

**Os efeitos do exercício físico sobre a criatividade em adultos saudáveis:  
Uma revisão sistemática.**

**The effects of physical exercise on creative thinking in healthy adults: A  
systematic review**

Anderson Levy Mardock Corrêa Junior<sup>1</sup>, Jéssica Cristina Santos de Assis<sup>1</sup>, João Bento Torres Neto<sup>12</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências da Saúde, Faculdade de Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

<sup>2</sup> Doutor em Neurociências e Biologia Celular.

Anderson Levy Mardock Corrêa Junior, [anderson.junior@ics.ufpa.br](mailto:anderson.junior@ics.ufpa.br), (91) 98053-7656

Jéssica Cristina Santos de Assis, [assis.jessica@ics.ufpa.br](mailto:assis.jessica@ics.ufpa.br), (91) 98198-4915

João Bento Torres Neto, [bentotorres@gmail.com](mailto:bentotorres@gmail.com), (91) 98843-1058

**Resumo**

**Objetivo:** Este estudo tem como objetivo compreender quais os efeitos do exercício físico na criatividade de adultos saudáveis. **Método:** Revisão Sistemática da literatura realizada em nove bases de dados eletrônicos. Foram incluídos os artigos que atenderam aos seguintes critérios de elegibilidade: a) adultos jovens saudáveis, sem doença ou distúrbios diagnosticados, na faixa etária entre 18 e 59 anos; b) exercício físico como método de intervenção, seja de forma aguda (episódio único) ou crônico (episódios repetidos durante dias, semanas ou meses); c) a pesquisa apresentasse a criatividade como variável de interesse, tendo sido considerado seus diferentes aspectos com base nas definições de pensamento divergente e pensamento convergente; d) apresentar como comparação grupo controle que não realize exercício físico ou que realize quaisquer outras intervenções ou comparação com o *baseline* do próprio grupo; e) artigos publicados entre 1990 e novembro de 2020 f) publicados em português, inglês e espanhol. Doze artigos foram incluídos, nove dos quais ensaios clínicos randomizados e três avaliavam o efeito agudo do exercício em estudos com o delineamento cruzado. **Resultados:** Nove apresentaram efeitos positivos do exercício físico sobre alguma medida do processo de criatividade e apenas três estudos não conseguiram alcançar efeitos positivos decorrentes do exercício. Nos artigos avaliados observou-se uma

tendência do exercício físico influenciar o processo de criatividade. **Conclusão:** Apesar de toda a atenção dada para este aspecto da função cognitiva, há necessidade de que pesquisas futuras, contemplem maior rigor metodológico e melhor delineamento de estudo em seu escopo, com vista a elucidar as relações de dose-efeito entre o exercício físico e a criatividade para o público investigado.

**Palavras-chaves:** Exercício, criatividade, pensamento divergente, pensamento convergente.

## **Introdução**

A criatividade é um aspecto da função cognitiva que é definida como a geração de ideias ou soluções que surgem de maneira inesperada e são destinadas a serem úteis (1). Para Guilford (2) a criatividade é “o grau de novidade que a pessoa é capaz, ou ele [ou ela] de exibir habitualmente”. Na literatura existem dois construtos dentro do processo criativo que são bastante discutidos: o pensamento divergente e o pensamento convergente (3,5,15).

O pensamento divergente é aquele em que o sujeito deve gerar novas ideias para o mesmo problema, e para o qual várias soluções estão corretas (3). A produtividade do pensamento criativo divergente é avaliada através da Tarefa do Uso Alternativo de Guilford (AUT) (4). Esta tarefa consiste em apresentar ao participante um objeto específico, como um tijolo ou uma caneta, por exemplo, e solicitar que o mesmo proponha o maior número possível de usos para o objeto indicado (3,5).

O pensamento convergente, por sua vez, é aquele em que o sujeito gera uma solução para determinado problema (3). A Tarefa de Associação Remota (RAT) avalia o construto do pensamento convergente ao apresentar aos participantes uma tríade de palavras independentes, sendo solicitado aos mesmos que sugiram uma quarta palavra correlacionada com as três inicialmente apresentadas pelo pesquisador Mednick (6), como por exemplo: “tempo, cabelo e esticar”, a quarta palavra sugerida pelo sujeito deve ser “longo”, pois está associada com a tríade dada (3,7).

Os dois constructos de pensamento convergente e divergente estão intimamente ligados ao aspecto cognitivo da criatividade, pois é através desses pensamentos que é possível identificar o quão o indivíduo pode ser criativo e em qual área de criatividade o sujeito está gerando a ideia (3).

Na literatura atual existem estudos que indicam relação positiva entre a prática de exercício físico e a saúde cerebral, principalmente com relação aos aspectos cognitivos (8,9). Evidências demonstram a melhora do desempenho cognitivo, como nas funções de atenção seletiva e memória de curto prazo, após uma única sessão de exercício realizado em intensidade moderada, tanto em crianças quanto em adultos jovens e idosos (10,11). Entretanto, no estudo que relaciona exercício físico e cognição, é esperado que haja mais manuscritos voltados para revelar, em maior detalhe, a dose-efeito entre diferentes tipos de exercícios e seus impactos sobre os diversos domínios cognitivos, especialmente a criatividade, em diferentes populações (12).

Alguns autores como Cozalto et al. e Blanchette et al. (3,13), demonstraram que há efeitos positivos imediatos e residuais da prática de exercício físico sobre a função cognitiva, mais especificamente sobre o pensamento criativo em adultos saudáveis, porém a magnitude desses efeitos ainda não é plenamente compreendida. Ao que se conhece, a principal explicação fisiológica para esses aprimoramentos decorrentes do exercício físico seria a liberação de neurotransmissores - como a dopamina - nos gânglios da base e no córtex pré-frontal, estruturas diretamente associadas à excitação cortical, ao controle cognitivo e a inibição de respostas prepotentes (14). Além disso a excitação dopaminérgica no córtex pré-frontal estimula a compreensão e o planejamento da tarefa que pode influenciar positivamente o pensamento criativo através da regulação da autoconsciência e da memória associativa (14).

Ademais, outros estudos como o de Opezzo et al. e Zhou et al. (15,16) avaliaram, ainda, a modulação da criatividade durante o exercício (*embodied cognition*), demonstrando que houve aumento do pensamento criativo convergente e divergente, avaliados pelo teste (AUT) e (RAT) quando os participantes realizavam uma caminhada. Para Ben-Soussan et al, (17), *“a hipótese da cognição incorporada sugere que as redes neurais relacionadas à cognição e, mais especificamente ao pensamento conceitual e resolução criativa de problemas, estão intimamente relacionadas com a percepção e ação”*.

Por outro lado, há um corpo de literatura que demonstraram os efeitos benéficos e duradouros do exercício físico crônico no processo de criatividade (8,18,19). No estudo

de Richard et al (8), por exemplo, os autores aplicaram dois programas de treinamento diferentes, durante cinco semanas, e encontraram resultados positivos na criatividade motora, pensamento divergente verbal e figural. Esses achados são corroborados por Ben-Soussan e colaboradores (18), no qual um programa de treinamento composto por caminhada, durante quatro semanas, apresentou efeitos positivos no desempenho de fluência e flexibilidade criativa avaliados pelos testes de criatividade (AUT) e (RAT).

No entanto, apesar do exposto, acerca da relação positiva entre exercício físico e criatividade e que as suas consequências dependem de tarefas específicas e da aptidão física do sujeito (3), ainda não existe um modelo que explique como o processo criativo opera e de que maneira o exercício físico pode influenciá-lo. Desta forma, vale a pena investigar como e quando a criatividade ocorre, quais os efeitos e prevalência do exercício físico nesse processo e de que maneira as tarefas e tipos de exercícios físicos podem influenciar o pensamento criativo. Assim, na tentativa de contribuir com esses apontamentos, a presente revisão sistemática da literatura visa, principalmente, analisar quais os efeitos do exercício físico sobre a criatividade de adultos saudáveis, realizar síntese sobre os impactos - agudos, crônicos ou simultâneos à prática - de diferentes tipos de exercícios físicos.

## **Método**

### **Design do estudo**

Revisão sistemática da literatura, conduzida para investigar os efeitos do exercício físico sobre a criatividade de adultos saudáveis. A redação deste manuscrito segue as recomendações das diretrizes do Preferred Reporting Items for Systematic Review e Meta-Analysis (PRISMA) (20).

### **Estratégia de busca**

As buscas de estudos foram realizadas em nove bases de dados eletrônicas (*PubMed, Web of Science, SportDiscus, Embase, PsycINFO, SciELO, Scopus, Cochrane e Lilacs*), sendo a última acessada por meio da plataforma Bireme. A utilização da plataforma *Lilacs* ocorreu devido a sua importância na indexação de artigos produzidos por países latino-americanos e caribenhos. Para tanto, foram utilizados os seguintes descritores

combinados pelos operadores booleanos “OR” e/ou “AND”, como segue: (“exercise” OR “physical education” OR “physical activity” OR “aerobic exercise” OR “aerobic training” OR “interval training” OR “walking” OR “coordinative exercise” OR “coordinative training” OR “plyometric exercise” OR “plyometric training” OR “resistance exercise” OR “resistance training” OR “strength exercise” OR “strength training” OR “high-intensity interval training” OR “HIIT” OR “HIT”) AND (“creativity” OR “creative thinking” OR “divergent thinking” OR “convergent thinking” OR “creative performance”). Para as buscas nas línguas portuguesa e espanhola os mesmos descritores foram utilizados para as buscas.

A triagem, seleção e avaliação dos estudos seguiu a estratégia PICO (Tabela 1), sendo realizadas pelos autores principais (A.L.M.C.J. e J.C.S.A.) de modo independente. Após a remoção das duplicatas, estes avaliaram os títulos e resumos, primeiramente, para adequação aos critérios de inclusão. Em caso de desacordo, nesse processo, um terceiro revisor (A.S) procedeu à checagem de adequação do artigo aos critérios de elegibilidades. Em seguida, o texto completo dos estudos selecionados foi lido na íntegra pelos dois revisores principais (A.L.M.C.J. e J.C.S.A.) para determinar sua inclusão final. Em quaisquer discordâncias entre os revisores principais, dois avaliadores (A.S e J.B.) foram consultados para decidir, em consenso, a inclusão ou não do estudo. Todos os registros de referência foram importados pelo software gerenciador de referência *EndNote® X9.3.3®*. O Fluxograma da extração dos estudos pode ser consultado na seção de materiais complementares (Figura 1).

**Tabela 1:** Estratégia PICO para seleção e triagem dos artigos.

<b>Estratégia PICO</b>	<b>Design do estudo</b>
<b>População</b>	Adultos (18-59 anos)
<b>Intervenção</b>	Exercício físico (Atividade física planejada e sistematizada)
<b>Comparação</b>	Grupo controle que não realize exercício físico ou que realize quaisquer outras intervenções ou comparação com o <i>baseline</i> do próprio grupo.
<b>Desfecho (<i>Outcome</i>)</b>	Criatividade, pensamento divergente e pensamento convergente.

### **Seleção dos estudos e critérios de elegibilidade**

Para essa revisão, foram considerados elegíveis todos os artigos que atendessem os seguintes critérios, a saber: a) envolveram adultos jovens saudáveis, sem doença ou distúrbios diagnosticados, na faixa etária entre 18 e 59 anos; b) indicaram exercício físico como método de intervenção, seja de forma aguda (episódio único) ou crônico (episódios repetidos durante dias, semanas ou meses; c) apresentaram a criatividade como variável de interesse, considerando seus diferentes aspectos, com base nas definições de pensamento divergente e pensamento convergente (2); d) apresentar, como comparação, grupo controle que não realizou exercício físico ou que realizou quaisquer outras intervenções ou comparação com o *baseline* do próprio grupo; e) artigos publicados entre 1990 e novembro de 2020; f) publicados em português, inglês e espanhol.

Os artigos que não se enquadraram nos critérios acima foram automaticamente excluídos, assim como resumos de conferências, comentários, cartas ao editor, dissertações, artigos de revisão e metanálises não foram considerados para esta revisão.

## **Resultados**

### **Descrição dos Estudos**

Após a triagem, seleção e avaliação dos estudos, restaram doze ensaios clínicos para serem incluídos nessa revisão, os quais avaliaram o desempenho criativo durante e/ou após exercício físico (efeito agudo e residual de curta duração) ou como consequência de programas de treinamento físico (efeito crônico adaptativo ao exercício). Destes, apenas dois foram publicados antes de 2000 (21, 22), um artigo foi publicado em 2005 (13) e os demais após o ano de 2010 (3,8,14-19,23). Além disso, dez artigos avaliaram a relação entre exercício físico e criatividade em estudantes universitários, um avaliou atletas e não atletas (3) e o outro teve mulheres saudáveis como público avaliado (18). Por fim, nove desses estudos são ensaios clínicos randomizados e três avaliavam o efeito agudo do exercício físico em delineamento cruzado.

Essa revisão contou com a participação total de 803 sujeitos, com uma aderência de 95,8%, o que resulta em uma amostra final de 770 participantes. Os estudos apresentaram diferentes formas de intervenção variando entre: exercício aeróbico (caminhar, pedalar, nadar, subir escadas e movimentos improvisados), *quadrato motor*

*training*, dança ou música, sendo este último obrigatoriamente sempre acompanhado de exercício físico.

Para cada artigo incluído foram extraídos dados referentes a: 1- identificação dos autores: nome, ano de publicação/país; 2- população: nº de participantes, gênero, idade média dos participantes, desvio padrão, faixa de idade; 3- recrutamento dos participantes: origem dos participantes, local do estudo; 4- randomização; 5- aderência: nº dos participantes, % do total de participantes, nº por gênero (Tabela 2).

### **Avaliação da Criatividade**

A avaliação da criatividade pode ser realizada de diversas formas e através de vários testes. Quatro estudos avaliaram o desempenho criativo global por meio do *Torrance Tests of Creative Thinking* (TTCT), sendo que dois usaram a forma somente figural (*Figural Tests A and B*), um somente a forma verbal (*Torrance Unusual Uses Tests of Creative Thinking*) e um utilizou as formas (*The Alternate Uses subtest*) figural e verbal. Além disso, quatro estudos avaliaram somente o pensamento divergente por meio dos seguintes testes: *Design improvement task* e *Consequences Imagination Task* (CIT) no mesmo estudo (16); *The Alternative Uses Task* (AUT) (17,18,19). Dois investigaram o pensamento divergente e convergente simultaneamente (3,14) por meio do AUT e do *The Remote Associates Task* (RAT), enquanto o estudo de Opezzo *et al.* (15) avaliou essas medidas concomitantemente a geração analogias (*Barron's symbolic equivalence task*). Um estudo avaliou o pensamento divergente e a criatividade motora *Runco Creative Assessment Battery* e *Agility Ladder Task* (8).

### **Duração do efeito do exercício**

Dentre os estudos incluídos nesta revisão, sete avaliaram o efeito agudo do exercício sobre a criatividade, três avaliaram o efeito crônico e dois avaliaram o efeito do exercício durante a execução dos testes “cognição encarnada”. Nove estudos conseguiram demonstrar relação positiva e benéfica do exercício sobre a criatividade, com exceção do estudo de Curnow e Turner (22), Cozalto *et al.* (3) e Champion (2013), que não apresentaram melhora significativa. O estudo de Cozalto *et al.* (3), demonstrou, para o grupo atletas, uma tendência de melhor desempenho na execução de tarefas convergentes, seja durante ou após o exercício.

## Principais Resultados

O presente estudo buscou estabelecer relações entre o exercício e o desempenho criativo em adultos jovens, com vista a explorar informações de dose-efeito das intervenções baseadas no exercício físico. Para fins de análise, dos doze trabalhos elegidos, sete dedicaram-se a investigar as repercussões do exercício físico após uma única sessão de treinamento, ou seja, quais seriam os efeitos agudos/imediatos no pós intervenção. Os estudos de Blanchette *et al.* (13) e Campion e Levita (23), demonstraram que o potencial criativo e a fluência não verbal, melhoraram após uma única sessão de treinamento de intensidade moderada, e após escutar música, respectivamente. A duração da sessão de treinamento de Blanchette *et al.* (13) foi de trinta minutos, enquanto a de Campion e Levita (23) foi de somente cinco minutos. Para as condições de intervenção de Blanchette *et al.* (13) o efeito do treinamento ainda perdurou por duas horas após o exercício.

Por outro lado, Cozalto *et al.* (3), utilizaram, duas intensidades (moderada e vigorosa) onde os participantes apresentaram melhora na medida de flexibilidade no repouso, comparado ao exercício intenso, para ambos os grupos avaliados. Além disso, os resultados mostraram também que houve declínio no rendimento criativo do grupo não-atletas para a condição de exercício intenso em comparação com a condição moderada e com o repouso. Em contraponto, nos estudos de Frith e Loprinzi (14) e Curnow e Turner (22), a intensidade utilizada foi auto ajustada pelo sujeito. Frith e Loprinzi (14) demonstraram haver uma melhora na medida de elaboração no *AUT* após a realização do exercício físico. Essa relação positiva, porém, só possível devido a exclusão de três participantes da análise estatística, considerados “*outliers*”, criando dessa forma, uma importante observação do trabalho durante sua análise de dados e resultados. Já o estudo de Curnow e Turner (22) não foi observado melhora significativa no *TTCT* após a intervenção.

Além disso, dentre os sete trabalhos que avaliaram as repercussões agudas do exercício físico, apenas um [Ben-Soussan *et al.* (17)] não descreveu a intensidade aplicada, mas, os resultados sugeriram melhora na medida de flexibilidade para o grupo intervenção. Entretanto, vale destacar que a intervenção deste estudo foi o *QMT*, treinamento de base fundamentalmente sensório-motora em que o participante deve se locomover dentro de um quadrado de maneira previamente ordenada, o que sugere uma

provável utilização de intensidade baixa, do ponto de vista cardiopulmonar. Ademais, o trabalho de Steinberg *et al.* (21), apresentou efeito positivo para o grupo exercício vs controle, nas medidas de flexibilidade.

Os resultados mostram também que, dois realizaram o exercício simultaneamente à aplicação dos testes de criatividade, investigando a cognição encarnada. O conceito de cognição encarnada apresentado nos estudos de Zhou *et al.* (16) e Opezzo *et al.* (15) diz se tratar de um conjunto de processos mentais e cognitivos afetados/incorporados por movimentos corporais ou pelo exercício físico. Opezzo e colaboradores (15), por exemplo, realizaram, quatro experimentos, sendo que condição de intervenção principal adotada foi o caminhar, além de observar as possíveis interações entre o ato de caminhar e o ambiente ao qual está sendo realizado, interno ou ao ar livre. A intensidade utilizada foi auto-ajustada pelo sujeito, e os resultados mostraram melhora no desempenho do AUT ao caminhar, independente da ordem proposta.

Nesse mesmo sentido, Zhou *et al.* (16) investigaram a teoria da cognição encarnada quando avaliaram como o desempenho criativo pode ser modulado durante a caminhada. Para isso, utilizaram duas medidas de avaliação em dois experimentos com a mesma intervenção [1A caminhar livremente e 1B – caminhar em formato de oito (F8W), dentro de uma sala]. Os resultados apontaram melhora na medida de novidade para o grupo que caminhou livremente no experimento 1A, e na fluência, flexibilidade e novidade no experimento 1B, comparado ao grupo que permaneceu de pé durante a aplicação dos testes. Ademais, o grupo F8W também apresentou melhores resultados nas medidas de fluência, flexibilidade e novidade.

Para a investigação sobre os efeitos crônicos do exercício, apenas três artigos foram incluídos. No trabalho de Ben-Soussan *et al.* (18), houve aumento nas medidas de fluência e flexibilidade no grupo QMT (*quadrato motor training*), em comparação com o SMT (*simple motor training*) e VT (*verbal training*), após quatro semanas de treinamento diário. Entretanto, na comparação pré e pós intervenção, o QMT apresentou resultados significativos apenas na medida de flexibilidade ( $t[8] = 25.22$ ,  $p, 0.01$ ). Na mesma linha de abordagem, do treinamento QMT, os achados de Venditti *et al.* (19), corroboraram com as repercussões crônicas encontradas por Ben-Soussan e colaboradores, demonstrando que o grupo QMT também apresentou melhora significativa nas medidas de flexibilidade e fluência após também quatro semanas de treinamento diário.

Por fim, no artigo de Richard *et al.* (8), a condição intervenção de movimentos improvisados não descreveu a intensidade do exercício físico, enquanto a condição dança utilizou em parte das aulas treinamento de alta intensidade, porém, não descreveu de que maneira foi mensurada. O período de intervenção foi de duas vezes na semana, durante cinco semanas. Os resultados do estudo apontaram incremento no desempenho dos testes de criatividade motora (CM) e verbal em todos os grupos após o experimento. Para CM houve melhora nas medidas de fluência e flexibilidade; para criatividade verbal, melhora nas medidas de fluência e originalidade. Para a criatividade figural, houve aumento na medida de originalidade em todos os grupos após o experimento. Além disso, houve melhora na CM na comparação intervenção *vs* controle na medida de originalidade.

Devido à variedade de medidas que podem ser avaliadas com os testes, destarte, é necessário observar os resultados com cautela, para que os mesmos possam ser interpretados de maneira correta. A integração de todos os resultados descritos podem ser consultados na tabela 3.

## **Discussão**

Dos estudos incluídos nesta revisão, nove apresentaram alguma influência positiva no processo de criatividade, seja no pensamento convergente, divergente ou em ambas, além de apresentarem algum resultado positivo em alguma medida avaliada como por exemplo: fluência, flexibilidade entre outras.

O estudo de Blanchette *et al.* (13), avaliou a relação entre o potencial criativo e o exercício físico, usando o *Torrance Test of Creativity Thinking*. Um programa de treinamento de exercícios aeróbicos com intensidade moderada foi realizado como intervenção, em uma única sessão. Dessa forma, foi possível demonstrar a capacidade de aprimorar e aumentar o potencial criativo, tanto de maneira aguda, quanto de maneira residual sustentada (duas horas após o exercício). O trabalho em questão não mediu parâmetros de aptidão física dos sujeitos, portanto, a relação a criatividade permanece sem resultados conclusivos, à luz da literatura. A intensidade foi medida por meio da frequência de pulso, porém, os autores não descrevem de que maneira essa variável fisiológica foi mensurada, dificultando a análise precisa da intervenção.

Na mesma linha, Cozalto *et al.* (3) usaram o Teste de Uso Alternativo de Guilford (1986) (AUT) e o Teste de Associação Remota de Mednick (6) (RAT), para avaliar o pensamento divergente e o pensamento convergente, respectivamente, em atletas e não atletas e conseguiram demonstrar que o exercício físico intenso influenciou negativamente o pensamento convergente, em relação ao exercício moderado e repouso para o grupo de não atletas. Este resultado, provavelmente, é explicado pelo fato de que o exercício físico intenso leva os processos de controle cognitivo à exaustão, interferindo na capacidade de se manter concentrado. O pensamento convergente, considerado aquele pensamento em que supostamente o sujeito precisa de controle cognitivo maior, o impacto está diretamente ligado ao nível de treinamento do sujeito, visto que os atletas conseguiram melhor desempenho na tarefa do pensamento convergente, em detrimento dos não atletas. O estudo indica possível mecanismo que elucida tal resultado, demonstrando que os sujeitos treinados possuem maior proteção ao desgaste que o exercício físico impõe sobre os processos cognitivos, provavelmente devido maior automatização das ações motoras, gerando maior capacidade de direcionar a atenção às demais atividades (3). Porém, são necessário mais estudos que esclareçam a partir de qual intensidade o exercício físico pode incidir negativamente os parâmetros cognitivos avaliados.

Em relação à criatividade verbal e não verbal, sendo esta última avaliada por medidas de originalidade, fluência e elaboração, o estudo de Champion e Levita (23) utilizou o teste *The alternate uses of TTCT* para avaliar a criatividade verbal e o teste *The circle/lines subtest of the TTCT* para medir a criatividade não verbal. Os resultados encontrados mostraram melhora apenas na medida de fluência não-verbal após ouvir música em comparação com os outros tipos de intervenção. Ademais, o treinamento foi realizado em uma única sessão e, na condição pedalar, os sujeitos utilizaram resistência moderada, sem especificar de que maneira foi prescrita essa intensidade. É importante ressaltar que apesar de outros estudos terem utilizado sub testes individuais do *Torrance Test of Creative Thinking* e demonstrarem que são medidas eficazes e confiáveis, o estudo em questão adaptou o tempo de duração do teste de dez para quatro minutos, a fim de reduzir a fadiga e/ou o tédio dos participantes. Contudo, essa adaptação pode ter comprometido a sensibilidade das medidas avaliadas.

Os estudos de Opezzo *et al.* (15) e Zhou *et al.* (16), entretanto, avaliaram o processo criativo durante o exercício, conceitualmente chamado de “cognição encarnada”. Ambos utilizaram como intervenção o ato de caminhar, sendo que Opezzo

*et al.* (15), exploram essa condição em diferentes ambientes (interno e ao ar livre), enquanto Zhou *et al.* (16), investigam essa intervenção realizada de maneira livre ou pré estabelecida [The Figural-of-Walk test (F8W)]. O estudo de Opezzo *et al.* (15) avalia concomitantemente o pensamento divergente, convergente e a produção de analogias, enquanto o estudo de Zhou *et al.* (16), avalia somente o pensamento divergente. Os estudos apresentam resultados semelhantes e positivos na condição caminhar em relação às condições estáticas (ficar de pé ou sentado), além de demonstrar efeito positivo no desenvolvimento de novas analogias, no estudo de Opezzo *et al.* (15). Assim, é provável que o ato de caminhar influencia diretamente na melhora do humor e no aumento de sentimentos positivos, esses relacionados diretamente ao pensamento divergente. Outra explicação é que caminhar “force” as funções executivas a lidar com a natureza da dupla tarefa de andar enquanto pensa, e com isso permitir maior expressão da criatividade.

Outro estudo que utilizou o *Torrance Test of Creative Thinking*, mais especificamente o sub-teste *Figural Test A and B*, como método de avaliação da criatividade, foi Curnow e Tuner (22), juntamente a um programa de intervenção de exercício físico agudo, com a intensidade do treinamento auto-ajustada pelos sujeitos. No entanto, o estudo não conseguiu demonstrar nenhum efeito significativo entre os grupos em qualquer medida de criatividade avaliada. Além disso, os autores não descrevem nenhuma hipótese para os resultados, tão pouco mostram os valores estatísticos, médias e desvio padrão, que comprovem o resultado apresentado.

O estudo de Frith *et al.* (14) avaliou o pensamento divergente e convergente, por um período de intervenção de exercício físico agudo. Os indivíduos na condição intervenção (caminhar em uma esteira) poderiam ajustar a velocidade, desde que a mesma fosse igual ou superior a 3mph. Para tanto, os autores utilizaram os testes *The Alternative Uses Task (AUT)*, *Realistic Presented Problem (RPP)*, *Realistic Problem Generation (RPG)*, *The Remote Associates Task (RAT)* as medidas de fluência, flexibilidade, originalidade e elaboração, no qual conseguiram demonstrar efeitos positivos e significativos na medida de elaboração em comparação com as outras condições. O resultado encontrado, no entanto, só foi possível após a retirada de três participantes da análise, chamados de “*outliers*”.

Somente o estudo de Richard *et al* (8) investigou os efeitos crônicos do exercício aeróbico na criatividade. Esses autores avaliaram as consequências das intervenções sobre medidas de criatividade motora, pensamento divergente verbal e não verbal,

indicando impacto positivo após as sessões, principalmente nas medidas de fluência. A intervenção utilizada, entretanto, por mais que bem descrita, contém variáveis que podem ser de difícil reprodutibilidade, visto que a condução de aulas de dança e de exercício aeróbico está sujeita a experiência do professor que as conduzirá, e a adaptabilidade dos sujeitos. Além disso, a intensidade da intervenção não foi mensurada de maneira objetiva ( $VO_2$ máx; Frequência cardíaca máxima e etc), o que interfere na interpretação dos resultados, especificamente na relação dose-efeito do exercício.

Já os estudos conduzidos por Ben-Soussan *et al.* (17) e Venditi *et al.* (19), analisaram os efeitos crônicos do QMT sobre as medidas de fluência e flexibilidade do pensamento divergente. Os resultados apontaram melhora significativa com  $p < 0.001$  e  $p = 0.01$  respectivamente no desempenho criativo após a intervenção. Importante ressaltar que o *Quadrato motor training* é um tipo de treinamento sensório-motor, que dificilmente gera sobrecarga dos sistemas cardiovascular e respiratório. Uma possível explicação para a relação entre desempenho criativo positivo e o QMT é de que a complexidade do exercício, em relação ao maior número de unidade motoras ativadas, aumente a carga de informação requerida pelo sistema nervoso central, requisitando aumento na sincronização neuronal (17,24). Dessa forma, aparentemente, a combinação entre os sistemas cognitivos e motor amplia a criatividade. Outra hipótese é de que o QMT é um treinamento que gera maior engajamento do participante, direcionando-o ao estado de alta atenção caracterizado por melhoria na criatividade (25,26). Esses achados corroboram com Ben-Soussan (18), que também avaliou os efeitos agudos do QMT, em apenas uma sessão de intervenção, encontrando melhora na medida de flexibilidade de pensamento divergente.

Ademais, todos os artigos incluídos na presente revisão tentaram de alguma forma buscar explicações baseadas em fundamentações experimentais que pudessem demonstrar possíveis relações dose-efeito do exercício físico sobre a criatividade. Os testes de criatividade usados não apresentaram nenhuma discrepância, demonstrando que os estudos que pretendem avaliar a criatividade humana, utilizam-se dos mesmos instrumentos avaliativos. Por outro lado, a intervenção pode variar de acordo com o objetivo dos estudos, em processos agudos ou crônicos; no escopo dessa revisão apenas dois estudos avaliaram o processo criativo durante o exercício.

Assim, parece haver uma confiabilidade dos resultados de fraco a moderado em relação ao exercício de intensidade moderada nos benefícios do processo criativo (14). Entretanto, exercícios de alta intensidade em indivíduos não treinados, parecem induzir

efeitos negativos no processo criativo, mais especificamente no pensamento convergente (14). Os três artigos que fizeram experimentos com intervenções crônicas, demonstraram uma influência de dose-efeito positiva, porém, a confiabilidade dos resultados ainda não é tão esclarecedores, visto que as melhoras apresentadas no processo criativo não foram observadas em todas as medidas avaliadas.

Portanto, apesar de toda atenção voltada para tentar explicar o mecanismo no qual o exercício físico influencia na criatividade, os resultados ainda são inconclusivos, o que demonstra uma lacuna na literatura e que novos estudos precisam ser realizados com o intuito de preencher esse espaço existente.

### **Conflito de interesses**

Os autores declaram não haver nenhum conflito de interesses, nem financiamento externo para a elaboração deste trabalho.

### **Referências:**

1. Sternberg Robert J. Handbook of creativity. 1th ed. Cambridge University Press; 1999.
2. Guilford JP. Creativity. Am Psychol. 1950 Sep;5(9):444-54.
3. Colzato Lorenza S., Szapora Ayca, Pannekoek Justine N., Hommel Bernhard. The impact of physical exercise on convergent and divergent thinking. Frontier in Human Neuroscience. 2013 Dec 04;7:1-6.
4. Guilford, J.P. *The nature of human intelligence*. McGraw-Hill. 1967.
5. Fritz Thomas Hans, Montgomery Max Archibald, Busch Eric, Schneider Lydia, Villringer Arno. Increasing divergent thinking capabilities with music-feedback. Frontiers in Psychology. 2020 Nov 19:1-7.
6. Mednick SA. The associative basis of the creative process. Psychol Rev. 1962 May;69:220-32.

7. Bollimbala Ashish, James P.S., Ganguli Shirshendu. The effect of Hatha yoga intervention on students' creative ability. *Acta Psychologica*. 2020 Jun 17:1-7.
8. Richard Veronique, Ben-Zaken Sigal, Siekanska Mal Gorzata, Tenenbaum Gershon. Effects of Movement Improvisation and Aerobic Dancing on Motor Creativity and Divergent Thinking. *Journal of Creative Behavior*. 2020 Jun 09:1-13.
9. ESTEBAN-CORNEJO I, Hallal PC, Mielke GI, Menezes AM, Gonçalves H, Wehrmeister F, Ekelund U, Rombaldi AJ Physical Activity throughout Adolescence and Cognitive Performance at 18 Years of Age. *Med Sci Sports Exerc*. 2015 Dec;47(12):2552-7.
10. MCMORRIS T, Sproule J, Turner A, Hale BJ. Acute, intermediate intensity exercise, and speed and accuracy in working memory tasks: a meta-analytical comparison of effects. *Physiol Behav*. 2011;102(3-4):421-8.
11. LAMBOURNE K, Tomporowski P. The effect of exercise-induced arousal on cognitive task performance: a meta-regression analysis. *Brain Res*. 2010;23;1341:12-24
12. Pontifex Matthew B., McGowan Amanda L., Chandler Madison C., Gwizdala Kathryn L., Parks Andrew C., Fenn Kimberly, Kamijo Keita. A primer on investigating the after effects of acute bouts of physical activity on cognition. *Psychology of Sport And Exercise*. 2019 Jan 17:1-22.
13. Blanchette David M., Ramocki Stephen P., O'del John N., Casey Michael S. Aerobic exercise and creative potential: Immediate and residual effects. *Creativity Research Journal*. 2005 Jun 22:257-264.
14. Frith Emily, Loprinzi Paul D. Experimental effects of acute exercise and music listening on cognitive creativity. *Physiology And Behavior*. 2018 Jul 01:21-28.
15. Oppezzo Marily, Schwartz Daniel L. Give your ideas some legs: The positive effect of walking on creative thinking. *Journal of experimental psychology*. 2014 Jun 03:1142-1152.
16. Zhou Yanyun, Zhang Yifei, Hommel Bernhard, Zhang Hao. The impact of bodily states on divergent thinking: Evidence for a control-depletion account. *Frontiers in Psychology*. 2017 Sep 29:1-9.
17. Ben-Soussan Tal Dotan, Glicksohn Joseph, Goldstein Abraham, Berkovich-Ohana Aviva, Donchin Opher. Into the Square and ouof the Box: The effects of Quadrato Motor Training on Creativity and Alpha Coherence. *Plos One*. 2013 Jan 30:1-9.
18. Ben-Soussan Tal Dotan, Berkovich-Ohana Aviva, Piervincenzi Claudia, Glicksohn Joseph, Carducci Filippo. Embodied cognitive flexibility and neuroplasticity following Quadrato Motor Training. *Frontiers in Psychology*. 2015 Jul 22:1-11.

19. Venditti Sabrina, Verdone Loredana, Pesce Caterina, Tocci Nicoletta, Caserta Micaela, Ben-soussan Tal Dotan. Creating Well-Being: Increased Creativity and proNGF Decrease following Quadrato Motor Training. *BioMed Research International*. 2014 Nov 26:1-13.
20. Moher David, Liberati Alessandro, Tetzlaff Jennifer, Altman Douglas G. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Plos Medicine*. 2009 Jul 21.
21. Steinberg Hannah, Sykes Elizabeth A, Moss Tim, Lowery Susan, LeBoutillier Nick, Dewey Alison. Exercise enhances creativity independently of mood. *Br J Sports Med*. 1997 Jun 10:240-245.
22. Curnow Katherine E., Turner Edward T. The Effect of exercise and music on the creativity of college students. *Journal of Creative Behavior*. 1992 Mar 11:50-52.
23. Maxine Campion & Liat Levita. Enhancing positive affect and divergent thinking abilities: Play some music and dance, *The Journal of Positive Psychology*, 2014
24. Manganotti P, Gerloff C, Toro H, Katsuta N, Sadato P, et al. Task-related coherence and task-related spectral power changes during sequential finger movements. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1998 109: 50–62.
25. Mosing MA, Pedersen NL, Cesarini D, Johannesson M, Magnusson PKE, et al. Genetic and environmental influences on the relationship between flow proneness, locus of control and behavioral inhibition. 2012. *PLoS One* 7: e47958.
26. Csikszentmihalyi M *Flow: The psychology of optimal experience*. New York: Harper Collins. 1990