desempenho da tarefa de criatividade. Em outras palavras, o treinamento promoveu aumento no sistema de atenção seletiva do grupo que passou a alocar maior esforço à primeira tarefa em detrimento da segunda. No experimento 1 de Lin e Lien (2013), observamos que o aumento da carga de MO diminuiu a geração de hipóteses criativas.

*MO e natureza das tarefas de criatividade:* dois estudos não encontraram associação entre tarefas de MO e criatividade: Tan et al. (2015) obtiveram dois grupos com resultados diferentes em relação à criatividade, mensurada pelos próprios participantes, conforme seus *insights* criativos e relacionados a períodos de *mind wandering*, tendo como resultado um grupo apontando maior criatividade que o outro; porém os grupos não apresentaram diferenças em relação aos escores de MO. O estudo de Furley e Memmert (2015) utilizou tarefas específicas de futebol por meio da apresentação de cenas de futebol ofensivo a jogadores profissionais (Furley & Memmert, 2015). Tanto a tarefa de criatividade que avaliou pensamento convergente neste último estudo quanto a que avaliou pensamento divergente não se correlacionaram com a MO (corroborando os resultados dos estudos 2 e 3 de Lin & Lien, 2013 e Lee, & Therriault, 2013 para pensamento divergente). Tal resultado foi contrário ao de Dreu et al. (2012), que observou associação entre tais construtos por meio da tarefa criativa de improvisações em peças musicais, realizada por violoncelistas (no experimento 3), obtendo como resultado que indivíduos com alta CMO tiveram sua performance criativa ampliada ao longo das tentativas e o oposto ocorreu em indivíduos com baixa CMO. Ressaltamos que as tarefas selecionadas nesses dois últimos estudos relacionavam-se à arte e esporte, as quais envolvem a cognição aplicada a outros contextos, ao passo que os demais estudos contrastaram a criatividade com tarefas cognitivas mais influenciadas pela experiência escolar (manipulação, letras, números etc.).

## Considerações finais

Apesar da variabilidade metodológica apresentada entre os diferentes estudos, os resultados encontrados sugerem associação entre memória operacional e criatividade, as quais se explicam pelos processos atencionais, inibitórios, analíticos e motivacionais envolvidos. Apenas dois estudos indicaram ausência de relação entre esses construtos, assim, evidenciamos que o efeito da MO na criatividade mostra-se dependente tanto do tipo de tarefa selecionada quanto do tipo de pensamento que avalia.

A limitação desta revisão sistemática é a impossibilidade de realizarmos uma meta-análise com os dados obtidos pela ausência de *benchmarks* que possam nortear instrumentos que avaliem adequadamente tais construtos. No entanto, a restrição a apenas um tipo de tarefa ou de avaliação do pensamento limitaria, consideravelmente, a quantidade de artigos, assim como apresentaria uma visão parcial da temática. Contudo, o presente estudo apresenta o estado de arte entre memória operacional e criatividade em adultos jovens saudáveis, de forma a contribuir para o delineamento de estudos futuros que permitam aprofundar a discussão e verificar se os resultados apontados nos artigos selecionados para esta revisão continuam se confirmando.

## Referências

- \*Abraham, A., Thybusch, K., Pieritz, K., & Hermann, C. (2014). Gender differences in creative thinking: behavioral and fMRI findings. *Brain Imaging and Behavior*, 8, 39–51.
- Abraham, A., Pieritz, K., Thybusch, K., Rutter, B., Kroger, S., Schweckendiek, J., Stark, R., Widmann S., & Hermann, C. (2014). Creativity and the brain: uncovering the neural signature of conceptual expansion. *Neuropsychologia*, 50(8), 1906-17.
- Alloway, T. P. (2006). How does working memory work in the classroom? *Educational Research and Reviews*, 1(4), 134-139. Recuperado em outubro 9 de <http://isites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic951140.files/howDoesWMworkInClassroom-alloway2006.pdf>.
- \*Aziz-Zadeh, L., Liew, S. L., & Dandekar, F. (2012). Exploring the neural correlates of visual creativity. *Social Cognitive and Affective Neuroscience Advance Access*, 1-6.
- Baddeley, A. D. (2007). *Working Memory, Thought, and Action*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. & Logie, R. H. (1999). Working memory: the multiple-component model. In P. Shaw, & A. Miyake (Orgs.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- \*Benedek, M., Jauk, E., Sommer, M., Arendasy, M., & Neubauer, A. C. (2014). Intelligence, creativity, and cognitive control: The common and differential involvement of executive functions in intelligence and creativity. *Intelligence*, 46, 73–83.
- Bento, T. (2014). Revisões sistemáticas em desporto e saúde: Orientações para o planeamento, elaboração, redação e avaliação. *Motricidade*, 10(2), 107-123.
- Colombo, B., Bartesaghi, N., Simonelli, L., & Antonietti, A. (2015) The combined effects of neurostimulation and priming on creative thinking. A preliminary tDCS study on dorsolateral prefrontal cortex. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 1-12.
- Damasio, A. R. (2001). Some notes on brain, imagination, and creativity. In K. Pfenninge, & V. R. Shubik (Orgs.). *The origins of creativity* (pp. 59-68). Oxford, UK: Oxford University Press.
- \*Dreu, C. K. W. De, Nijstad, B. A., Baas, M., Wolsink, I., & Roskes, M. (2012). Working Memory Benefits Creative Insight, Musical Improvisation, and Original Ideation Through Maintained Task-Focused Attention. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 38(5), 656-669.
- \*Furley, P. & Memmert, D. (2015). Creativity and working memory capacity in sports: working memory capacity is not a limiting factor in creative decision making amongst skilled performers. *Frontiers in Psychology*, 6, 1-7.
- García, C. F., Gómez, M. S., & Torrano, D. H. (2013) Evaluación y desarrollo de la creatividad. In F. H. R. Piske, & S. Bahia. (Orgs.), *Criatividade na escola: O desenvolvimento de Potencialidades, Altas Habilidades/Superdotação (AH/SD) e Talentos* (pp. 51-68). Curitiba: Jaruá.
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Knight, C., & Stegmann, Z. (2004). Working memory skills and educational attainment: Evidence from national curriculum assessments at 7 and 14 years of age. *Applied Cognitive Psychology*, 18, 1–16.
- Guilford, J. P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- \*Hao, N., Yuan, H., Cheng, R., Wang, Q., & Mark A. R. (2015). Interaction effect of response medium and working memory capacity on creative idea generation. *Frontiers in Psychology*, 6, 1-8.
- Kleibeuker, S. W., Koolschijn, P. C. M. P., Jolles, D. D., Schel, M. A., Dreu, C. K. W. De, & Crone, E. A. (2013) Prefrontal cortex involvement in creative problem solving in middle adolescence and

- adulthood. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 5, 197–206.
- \*Lavric, A., Forstmeier, S., & Rippon, G. (2000). Differences in working memory involvement in analytical and creative tasks: an ERP study. *Neuroreport*, 11(8), 1-6.
- \*Lee, C. S. & Theriault, D. J. (2013). The cognitive underpinnings of creative thought: A latent variable analysis exploring the roles of intelligence and working memory in three creative thinking processes. *Intelligence*, 41, 306–320.
- \*Lin, W. L. & Lien, Y. W. (2013). The Different Role of Working Memory in Open-Ended Versus Closed-Ended Creative Problem Solving: A Dual-Process Theory Account. *Creativity Research Journal*, 25(1), 85–96.
- Mota, M. (2000). Uma introdução ao estudo cognitivo da memória a curto prazo: da teoria dos múltiplos armazenadores a memória de trabalho. *Estudos de Psicologia*, 17(3), 15-21.
- Nakano, T. C. (2015). Sugestões práticas e estratégias para o desenvolvimento e treinamento de características associadas à criatividade. In M. F. Morais, L. C. Miranda, & S. M. Wechsler (Orgs.), *Criatividade: aplicações práticas em contextos internacionais* (pp. 229-256). São Paulo: Vetor.
- Oberauer K., Süß H.-M., Wilhelm O., & Wittmann W. (2008). Which working memory functions predict intelligence? *Intelligence*, 36, 641–652.
- Petticrew, M. & Roberts, H. (2006). *Systematic Reviews in the Social Science – a practical guideline*. Malden, US: Blackwell publishing.
- Pfeiffer, S. I. & Wechsler, S. M. (2013). Youth leadership: A proposal for identifying and developing creativity and giftedness. *Estudos de Psicologia*, 30(2), 219-229.
- Pinheiro, I. R. Medindo a criatividade na escola e no mundo: a interseção do conhecimento. (2013). In F. H. R. Piske & S. Bahia, S. (Orgs.), *Criatividade na escola: O desenvolvimento de Potencialidades, Altas Habilidades/Superdotação (AH/SD) e Talentos* (pp. 97-112). Curitiba: Jarua.
- Primi, R., Nakano, T. C., Morais, M. F., Almeida, L. S., & David, A. P. M. (2013). Factorial structure analysis of the Torrance Test with Portuguese students. *Estudos de Psicologia*, 30(1), 19-28.
- Prieto, M. D., Soto, G., & Vidal, M. C. F. (2013). El aula como espacio creativo. In F. H. R. Piske & S. Bahia (Orgs.), *Criatividade na escola: O desenvolvimento de Potencialidades, Altas Habilidades/Superdotação (AH/SD) e Talentos* (pp. 33-50). Curitiba: Jarua.
- \*Razumnikova, O. M. (2007). Creativity related cortex activity in the remote associates task. *Brain Research Bulletin*, 73, 96–102.
- \*Roskes, M., Dreu, C. K. W. De, & Nijstad B. A. (2012). Necessity Is the Mother of Invention: Avoidance Motivation Stimulates Creativity Through Cognitive Effort. *Journal of Personality and Social Psychology*, 103(2), 242–256.
- Runco, M. A. & Jaeger, G. J. (2012). The standard definition of creativity. *Creativity Research Journal*, 24, 92–96.
- Santos, F. H. (2005). Desenvolvimento da Memória Operacional. In C. B. Mello, M. C. Miranda, & M. Muszkat (Orgs.), *Neuropsicologia do Desenvolvimento: Conceitos e Abordagens* (pp. 77-92). São Paulo: Memnon.
- Santos, F. H., Silva, P. A. da, Ribeiro, F. S., Dias, A. L. R. P., Frigério, M. C., Dellatolas, G., & Aster, M. von. (2012). Number Processing and Calculation in Brazilian Children Aged 7-12 Years. *The Spanish journal of psychology*, 15(2), 513-525.
- Sternberg, R. J. & Lubart, T. I. (1999). The concept of creativity: prospects and paradigms. In R. J. Sternberg (Org.), *Handbook of creativity* (pp. 3–15). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- \*Takeuchi, H., Taki, Y., Hashizume, H., Sassa, Y., Nagase, T., Nouchi, R., & Kawashima, R. (2011). Failing to deactivate: The association between brain activity during a working memory task and creativity. *NeuroImage*, 55, 681-687.
- \*Takeuchi, H., Taki, Y., Sassa, Y., Hashizume, H., Sekiguchi, A., Fukushima, A., & Kawashima, R. (2011). Working Memory Training Using Mental Calculation Impacts Regional Gray Matter of the Frontal and Parietal Regions. *PLoS ONE*, 1(6), 1-12.
- \*Tan, T., Zou, H., Chen, C., & Luo, J. (2015). Mind wandering and the incubation effect in insight problem solving. *Creativity Research Journal*, 27(4), 375-382.
- Uehara, M. & Landeira-Fernandez, J. (2010). Um panorama sobre o desenvolvimento da memória de trabalho e seus prejuízos no aprendizado escolar. *Ciências & Cognição*, 15(2), 031-041.
- Wiley, J., & Jarosz, A. F. (2012). Working memory capacity, attentional focus, and problem solving. *Curr. Dir. Psychol. Sci*, 21, 258–262.
- \*Yeh, Y., Lai, G. J., Lin, C. F., Lin, C. W., & Sun, H. C. (2015). How stress influences creativity in game-based situations: Analysis of stress hormones, negative emotions, and working memory. *Computers & Education*, 81, 143-153.

Recebido em 02/07/2016  
Aceito em 13/02/2017

Taís Crema Remoli: mestra em Psicologia do Desenvolvimento e Aprendizagem - Faculdade de Ciências - Unesp, Bauru.

Flávia Heloísa Santos: investigadora do Departamento de Psicologia Básica da Universidade do Minho em Portugal. Orientadora do Programa de Pós-Graduação em Psicologia do Desenvolvimento e Aprendizagem da Universidade Estadual Paulista (Unesp, campus de Bauru).