



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

Ciências da Saúde

Creativity is overrated: a guide to inhibit it

Paulo Ricardo Charro Pinheiro

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Medicina
(ciclo de estudos integrado)

Orientador: Prof. Doutora Assunção Vaz Patto

Coorientador: Dr. Nuno Pinto

Covilhã, abril de 2017

Agradecimentos

À Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade da Beira Interior pelas condições que concedeu para a minha formação ao longo dos últimos 6 anos;

À minha orientadora, Professora Doutora Assunção Vaz Patto pela confiança no projeto e por toda a dedicação e apoio. Agradeço também todos os conhecimentos transmitidos.

Ao meu coorientador, Dr. Nuno Pinto, pela crítica construtiva e imposição de rigor no conteúdo da dissertação.

Ao Dr. Alexandre Pereira pelo apoio a esta investigação.

Ao Nuno Santos por toda a ajuda prestada na comunicação com os alunos de 1º ano do curso de Medicina da FCS-UBI.

A todos os voluntários que disponibilizaram o seu tempo para esta investigação.

À Teresa Valido pela discussão dos conteúdos e pelas sugestões dadas.

Aos meus pais por possibilitarem a concretização dos meus objetivos e por todo o apoio dado.

Prefácio

Foi através de processos de criatividade sucessivos que o Homo Sapiens se transformou no Homo Sapiens Sapiens e no produto mais ou menos sapiens que somos hoje. E reitero o mais ou menos porque faço minhas as palavras do Autor ao referir o dogmatismo escolar e a sufocação da criatividade nas escolas- pensamos pouco, criamos menos. O ato de pensar sobre algo implica trabalho- necessitamos de conhecer tudo sobre o assunto - e a avaliação das situações possíveis. E depois se nenhuma servir, tentar encontrar algo criativo e diferente que faça a quadratura do círculo se necessário. Pensar dói, criar a partir de trabalho dói ainda mais.

Sabe-se o valor da criatividade em relação a negócios- e os salários dos criativos das multinacionais estão lá para o comprovar, mas genuinamente quem quer ser criativo a nível social? Quem tem coragem de ter pensadores fora da caixa que questionam, sugerem, implicam e abanam as estruturas? Qual a universidade, escola, fábrica ou instituição que abraça os desafiadores do status quo e diz: Força, vão, mudem as coisas? E depois, quem quer ser criativo e sair do grupo e enfrentar sozinho o mundo? É solitário no mínimo.

É por isso que as revoluções criativas- os impressionistas, o movimento Dada, o surrealismo e muitas mais- foram movimentos de grupos de criativos que aprenderam a ser únicos e ao mesmo tempo a apoiar a sua individualidade num grupo que partilhava a sua ideia. A equipa, se motivada e com o mesmo intuito, pode aumentar a criatividade de qualquer individuo 200%. Este trabalho foi prova disso.

Pensamos pouco, discutimos pouco, mudamos pouco. A minha geração saiu de uma revolução que para mim representa a frase inglória de Il Gato Pardo- precisamos de mudar as coisas para que tudo fique na mesma. Precisamos de soluções criativas para os problemas que sentimos na pele como povo, como estrutura histórica e cultural. E não as vejo na iliteracia alfabetizada que produzimos na escola Portuguesa.

Precisamos de pessoas que pensem. Que saibam pegar em problemas-mesmo que não os achem particularmente interessantes como esta coisa das neurociências- ou demasiado complexos -como esta coisa das neurociências outra vez- e que consigam chegar a conclusões. Precisamos de gente que, não sabendo bem para onde vai, não vá por aí. E seja criativo nas soluções que encontre.

Tenho a confiança que o Autor saberá a quem me refiro. Espero que encontre pela sua vida, uma Equipa - a Equipa - e que mude o mundo.

Covilhã, dia 17 de abril de 2017

Resumo

Introdução: A criatividade tem, nos dias de hoje, uma grande importância social e parece estar ameaçada no percurso formativo das novas gerações. O conhecimento das suas bases cerebrais, dos fatores de estimulação e inibição constituem, por isso, desideratos no campo das neurociências. A Estimulação Magnética Transcraniana (EMT) é um método não-invasivo que parece modificar a atividade dos neurónios numa localização específica sem contacto físico direto e que é hoje usada no tratamento e controlo de diferentes patologias associadas ao Sistema Nervoso. Com este trabalho pretende-se estudar o efeito inibitório, por EMT, na criatividade humana.

Métodos: Através da realização de Testes de Torrance (TTCT) adaptados, em dois momentos - pré e pós estimulação - procedeu-se à avaliação da fluência (número de respostas válidas fornecidas) na criatividade verbal (teste 1) e figurativa (teste 2 e 3). A divisão em dois grupos permitiu a comparação entre o grupo de inibição do córtex pré-frontal direito (grupo I), por EMT, e o grupo controlo (grupo C) que não sofreu inibição.

Resultados: Verificou-se, no grupo controlo, uma diminuição da fluência na criatividade verbal e figurativa. No grupo Estimulado, após a inibição, verificou-se um aumento da fluência no teste 2, com significância estatística.

Conclusão: Os resultados obtidos reforçam o papel do córtex pré-frontal nos processos criativos humanos, já identificado em outros estudos. A distinção verificada nos resultados entre a componente verbal e figurativa sugere a possibilidade de decompor a criatividade, reconhecida como um conceito único, para um melhor conhecimento das estruturas e mecanismos cerebrais envolvidos. A análise dos resultados sugere que a teoria da divisão hemisférica funcional não seja a que melhor interpreta a criatividade, resultando esta da contribuição de diferentes áreas cerebrais.

Palavras-chave

Criatividade; Estimulação Magnética Transcraniana; Testes de Torrance;

Abstract

Introduction: The creativity is, nowadays, an important skill in many areas and it seems to be threatened in the formative process of the new generations. The knowledge of its cerebral physiology, the stimulation or inhibition influences are, therefore, a goal in neurosciences. Transcranial Magnetic Stimulation (TMS) is a useful technique in treatment and control of many diseases of Nervous System. The main purpose of this investigation is to study the inhibitory effect, by EMT, on human creativity.

Methods: By performing adapted Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT) in two moments - pre and post stimulation - the fluency (number of valid answers) of verbal (test 1) and figural creativity (test 2 and 3) was measured. The division into two groups allowed the comparison between the right pre-motor cortex inhibition group (group I) by EMT, and the unstimulated control group (group C).

Results: In group C, there was a decrease in the fluency in verbal and figural creativity. In group I, after inhibition, there was an increase in fluency in test 2, with statistical significance.

Conclusion: The results obtained reinforce the role of the prefrontal cortex in the human creative processes already identified in other studies. The distinction between the verbal and figural subjects suggests the possibility of decomposing creativity, recognized as a single concept, to a better knowledge of brain structures and mechanisms involved. The analysis of this experience suggests that the theory of functional hemispheric division is not the best interpretation of the creativity - it results from the contribution of different brain areas.

Keywords

Creativity; Transcranial Magnetic Stimulation; Torrance Tests of Creative Thinking;

Índice

Lista de Tabelas	viii
Lista de Acrónimos.....	ix
1. Introdução	10
1.1. Criatividade.....	10
1.2. Estimulação Magnética Transcraniana	11
2. Revisão Teórica	12
2.1. Criatividade.....	12
2.2. As bases cerebrais da criatividade.....	13
2.3. Estimulação Magnética Transcraniana	14
3. Materiais e Métodos	15
3.1. Participantes	15
3.2. Processo de seleção	15
3.3. Ambiente.....	17
3.4. Estudo da criatividade	17
3.5. Estimulação Magnética Transcraniana	18
3.6. Tratamento dos resultados	19
3.7. Análise Estatística	19
3.8. Estudo	20
3.9. Conflito de Interesses.....	20
4. Resultados.....	21
5. Discussão	25
6. Conclusões	30
7. Bibliografia.....	31
8. Anexos	35
8.1. Atividades usadas para aferir criatividade verbal nos TTCT	35
8.2. Atividades usadas para aferir criatividade figurativa nos TTCT	36
8.3. Consentimento informado nesta investigação.....	37
8.4. Amostra do Teste 1 usado nesta investigação.....	39
8.5. Amostra do Teste 2 usado nesta investigação	40
8.6. Amostra do Teste 3 usado nesta investigação	41

Lista de Tabelas

Tabela 1	Número de respostas de cada voluntário no grupo Controlo (C)
Tabela 2	Número de respostas de cada voluntário no grupo inibido por EMTr (I)
Tabela 3	Análise da média de respostas e o desvio padrão no grupo C e grupo I para cada teste
Tabela 4	Varição do número de ideias entre o pré-teste e o pós-teste no grupo C e grupo I para cada teste (qui quadrado)

Lista de Acrónimos

COMT	Catechol-O-methyltransferase
DAT	Dopamine Transporter
EMT	Estimulação Magnética Transcraniana
EMTr	Estimulação Magnética Transcraniana repetitiva
LMA	Limiar Motor Ativo
TBS	Theta Burst Stimulation
TTCT	Torrance Tests of Creative Thinking
UBI	Universidade da Beira Interior

1. Introdução

1.1. Criatividade

Definir criatividade é um desafio pela dificuldade de a materializar num significado teórico único. Grande parte dos autores refere três características necessárias - a originalidade, a funcionalidade e a surpresa - para a sua materialização.[1] Paul Torrence, um investigador internacional na área da criatividade, apresenta-a como um conceito abrangente baseado no processo que conduz à resolução de problemas identificados.[2] Reconhece-se, neste contexto, a importância da criatividade na potenciação das atividades humanas, permitindo o desenvolvimento social, artístico e económico.[3,4] Atualmente esta relação parece estar comprometida dado que um dos problemas apontados, empiricamente, no século XXI é a opressão dos processos criativos ao longo dos anos de escolaridade dando primazia ao conhecimento dogmático sobre a possibilidade de questionar, promovendo um fluxo exaustivo de informação de fácil acesso. Estudos revelam um aumento do Quociente de Inteligência (QI), nas últimas décadas [5] resultado de uma melhoria das condições de vida, nomeadamente da nutrição, e da globalização (Flynn 2007). A evolução da criatividade tem sido contrária, verificando-se uma diminuição da capacidade dos mais jovens de produzir novas ideias num estudo realizado entre 1990 e 2008 com base nos resultados dos *Torrance Tests of Creative Thinking*(TTCT) [3],num fenómeno denominado “Crise de Criatividade”. [5]

Mas é possível objetivar a criatividade? O esforço para encontrar a resposta e os consequentes métodos de aferição resultaram no aparecimento de diferentes testes.[6] Destacam-se os TTCT que são usados em diferentes circunstâncias pela sua fácil aplicação e pela validação de que foram alvo, tornando-o um dos instrumentos de criatividade mais analisados. [2,7,8] Os TTCT são constituídos por duas versões: Verbal e Figurativa.[2] A componente verbal é composta por seis atividades diferentes (anexo 1) nas quais a pessoa apresenta cenários possíveis perante um desenho, reinventa produtos existentes ou prevê as consequências de uma situação improvável. A componente Figurativa tem três atividades (anexo 2) que visam a transformação de figuras geométricas em produtos ou situações, através do seu uso e combinação. Após a aplicação das provas é calculado o índice de criatividade que se baseia em cinco variáveis quantificadas.

Apesar das provas serem concebidas para a materialização da definição apresentada, Torrance refere que o objetivo não é mensurar a criatividade de forma estanque e desencoraja a interpretação individual dos resultados. A par do desenvolvimento de definições e medições por escalas, os resultados obtidos pela eletroencefalografia e ressonância magnética funcional revelaram o envolvimento de determinadas áreas do cérebro, [9,10] nomeadamente do córtex pré-frontal nos processos cognitivos associados à criatividade havendo uma predominância das

regiões anteriores.[11] A sustentação anatômica do conceito de criatividade desperta a possibilidade de a influenciar.

Para alguns autores o processo criativo não é apenas o resultado de ações individuais, mas uma co-criação por domínios e campos [12] onde se conseguem perceber as influências da meditação [13] e da discussão de ideias com outras pessoas. [14,15]

1.2. Estimulação Magnética Transcraniana

A estimulação magnética transcraniana repetitiva (EMTr) é um método não-invasivo de estimulação neuronal através do crânio [16] que se baseia na indução de um novo campo elétrico no córtex cerebral que modifica a atividade das sinapses numa localização específica sem contacto físico direto. [17]

O benefício terapêutico da EMTr aparece, em diferentes estudos, associado ao tratamento da depressão refratária à medicação habitual, à reabilitação da afasia após um Acidente Vascular Cerebral ou no alívio de dor neuropática ou enxaqueca. [18,19,20]

Tendo em conta que a base fisiológica da EMTr assenta na alteração temporária das sinapses, a preocupação com a segurança é um dos tópicos transversais quando se aborda a técnica. Em 1996 foram definidas as normas de segurança na utilização da técnica e reafirmadas, através de guidelines, em 2009. [18]

Os dados sobre os efeitos adversos da aplicação da técnica não têm, até agora, sugerido a necessidade da sua restrição pelo risco de danos para a saúde, exceto nos casos em que existe contra-indicação absoluta.

Valorizando os trabalhos existentes sobre a influência na criatividade, este estudo pretende verificar a influência do efeito inibitório da Estimulação Magnética Transcraniana repetitiva na criatividade tendo em conta duas perspetivas:

- Se a EMT tem efeito modificador nos testes de criatividade
- De que forma os resultados no teste de criatividade verbal e figurativo são afetados pelo efeito inibitório da EMT.

2. Revisão Teórica

2.1. Criatividade

É possível, no quotidiano, adjetivar algo ou alguém como criativo mas, pelas inúmeras ligações e perspetivas subjetivas, é difícil apresentar um conceito consensual para a definição de criatividade. Para Money (1963), a criatividade apresenta quatro perspetivas importantes para a sua compreensão: a situação, o produto, o processo e a pessoa criativa. Esta pluralidade de conceitos desafia uma definição precisa (Torrance 1988). No entanto Paul Torrance [2] apresenta uma perspetiva ampla e de índole prática:

“process of becoming sensitive to problems, deficiencies gaps in knowledge, missing elements, disharmonies, and so on; identifying the difficulty; searching for solutions, making guesses, or formulating hypotheses about the deficiencies testing and retesting these hypotheses and possibly modifying and retesting them; and finally communicating the results.”[2]

A apresentação de uma definição consistente e orientada para o quotidiano é fulcral na procura de modelos científicos que possam ser estudados (Torrance 1988).

A possibilidade de tornar a criatividade numa variável quantitativa é uma das questões prementes nesta área de estudo. O esforço para encontrar a resposta e os conseguintes métodos de aferição resultaram no aparecimento de diferentes testes [6]:

- Teste de criatividade de Guilford

Um teste com um sistema de classificação baseado nos TTCT, no qual os participantes listam usos distintos para um objeto comum num determinado período de tempo. [21]

- Os questionários de personalidade.

O uso de questionários que confrontem um indivíduo com um conjunto de questões ou palavras que permitam, com base nas respostas, identificá-los como criativos. [6]

- Os testes de Torrance (TTCT)

São os testes mais estudados e mais usados e baseiam-se num conjunto de provas (de componente verbal e figurativa) a partir das quais é calculado o índice de criatividade, segundo as regras do Manual Técnico de Normas, que se baseia em cinco variáveis quantificadas:

- Fluência (*Fluency*) - o número de ideias diferentes e lógicas apresentadas, que testa a capacidade de produzir alternativas;
- Originalidade (*Originality*) - o número de ideias estatisticamente raras, que testa a habilidade de produzir ideias inovadoras e diferentes das outras pessoas;

- *Elaboração (Elaboration)* - testa a habilidade de criar ideias pormenorizadas e detalhadas.
- *Abstração dos títulos (Abstractness of Titles)* - só é avaliado nos testes de criatividade figurativa e deve refletir a essência da figura ou ajudar a contar uma história que se relacione com a mesma.
- *Resistência a uma solução precoce (Resistance to Premature Closure)* - avalia a tendência natural para completar um estímulo da forma mais simples, sendo o indivíduo criativo aquele que mantém aberta a possibilidade, durante o tempo necessário, de encontrar uma resposta original.

Segundo Torrance, a motivação da pessoa é um fator importante para que o processo criativo ocorra. É, por esta razão, importante a criação de um ambiente propício para a realização das provas, promovendo a ideia de esforço e foco na solução dos problemas num ambiente calmo, confortável e estimulante. [2]

2.2. As bases cerebrais da criatividade

A evolução das neurociências permitiu um maior conhecimento da relação entre as áreas cerebrais e a influência nos diferentes processos cognitivos. O caso da criatividade é um exemplo desse progresso. Os estudos mais recentes indicam que a ativação dos dois hemisférios cerebrais e a comunicação entre eles é fundamental para a realização de tarefas criativas [22,23,24] embora a noção clássica refere que o hemisfério esquerdo é mais especializado na linguagem (criatividade verbal) e o direito na visão, música e arte (criatividade figurativa).[9]

Se a contribuição de cada hemisfério para o processo criativo é distinta, o entendimento da comunicação entre ambos é mais complicado. Kapur [2011] propôs o conceito de *paradoxical functional facilitation* (PFF), que atribui um mecanismo inibitório baseado na competição ou compensação entre os dois hemisférios cerebrais, resultado da plasticidade neuronal. [9] Em indivíduos saudáveis, a atividade do hemisfério direito, em atividades artísticas, pode ser inibido pelo hemisfério esquerdo. Esta relação reforça o dado, encontrado por Miller [1998], de desinibição de zonas direitas após um dano do lado esquerdo - um estudo em doentes de Parkinson revelou que a supressão da estimulação no hemisfério esquerdo facilita a produção artística (Drago, 2009).[9] A procura de áreas cerebrais específicas envolvidas na criatividade permitiu, através de investigações imagiológicas, concluir o papel importante do córtex pré-frontal, não obstante o contributo de outras regiões. [25] Doentes com degeneração do córtex pré-frontal anterior e temporal apresentaram uma diminuição no índice de criatividade nos TTCT. [4,5]

Tendo em conta a participação de neurotransmissores na comunicação entre neurónios, várias investigações foram realizadas com o intuito de entender quais deles estão envolvidos nos processos criativos. Diferentes estudos indicam o envolvimento da dopamina, envolvendo uma interação entre as vias frontais e estriadas. [26]

2.3. Estimulação Magnética Transcraniana

A EMTr é uma das técnicas não invasivas de estimulação cerebral mais usadas e permite a alteração temporária da atividade de uma região do cérebro pela influência do nível de excitabilidade e modulação da sinapse em resposta a estímulos. [28]

É possível, através desta técnica, criar efeitos excitatórios ou inibitórios de acordo com a alteração da frequência dos pulsos. [17, 27]

As evidências mostram que é uma técnica segura e não coloca em risco a saúde dos indivíduos desde que cumpridas todas as regras de segurança protocoladas. Cefaleia, cervicalgias ou dor local transitória, parestesias e alterações auditivas transitórias foram os efeitos relatados ainda que raramente. Os restantes problemas identificados (convulsões, síncope, alterações cerebrais estruturais, alterações cognitivas) são tidos como teoricamente possíveis face ao conhecimento anatómico e fisiológico do Sistema Nervoso Central. [18]

O estudo de otimização, ao longo dos anos, da EMTr conduziu ao desenvolvimento de um padrão específico denominado *Theta Burst Stimulation* (TBS) [16] que é usado em diferentes estudos das neurociências pelos resultados mais duradouros que apresenta. Existem duas variantes válidas nos protocolos da TBS pela modificação da intensidade e duração do pulso com resultados finais distintos:

- Contínua (*cTBS - continuous Theta Burst Stimulation*) que promove um padrão inibitório nas sinapses envolvidas.
- Intermitente (*iTBS - intermittent Theta Burst Stimulation*) que produz um efeito excitatório nas sinapses.

3. Materiais e Métodos

3.1. Participantes

O estudo contou com a participação de vinte e cinco voluntários do 1º ano do Mestrado Integrado em Medicina da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade da Beira Interior.

De forma a tentar estudar a influência da Estimulação Magnética Transcraniana repetitiva na criatividade do adulto jovem saudável dividiram-se os participantes de forma aleatória em dois grupos:

Grupo de inibição (I) - Composto por 14 voluntários, em que a técnica usada permitiu a estimulação com características inibitórias de acordo com o protocolo.

Grupo Controlo (C) - Composto por 11 voluntários submetidos a um protocolo similar mas em que a colocação da bobine e sua intensidade não induziu inibição efetiva nos voluntários.

3.2. Processo de seleção

No estudo participaram inicialmente vinte e seis voluntários, onze do sexo masculino e quinze do sexo feminino, todos no primeiro ano do mestrado integrado de Medicina da FCS-UBI, com média de idades igual a $19,54 \pm 0,99$ anos. O processo de seleção realizou-se em setembro de 2016 segundo os seguintes passos:

1. Apresentação do projeto e dos objetivos do trabalho a todos os alunos de primeiro ano;
2. Recolha dos contactos de todos os alunos interessados e seleção de um estudante mediador entre as duas partes;
3. Contacto dos interessados para a entrega de um questionário visando a obtenção de informações sobre condições de inclusão e exclusão do estudo;
4. Entrega e análise dos questionários, com decisão sobre a participação de cada voluntário de acordo com os critérios estabelecidos;
5. Marcação da data das sessões para a realização dos testes;
6. Nova explicação do processo, confirmação dos últimos 2 itens dos critérios de exclusão, leitura do consentimento informado e assinatura do mesmo;
7. Realização da sessão de estimulação e testes

Os critérios de inclusão no estudo foram:

- Ser aluno do primeiro ano do MIM da FCS-UBI
- Ter mais de 18 anos

- Ser dextro

Os critérios de exclusão no estudo foram:

- Presença de elementos metálicos na cabeça (exceto na boca)
- Diagnóstico de epilepsia ou história de uma ou mais convulsões
- História de patologia cerebral de etiologia vascular, neoplásica, infecciosa ou metabólica não controlada
- Presença de pacemakers ou material intracardíaco
- História de patologia cardíaca grave
- Presença de um aumento da pressão intracraniana (pós enfarte ou trauma)
- Gravidez confirmada ou provável
- Medicação com antidepressivos tricíclicos, neurolépticos ou outros medicamentos que diminuem o limiar convulsivo sem a toma simultânea de medicação anticonvulsivante
- História de alcoolismo ou consumo de álcool nas 24h prévias à estimulação.
- Privação de sono na noite anterior à estimulação

O questionário apresentado aos voluntários (anexo 2) era avaliado por um médico neurofisiologista para a verificação de possíveis complicações. Os critérios de exclusão permitiram alcançar uma maior segurança no procedimento de estimulação ainda que, de acordo com as *guidelines* da EMT, alguns itens não constituam contra-indicações absolutas. A aplicação de 33 questionários conduziu à exclusão de dois voluntários, sendo-lhes explicada as razões da decisão.

A assinatura do consentimento informado, cujo exemplar se encontra no anexo 3, fez-se após uma explicação adicional sobre a realização prática do estudo, as bases teóricas da estimulação, os objetivos primários do estudo e apresentação dos efeitos secundários mais reportados, na sequência da EMT, na bibliografia. A estratégia seguida conduziu ainda à desistência de cinco voluntários por receio dos possíveis efeitos secundários da EMT.

Foi necessário retirar mais um elemento, dado que tendo sido aleatoriamente colocado no grupo submetido a estimulação efetiva, não colaborou corretamente em todo o processo de aplicação da EMTr.

Ao longo de todo o processo, foi garantida a confidencialidade dos dados e dos voluntários.

3.3. Ambiente

Face às recomendações existentes para a aplicação dos Testes de Torrance, selecionaram-se 3 espaços principais para a realização das provas:

1. Um espaço de receção dos voluntários onde ficavam sentados antes de iniciar a prova para que lhes fosse explicado novamente o percurso e o processo.
2. A sala de realização das provas escritas era livre de ruído e o voluntário tinha uma cadeira e uma mesa e um sistema de iluminação adequado. A disposição do material dentro do espaço impedia a comunicação entre voluntários.
3. A sala de aplicação da Estimulação Magnética Transcraniana era livre de ruído e só era possível a permanência na sala dos dois investigadores encarregues da aplicação da EMTr, além do voluntário. Antes do processo de estimulação era realizado um esclarecimento aos participantes acerca dos passos para a aplicação EMTr, tranquilizando-os em relação às possíveis sensações durante a sua realização.

3.4. Estudo da criatividade

Para a concretização do estudo selecionaram-se primariamente os testes de Torrance pela sua simplicidade de aplicação e pelos estudos de validade de que foram alvo. Foi, no entanto, necessário fazer um ajuste às provas pelo tempo de aplicação dos TTCT originais ser superior a trinta minutos na versão original, o que podia inviabilizar o estudo do efeito possível da EMTr, que em alguns protocolos pode não durar até aos trinta minutos subsequentes à estimulação. Nesse sentido, diminuiu-se a quantidade de provas (versão reduzida/adaptada dos testes de Torrance) e conseqüentemente o tempo de execução, tendo dois cuidados principais:

1. Manter o binómio Verbal e Figurativa, tendo dois tipos de provas distintas
2. Igualar, de forma rigorosa, o tempo de execução de cada prova entre o período de pré-EMT e pós-EMT

Para a execução da prova aplicou-se o seguinte protocolo:

1. Teste 1 - Verbal

Enunciado: “És um feiticeiro! Diz o máximo de atividades que poderias fazer com os teus novos poderes.”

Duração máxima: 3 minutos

Sem limitação de número de ideias.

Modelo: Anexo 4

2. Teste 2 - Figurativo

Enunciado: Deverás utilizar um losango (presente na folha) para desenhar um objeto ou uma ideia material, nomeando-o.

Duração: 3 minutos

Sem limitação de ideias.

O voluntário tinha à sua disposição o número de folhas necessário, podendo desenhar sem restrições.

Modelo: Anexo 5

3. Teste 3 - Figurativo

Enunciado: Uma prova constituída por três partes

- Uso de um círculo para materializar qualquer ideia
- Combinação de quatro formas geométricas para construir alguma ideia/objeto
- Uso dos constituintes de uma imagem pré-definida para representar algo.

Duração: 3 minutos

Sem limitação de ideias.

O voluntário tinha à sua disposição o número de folhas necessário, podendo desenhar sem restrições.

Modelo: Anexo 6

Após a primeira fase de aplicação das três provas durante nove minutos seguiu-se a sessão de EMTr e uma nova aplicação imediata dos três testes.

3.5. Estimulação Magnética Transcraniana

A estimulação cerebral foi realizada com base na técnica *Theta Burst Stimulation* (TBS), na variante contínua (cTBS), recorrendo a um equipamento *MagVenture MagPro® G3 X100 5.0.1*, com uma bobina tipo borboleta. [8]

Antes da estimulação repetitiva procedeu-se à deteção da área motora primária direita (M1) com maior capacidade de ativar a musculatura intrínseca da mão esquerda e concomitante identificação do limiar motor ativo (LMA) - intensidade mínima com que se consegue essa ativação, na presença de uma contração mínima prévia. Tendo em conta esta referência, os pulsos foram aplicados 5cm anteriormente, no córtex pré-frontal dorsolateral direito, com intensidade de 80% do LMA. [8]

Perante os grupos definidos anteriormente - o de inibição e o controlo - estabeleceram-se as variações na técnica. No grupo de inibição (I), aplicou-se efetiva estimulação cTBS, com séries agrupadas de três pulsos a 50Hz, de forma contínua em intervalos de 200ms (5Hz), totalizando um período de estimulação de 600 pulsos [16]

No grupo controlo (C), utilizando a mesma bobina e o mesmo processo inicial de deteção da área a estimular, foi aplicado um protocolo com a mesma duração, mas com modificação da posição da bobina sobre o crânio do voluntário (eliminando o contacto com a zona de estimulação efetiva) e diminuindo a intensidade para 50% do LMA. [28]

3.6. Tratamento dos resultados

A organização dos dados das provas teve em conta o objetivo de avaliar a fluência (número total de respostas), uma vertente da criatividade proposta por Torrance. Tratou-se de um estudo duplamente cego porque tanto o investigador que avaliou as ideias como os voluntários desconheciam qual o grupo em que estavam inseridos e o tipo de estimulação aplicada (cTBS ou controlo).

Fluência

Conceito

Número de respostas dadas pelos voluntários.

Exclusão

- Todas as respostas incompletas ou rasuradas pelo voluntário.
- Todas as respostas que não cumpriam as regras pré-definidas.
- Nas provas Pós-EMT, excluíram-se todas as respostas de um voluntário que se repetiam face às suas provas Pré-EMT.

Inclusão

- Todas as respostas dos participantes legíveis e que cumpriam as regras pré-estabelecidas e explicadas aos voluntários.

Os restantes conceitos associados aos testes de Torrance - Originalidade, Elaboração, Abstração dos Títulos e Resistência a uma solução precoce não foram considerados neste estudo.

3.7. Análise Estatística

Para a análise estatística dos resultados obtidos, utilizou-se o teste t amostras emparelhadas, o teste wilcoxon sem alterações e com variáveis transformadas (tabela 3) e o teste qui quadrado (tabela 4).

3.8. Estudo

Este estudo foi desenvolvido no contexto de um projeto denominado “*Neurophysiologic evaluation in healthy subjects*” que havia sido aprovado pela Comissão de Ética da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade da Beira Interior (Projeto 2/2011).

3.9. Conflito de Interesses

O estudo respeitou os princípios da declaração de Helsínquia e os investigadores declaram não haver conflito de interesses.

Resultados

Para a análise dos resultados obtidos, seguindo a metodologia descrita, estabeleceu-se uma divisão entre cada teste (teste 1, 2 e 3) e em cada um registaram-se os resultados em dois grandes grupos - o grupo que não foi estimulado (Controlo - C) e o grupo a quem foi feita Estimulação Magnética Transcraniana (Inibição - I) - tendo em conta as provas realizadas previamente (Pré) e posteriormente (Pós) ao momento da inibição. O número de respostas dadas por cada voluntário (fluência) foi registado na tabela 1 (para o grupo C) e na tabela 2 (para o grupo I).

Tabela 1 - Número de respostas de cada voluntário no Grupo Controlo (C)

	Pré 1	Pós 1	Pré 2	Pós 2	Pré 3	Pós 3
C1	9	8	5	5	3	2
C2	7	5	3	2	2	3
C3	12	12	5	5	4	3
C4	5	2	5	4	4	3
C5	12	8	3	3	3	3
C6	6	8	2	2	2	2
C7	13	1	2	1	3	3
C8	1	5	3	3	2	2
C9	6	9	4	3	5	4
C10	7	9	3	3	3	3
C11	9	5	2	2	2	2

Tabela 2 - Número de respostas de cada voluntário no Grupo Inibido por EMTr (I)

	Pré 1	Pós 1	Pré 2	Pós 2	Pré 3	Pós 3
I1	7	8	5	6	4	6
I2	7	9	3	4	3	3
I3	12	9	3	4	2	3
I4	8	9	4	5	3	3
I5	8	7	3	2	3	2

I6	4	5	2	2	2	2
I7	10	6	3	3	3	3
I8	8	7	2	3	2	3
I9	4	10	3	3	3	2
I10	10	11	5	5	0	0
I11	9	6	2	2	2	2
I12	19	13	3	4	3	3
I13	11	14	4	4	2	4
I14	10	7	3	3	3	3
I15	8	8	3	3	2	2

Torrance sugere a análise dos resultados num contexto de grupo e não para avaliar a performance criativa individual de cada voluntário. Na tabela 3 é possível observar o estudo da tendência de cada grupo tendo em conta a média de respostas e o desvio-padrão em cada teste.

Tabela 3 - Análise da média de respostas e o desvio padrão no grupo C e grupo I para cada teste

	Controlo (C)					Inibição (I)				
	μ	σ	Min.	Máx.	Sig.	μ	σ	Min.	Máx.	Sig.
Fluência Pré-Teste1	8,0	3,5	1,0	13,0	0,314*	8,9	3,7	4,0	19,0	0,564*
Fluência Pós-Teste1	6,5	3,3	1,0	12,0		0,763\$	8,4	2,6	5,0	
Dif_F_1	-1,45	4,55	-12,00	4,00		-0,50	3,16	-6,00	6,00	
Fluência Pré-Teste2	3,4	1,2	2,0	5,0	0,046#	3,1	0,8	2,0	5,0	0,059#
Fluência Pós-Teste2	3,0	1,3	1,0	5,0		0,317\$	3,4	1,2	2,0	
Dif_F_2	-0,36	0,50	-1,00	0,00		0,36	0,63	-1,00	1,00	
Fluência Pré-Teste3	3,0	1,0	2,0	5,0	0,157#	2,6	0,6	2,0	4,0	0,234#
Fluência Pós-Teste1	2,7	0,6	2,0	4,0		0,157\$	2,9	1,1	2,0	
Dif_F_3	-0,27	0,65	-1,00	1,00		0,29	0,91	-1,00	2,00	

(μ média; σ desvio padrão; min. Mínimo; max. Máximo)

teste t amostras emparelhadas; # teste wilcoxon sem alterações; \$ teste wilcoxon com variáveis transformadas

A percepção dos resultados na globalidade de cada grupo e teste foi complementada com o estudo do comportamento dos voluntários dentro do seu grupo. Na tabela 4 sistematizam-se os dados através de três tendências do número de respostas - maior, mesmo ou menor - para cada teste.

Tabela 4 - Variação do número de ideias entre o pré-teste e o pós-teste no grupo C e grupo I para cada tipo de teste (qui quadrado)

		Controlo (C)		Inibição (I)		p-value*
		Contagem	% N da Coluna	Contagem	% N da Coluna	
Dif_Fluência Teste 1 (Categorizado)	Menor N° Respostas	6	54,5%	7	50,0%	1,000
	Mesmo N° Respostas	1	9,1%	1	7,1%	
	Maior N° Respostas	4	36,4%	6	42,9%	
Dif_Fluência Teste 2 (Categorizado)	Menor N° Respostas	4	36,4%	1	7,1%	0,018
	Mesmo N° Respostas	7	63,6%	7	50,0%	
	Maior N° Respostas	0	0,0%	6	42,9%	
Dif_Fluência Teste 3 (Categorizado)	Menor N° Respostas	4	36,4%	2	14,3%	0,415
	Mesmo N° Respostas	6	54,5%	8	57,1%	
	Maior N° Respostas	1	9,1%	4	28,6%	

Verifica-se que no grupo de Inibição existe sempre uma diminuição da média do número de ideias enquanto que no grupo estimulado existe uma divergência entre os resultados no teste de criatividade verbal (em que diminui) e nos testes de criatividade figurativa (em que se regista um aumento).

Teste 1

- Ao analisar os resultados do teste 1, tanto no grupo controlo como no grupo de inibição verifica-se uma diminuição da média do número de ideias do grupo no teste pós-estimulação em comparação com o pré-estimulação.
- A diminuição registada da média é menor para o grupo de voluntários em que foi realizada inibição (grupo I, onde se verifica a diminuição de 8,9 para 8,4 em comparação com a redução de 8 para 6,5 no grupo C).
- A avaliação do comportamento de cada participante no contexto de grupo demonstra que no grupo inibido a redução da fluência é menor.
- Nenhum destes resultados é estatisticamente significativo.

Teste 2

- Verifica-se a diminuição da fluência no grupo C (média de 3,4 respostas no pré-teste e 3,0 respostas no pós-teste), com significância estatística ($p=0,046$)
- Regista-se um aumento da fluência no grupo I (média de 3,1 respostas no pré-teste e 3,4 respostas no pós-teste) embora este resultado não tenha significância estatística ($p=0,059$).
- Na avaliação do comportamento de cada participante no contexto do conjunto verifica-se a mesma tendência com um maior número de respostas dadas no pós-teste do grupo I e um menor número de respostas no pós-teste do grupo C ($p=0,018$ qui quadrado).

Teste 3

- Verifica-se a diminuição do número de respostas no grupo C (média de 3,0 respostas no pré-teste e 2,7 no pós-teste) e um aumento da fluência no grupo I (média de 2,6 respostas no pré-teste e 2,9 no pós teste), embora em nenhum dos casos tenha significância estatística ($p=0,157$ e $p=0,234$, respetivamente).
- Na avaliação do comportamento de cada participante no contexto de grupo, verificam-se as mesmas tendências - o número de respostas diminui no pós-teste do grupo C e aumenta no pós-teste do grupo I ($p=0,415$).

5. Discussão

A diminuição no grupo Controlo (C)

Um dos resultados a salientar é a diminuição da média de resultados no teste pós-estimulação nos três testes efetuadas no grupo de controlo (C) onde não se verificou inibição enquanto se regista um aumento no grupo inibido (I) no caso dos testes 2 e 3. A diminuição transversal verificada no grupo C poderá estar associada ao cansaço dos voluntários e à descrição exaustiva de ideias no pré-teste que limitou a criação de novos pensamentos. É importante, neste contexto, sublinhar que todas as ideias repetidas de cada voluntário no pós-teste foram eliminadas.

O papel do córtex pré-frontal

O importante papel do córtex pré-frontal na criatividade é reconhecido por diferentes estudos e poucas dúvidas restam sobre a sua intervenção na formulação de novas soluções para diferentes problemas.[30]

O procedimento executado nesta investigação (inibição do córtex pré-frontal dorsolateral direito) e a diferença de resultados nos testes 2 e 3 sugerem que a modificação induzida no córtex pré-frontal, como esperado, tem consequências no desempenho dos indivíduos nas atividades propostas, reforçando o seu papel nos processos criativos como outros estudos demonstram.[10,11]

Alguns modelos sugerem uma organização espacial de funções no córtex pré-frontal, descrevendo um gradiente posteroanterior no grau de abstração para a uma mais eficaz representação mental figurativa e um maior suporte das áreas anteriores no pensamento abstrato.[10] A inibição do córtex dorsolateral, neste trabalho, poderá ter tido alguma influência nos resultados apresentados nos testes de criatividade figurativa tendo em conta o modelo apresentado. A comparação com a estimulação de outras áreas pode possibilitar um maior conhecimento acerca da aplicabilidade deste conceito de mapeamento de funções no córtex pré-frontal. Uma abordagem mais recente foca a importância das vias dopaminérgicas neste processo. Alguns estudos sugerem uma correlação positiva entre um melhor desempenho criativo e a atividade da dopamina no córtex pré-frontal, gânglios basais e substância nigra e foram identificados genes (DAT, COMT) que podem ter um papel modificador neste contexto.[26] A associação entre a redução da atividade da enzima COMT (responsável pela degradação fisiológica da dopamina) no córtex pré-frontal por um polimorfismo funcional (Val¹⁵⁸Met) e o aumento da performance cognitiva em pessoas saudáveis é um exemplo da interação existente. Embora os mecanismos fisiológicos envolvidos nos processos cognitivos não sejam ainda claros, o envolvimento deste neurotransmissor é um dos objetos de estudo na literatura recente. [26]

É, neste contexto, importante assinalar os resultados positivos da Estimulação Magnética Transcraniana repetitiva no controlo dos sintomas na doença de Parkinson, cuja fisiopatologia se centra na alteração de vias dopaminérgicas. Esta correlação, segundo estudos recentes, pode estar associada à modulação da atividade em circuitos neuronais específicos associados aos sintomas motores e não motores e à promoção da neurotransmissão dopaminérgica.[31] De salientar que nesta investigação, a inibição do córtex pré-motor dorsolateral por EMT despoletou, num teste, uma alteração significativa em relação ao grupo que não foi sujeito à técnica.

A decomposição da criatividade

A criatividade não é um exemplo de um conceito unitário e homogéneo [32], acreditando-se que agrupa um conjunto de capacidades e por conseguinte agrega informações de diferentes vias aferentes e eferentes.

Nos últimos anos, os neurocientistas têm-se deparado com um grande desafio: decompor a criatividade em pequenas unidades (verbal, figurativa, artística) para que assim possa ser estudada, com maior detalhe, a relação dos subcomponentes e as áreas cerebrais envolvidas. [32]

Neste estudo, a distinção entre criatividade verbal (teste 1) e figurativa (teste 2 e 3) através da realização de testes diferenciados durante todo o processo revelou resultados distintos - registou-se um aumento da fluência no grupo inibido no teste 2 (com significância estatística) e uma tendência de aumento no teste 3. No teste 1 não foi possível observar a mesma tendência. Esta assimetria registada sugere que a análise do conceito de criatividade de forma decomposta pode auxiliar na sua melhor compreensão.

A dominância hemisférica

A crença de que existe uma especialização padronizada dos hemisférios cerebrais é antiga, baseada na predominância manual esquerda de vários artistas de renome [9] Alguns estudos apoiaram esta ideia propondo que o hemisfério esquerdo estivesse na origem da criatividade verbal e domínio da linguagem e o hemisfério direito na visão, música e arte.[9] Uma das bases que sustenta os TTCT é a ideia de divisão cerebral. É possível, tendo em conta este conceito, analisar os três tipos de teste utilizados neste estudo.

O teste 1, que versa sobretudo na expressão de palavras, é mais vocacionado para aferir a criatividade verbal, que seria uma peça de estudo fundamental do hemisfério esquerdo dos voluntários.[2,9,32]

Os testes 2 e 3, segundo a informação dos TTCT, tendem a analisar a criatividade figurativa, permitindo estudar o efeito predominante do hemisfério direito. [2,9,32]

Atendendo a esta teoria clássica de dominância funcional hemisférica na criatividade, era expectável que a inibição do hemisfério direito induzisse uma diminuição da criatividade figurativa e que os resultados da criatividade verbal em comparação com o grupo placebo não

registassem alterações ou registassem um aumento. Os resultados da experiência revelam um aumento significativo na componente figurativa no teste 2 e uma tendência para o aumento no teste 3. Quanto às respostas verbais não existe alteração significativa. Os resultados obtidos não permitem fornecer uma conclusão definitiva sobre a gênese cerebral do processo criativo, mas levantam algumas hipóteses enquadradas em dois paradigmas distintos:

- A especialização dos hemisférios

O resultado obtido nesta investigação no teste 1 está de acordo com o resultado esperado se aplicarmos a teoria da dominância hemisférica. [32] A inibição do hemisfério direito não causou alterações significativas nas respostas verbais, o que pode ser explicado pelo facto do hemisfério esquerdo não ver alterada a sua atividade face ao grupo placebo sugerindo um predomínio deste lado na criatividade verbal.

- Contrabalanço funcional de hemisférios

Os resultados obtidos no teste 2 e 3 não correspondem aos esperados na teoria da dominância hemisférica. Estudos mais recentes revelam conclusões que contrariam a ideia de criatividade compartimentada porque além de reconhecer a importância da comunicação inter-hemisférica, descreve ainda uma dominância do hemisfério esquerdo na criatividade figurativa. [28] O conceito de *paradoxical functional facilitation* (PFF) - um mecanismo inibitório baseado na competição entre áreas cerebrais distintas ou compensação entre as mesmas em determinadas funções - proposto por Kapur (2011) fornece uma nova perspetiva no âmbito da criatividade. Segundo o autor, o papel inibitório dominante do hemisfério esquerdo sobre o hemisfério direito é fulcral para a criação de novas ideias figurativas. [9] Os resultados desta investigação, à luz desta teoria, são explicados por uma potenciação do hemisfério esquerdo e consequente aumento deste mecanismo de inibição funcional quando se induz uma inibição do hemisfério direito por EMTr. Esta compensação de atividade do hemisfério esquerdo por inibição do contralateral e o seu envolvimento na criatividade figurativa constituem uma possível explicação para o aumento da fluência nos testes 2 e 3.

Criticas/Limitações

Apesar dos resultados revelarem determinadas tendências, não foi possível obter significância estatística na maioria dos casos. A análise crítica do estudo permite perceber a influência da amostra reduzida nos resultados apresentados. Apesar de todos os esforços empreendidos, a falta de motivação para participar, as desistências durante o processo, o receio existente face à Estimulação Magnética Transcraniana e os horários sobrecarregados dos estudantes culminou no número de voluntários reduzido que influencia a significância estatística e a capacidade para retirar diferentes conclusões.

As provas utilizadas resultaram de um estudo aprofundado dos diferentes testes existentes e da tentativa de aliar a sua eficácia à exequibilidade. Uma das grandes limitações existentes

era a disponibilidade temporal para a realização do processo (descrito em Métodos e Materiais) e a aplicação integral dos TTCT exigia tempo e meios não disponíveis. É importante sublinhar que a seleção das provas tendo em conta a função que visam mensurar, a reprodução do ambiente recomendado, e a manutenção do procedimento para todos os voluntários não limita os resultados obtidos.

Um dos fatores importantes a ter em consideração na conceção do estudo é a ansiedade como efeito bloqueador do processo criativo. [29] Os voluntários, aquando da participação no estudo, estavam no processo final de preparação para exames inseridos no seu percurso académico. Apesar de ser difícil de contornar este fator visto a regularidade com que os estudantes realizam as provas e ser variável o seu efeito em cada voluntário é importante perspetivá-lo como uma limitação do estudo.

Os trabalhos em neurociências têm-se multiplicado tendo em vista um aumento do conhecimento do cérebro que ainda é limitado. Nesta área, embora cada peça seja fundamental é da harmonia do conjunto que se cria o produto final.

Há, nos dias de hoje, uma contínua referência à importância de pensar diferente. Mas o processo criativo resulta, à luz do que atualmente se conhece, de um conjunto de múltiplas influências que dificultam a perceção de como pode ser e é modificado.

Atualmente a Estimulação Magnética Transcraniana está relacionada positivamente na abordagem a diferentes patologias e a segurança da sua utilização é reiterada e, por outro lado, o conhecimento sobre a criação artística, o pensamento divergente e os meios de os potenciar tem vindo a aumentar. Da pesquisa efetuada não existem muitas publicações sobre o efeito inibitório da EMT na criatividade apesar dos estudos que envolvem individualmente cada conceito.

A necessidade de aprofundar o conhecimento transmitido sugere-se:

- O reforço das condições deste estudo com o aumento do número de voluntários.
- Embora o ambiente tenha sido uma das preocupações na preparação da experiência, a criação de um meio ainda mais propício (com mais luminosidade, com uma vista diferente) para a realização dos testes deve ser idealizado e aplicado em experiências futuras porque pode ter um impacto relevante nos participantes.
- A adição de outras vertentes do processo criativo além da fluência (originalidade e elaboração) aumentando os dados sobre criatividade como conceito geral
- A aplicação de diferentes testes que materializem uma maior decomposição da criatividade (verbal, figurativa, artística...).
- Estruturar um maior número de sessões para estudar o seu efeito a curto e longo prazo.
- O estudo comparativo do efeito da estimulação e inibição (por EMT) do córtex pré-frontal.

- O estudo comparativo do efeito do estímulo no córtex direito e esquerdo, face ao descrito na bibliografia
- O estudo comparativo do efeito de um estímulo em diferentes áreas do córtex pré-frontal.
- O estudo do efeito da EMT nos processos criativos tendo em conta os resultados em testes escritos específicos e nos dados fornecidos por técnicas imagiológicas (nomeadamente ressonância magnética funcional).

É importante salientar ainda que os estudos atuais sobre criatividade abordam uma nova perspetiva sobre o conceito, considerando-se que a utilidade e a inovação são dois fatores chave na sua análise. Defende-se, nestas investigações, que se uma pessoa tiver uma ideia original, mas não aplicável na realidade, o conceito de criatividade perde-se. O mesmo acontece às ideias altamente aplicáveis na prática mas que já foram pensadas e materializadas. [33]

Esta noção utilitarista da criatividade pode necessitar de um ajuste nas provas que visam o seu estudo. Sugerem-se, por isso, adaptações nos testes já existentes tendo em conta as conclusões científicas mais recentes, podendo incluir, nos exercícios delineados, uma componente relacionada com a aplicabilidade das ideias em prova.

6. Conclusões

O Fórum Económico Mundial apontou a criatividade como uma das competências fundamentais em 2020 para fazer face aos desafios profissionais do mundo moderno. Apesar de reconhecida como uma meta a atingir, a sua definição e o entendimento da sua essência fisiológica são ainda desafios, sendo uma das áreas de estudo em crescimento atualmente. Esta investigação é um contributo para um maior conhecimento sobre a possível influência sobre os processos criativos. Os resultados obtidos reforçam o envolvimento do córtex pré-frontal no desempenho dos indivíduos quando confrontados com desafios que exigem uma abordagem criativa. Por outro lado, sugere que a decomposição do conceito em estruturas mais definidas pode conduzir a um conhecimento mais lato sobre o assunto. As recentes pesquisas não corroboram a ideia de que cada hemisfério tem uma função específica no processo criativo, os resultados desta investigação sugerem que a criatividade resulta de um processo intrincado de diferentes aferências e eferências, não devendo ser explicada por uma divisão hemisférica simplificada.

Por fim, a par dos dados apresentados sobre a eficácia da Estimulação Magnética Transcraniana no controlo de diferentes patologias neurológicas esta investigação sugere a influência desta técnica, segura e validada, na criatividade.

Muitas são, ainda, as lacunas na explicação desta competência tão desejada. O futuro traz com ele a necessidade de uma maior investigação em várias vertentes. Quais as áreas envolvidas e relacionada com o córtex pré-frontal? Quais os neurotransmissores envolvidos? Qual o papel da EMT e em que moldes pode modificar a performance criativa individual? As respostas, certamente, serão obtidas em breve.

Este foi o nosso contributo.

7. Bibliografia

- 1- Simonton DK. Quantifying creativity: can measures span the spectrum? *Dialogues Clin Neurosci* 2012 Mar; 14(1): 100-104
- 2- Kim KH. Can We Trust Creativity Tests? A Review of the Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT). *Creat Res J*. 2006;18(1):3-14. doi:10.1207/s15326934crj1801_2.
- 3- Ginamarie S, Lyle EL, Mumford MD. The Effectiveness of Creativity Training: A Quantitative Review. *Creativity Research Journal* 2004; 16 (4): 361-388
- 4- Gough HG. A creative personality scale for the Adjective Check List. *Journal of Personality and Social Psychology* 1979; 37(8): 1398-1405
- 5- Hee Kim K. The creativity crisis: The decrease in creative Thinking Scores on the Torrance Tests of Creative Thinking. *Creat Res J*. 2011; 23(4): 285-295. doi: 10.1080/10400419.2011.627805
- 6- Seabra JM. *Criatividade [Trabalho de Licenciatura]*. Coimbra: Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade de Coimbra; 2007.
- 7- Davids GA. Identifying creative students and measuring creativit. *Handbook of Gifted Education*. Needham Heights: Viacom; 1997: 269-281
- 8- Swartz JD: Torrance Tests of Creative Thinking. In *Test Critique*. Volume 7. Edited by Keyser DJ, Sweetland RC. Kansas: Test Corporation of America; 1988: 619-6224
- 9- Peiyu H, Lihua Q, Lin S, Yong Z, Zhe S, Zhiguo Q, Qiyong G, Peng X. Evidence for a Left-Over-Right Inhibitory Mechanism During Figural Creative Thinking in Healthy Nonartists. *Human Brain Mapping* 2013 Oct; 34(10):2724-32. doi: 10.1002/hbm.22093.
- 10- Souza LC, Guimarães HC, Teixeira AL, Caramelli P, Levy R, Dubois B, Volle E. Frontal lobe neurology and the creative mind. *Front Psychol* 2014 Jul. doi: 10.3389/fpsyg.2014.00761
- 11- Collins A, Koechlin E. Reasoning, Learning, and Creativity: Frontal Lobe Functin and Human Decision-Making. *PLoS Biol* 2012 Mar; 10(3). doi: 10.1371/journal.pbio.1001293

- 12- Csikszentmihalyi, M. Society, culture, and person: a systems view of creativity. R. J. Sternberg (Org.), The nature of creativity (pp. 325-339). New York: Cambridge University Press. C
- 13- Capurso V, Fabbro F, Crescentini C. Creativity: the influence of mindfulness meditation on creative thinking. *Front Psychol* 2013; 4: 1020. doi: 10.3389/fpsyg.2013.01020
- 14- Fink A, Koschutnig K, Benedek M, Reishofer G, Ischebeck A, Weiss EM, Ebner F. Stimulating creativity via the exposure to other people's ideas. *Human Brain Mapping* 2012 Nov; 33(11): 2603-10. doi: 10.1002/hbm.21387.
- 15- Fink A, Grabner RH, Gebauer D, Reishofer G, Koschutnig K, Ebner F. Enhancing creativity by means of cognitive stimulation: evidence from an fMRI study. *Neuroimage* 2010 Oct 1; 52(4):1687-95. doi: 10.1016/j.neuroimage.2010.05.072.
- 16- Huang YZ, Edwards MJ, Rounis E, Bhatia KP, Rothwell JC. Theta Burst Stimulation of the Human Motor Cortex. *Neuron* 2005 Jan 20; 45: 201-216. doi: 10.1016/j.neuron.2004.12.033
- 17- Pires C. Estimulação Magnética Transcraniana repetitiva na reabilitação no AVC da ACM [MD thesis]. Covilhã: Universidade da Beira Interior; 2014 May
- 18- Rossi S, Hallett M, Rossini P, Pascual-Leone A, The Safety of TMS Consensus Group. Safety, ethical considerations, and application guidelines for the use of transcranial magnetic stimulation in clinical practice and research. *Clinical Neurophysiology* 2009; 120: 2008-2039. doi: 10.1016/j.clinph.2009.08.016
- 19- Rabey JM1, Dobronevsky E, Aichenbaum S, Gonen O, Marton RG, Khaigrekht M. Repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) combined with cognitive training is a safe and effective modality for the treatment of Alzheimer's disease: clinical experience. *J Neural Transm (Vienna)*. 2013 May;120(5):813-9. doi: 10.1007/s00702-012-0902-z.
- 20- Martin DM, McClintock SM, Forster J, Loo CK. Does Therapeutic Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Cause Cognitive Enhancing Effects in Patients with Neuropsychiatric Conditions? A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *Neuropsychol Rev*. 2016 Sep; 26(3):295-309. doi: 10.1007/s11065-016-9325-1

- 21- Dippo C. Evaluating The Alternative Uses Test of Creativity. Proceedings of the National Conference On Undergraduate Research (NCUR); 2013 April 11-13; University of Wisconsin La Crosse.
- 22- Colombo B, Bartesaghi N, Simonelli L. The combined effects of neurostimulation and priming on creative thinking. A preliminary tDCS study on dorsolateral prefrontal cortex. *Front Hum Neurosci.* 2015; 9: 403. doi:10.3389/fnhum.2015.00403
- 23- Abraham A. Creative thinking as orchestrated by semantic processing vs. Cognitive control brain networks. *Front Hum Neurosci.* 2014; 8:95. doi: 10.3389/fnhum.2014.00095
- 24- Zaidel D. Creativity, brain, and art: biological and neurological considerations. *Front Hum Neurosci.* 2014 Jun; 8: 389. doi: 10.3389/fnhum.2014.00389
- 25- Sun J, Chen Q, Zhang Q, Li Y, Li H, Wei D, Yang W, Qiu J. Training your brain to be more creative: brain functional and structural changes induced by divergent thinking training. *Hum Brain Mapp* 2016 Oct; 37(10): 3375-87. doi: 10.1002/hbm.23246
- 26- Zabelina DI, Colzato L, Beeman M, Hommel B. Dopamine and the Creative Mind: Individual Differences in Creativity are Predicted by Interactions between Dopamine Genes DAT and COMT. *PloS one* 2016; 11(1).doi: 10.1371/journal.pone.0146768
- 27- Hallett, M. Transcranial magnetic stimulation: A primer. *Neuron.* 2007; 55(2), 187-99. doi:10.1016/j.neuron.2007.06.026
- 28- Sandrini M UC, Rusconi E. The use of transcranial magnetic stimulation in cognitive neuroscience: a new synthesis of methodological issues. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews.* 2011;35:516-36. doi: 10.1016/j.neubiorev.2010.06.005
- 29- Alice W. Flaherty. FRONTOTEMPORAL AND DOPAMINERGIC CONTROL OF IDEA GENERATION AND CREATIVE DRIVE. *J Comp Neurol.* 2005 Dec 5; 493(1): 147-153.doi: 10.1002/cne.20768
- 30- Pidgeon LM, Grealy M, Duffy A, Hay L, McTeague C, Vuletic T, Coyle D, Gilbert S. Functional neuroimaging of visual creativity: a systematic review and meta-analysis. *Brain and Behavior.* 2016 July. doi: 10.1002/brb3.540

- 31- Pogarell O, Koch W, Pöpperl G, Tatsch K, Jakob F, Zwanzger P, Mulert C, Rupprecht R, Möller HJ, Hegerl U, Padberg F. Striatal dopamine release after prefrontal repetitive transcranial magnetic stimulation in major depression: preliminary results of a dynamic [¹²³I] IBZM SPECT study. *J Psychiatr Res.* 2006 Jun;40(4):307-14. doi:10.1016/j.jpsychires.2005.09.001

- 32- Zhu F, Zhang Q, Qiu J. Relating Inter-Individual Differences in Verbal Creative Thinking to Cerebral Structures: An Optimal Voxel-Based Morphometry Study. *PLoS ONE* 8(11): e79272. doi:10.1371/journal.pone.0079272

- 33- Park S, Kwang K, Hahm J. Neuro-Scientific Studies of Creativity. *Dement Neurocogn Disord.* 2016;15(4):110-114. doi:10.12779/dnd.2016.15.4.110

8. Anexos

8.1. Atividades usadas para aferir criatividade verbal nos TTCT

Adaptado de <http://innovators-guide.ch/wp-content/uploads/2012/12/torrance-creativity-test.pdf>

Name of Test and Subtests	Description	Rationale	Creative Factors
Activity 1 Ask and guess	This activity requires the person to ask questions based on drawings on a page	The Asking activity reveals a person's ability to sense what a person is unable to discern by looking at a picture and to ask questions to fill in gaps in knowledge. Curiosity is the indispensable element of inquiry and scientific creativity.	Fluency Flexibility Originality
Activity 2/3 Guessing Causes and Guessing Consequences	These activities require the person to make guesses about causes and consequences of happenings related to a drawing.	The Guessing Causes and Guessing Consequences activities are designed to reveal a person's ability to formulate cause and effect.	
Activity 4 Product Improvement Activity	The person thinks of as many ways as possible to change a toy animal to make it more fun to play with.	This activity taps the person's ability to develop and play with ideas.	Fluency Flexibility Originality
Activity 5 Unusual Uses Activities	The person devises as many uses as possible for objects such as tin cans or cardboard.	This activity tests person's ability to think originally.	Fluency Flexibility Originality
Activity 6 Just Suppose Activity	The person predicts possible outcomes and consequences of improbable situation.	This activity is a test for the ability to "play with" ideas and consequences, and often is an indication of degree of imagination.	Fluency Flexibility Originality

8.2. Atividades usadas para aferir criatividade figurativa nos TTCT

Adaptado de <http://innovators-guide.ch/wp-content/uploads/2012/12/torrance-creativity-test.pdf>

Name of Test and Sub-tests	Description	Rationale	Creative Factors
Activity 1 Picture Construction	The person constructs a picture using a pear shape or jelly-bean shape as a stimulus on the page. The shape must be an integral part of composition.	This activity gets at the tendency to find a purpose for something that has no definite purpose and to elaborate it so that a clear purpose emerges.	Originality Abstractness of titles Elaboration Checklist of creative strengths
Activity 2 Picture Completion	This activity requires a person to use 10 incomplete figures to make and to name an object or picture.	This activity calls into play the need to structure, integrate and present an object scene or situation.	Fluency Originality Abstractness of titles Elaboration Resistance to premature closure Checklist of creative strengths
Activity 3 Lines and Circles	This activity consists of three pages of lines or circles; the person makes objects or pictures using the lines or circles and adds titles or names at the bottom of each picture.	This activity requires an ability to return to the same stimulus again and again, perceiving it differently each time, disrupting structure to create something new.	Fluency Originality Elaboration Checklist of creative strengths

8.3. Consentimento informado nesta investigação

CONSENTIMENTO INFORMADO

O/a voluntário/a Sr./Sra. _____, nascido/a a ___/___/_____, aluno da Universidade da Beira Interior, foi DETALHADAMENTE INFORMADO SOBRE o projecto de investigação que vai fazer parte, intitulado “ESTUDO PILOTO SOBRE O EFEITO DA ESTIMULAÇÃO MAGNÉTICA TRANSCRANIANA SOBRE A CAPACIDADE CRIATIVA EM ALUNOS UNIVERSITÁRIOS.”, que de forma resumida consiste no seguinte protocolo:

FASE I

Avaliação dos critérios de inclusão e exclusão.

FASE II

Aplicação de escalas sobre criatividade associadas a uma única sessão de estimulação magnética transcraniana, nomeadamente TBS.

- Informamos que a sua participação é voluntária, podendo desistir a qualquer momento sem que por isso venha a ter qualquer prejuízo;
- Informamos ainda que todos os dados recolhidos serão confidenciais.

- O/a voluntário/a foi informado/a sobre os riscos e possíveis efeitos secundários INERENTES às técnicas que serão usadas - anexo I.
- O/a voluntário/a declara não fazer parte de nenhum grupo de risco de acordo com as informações referidas no anexo I.
- O/a voluntário/a declara não usar, publicar nem de outra forma revelar, pessoalmente ou por interposta pessoa, quaisquer informações ou documentos direta ou indiretamente ligados à investigação em causa.

- - - - -

Com tudo isto e tendo o direito à liberdade de todos os cidadãos, o voluntário entende e aceita os anteriores pontos, de forma a assinar o presente CONSENTIMENTO INFORMADO de livre e espontânea vontade, sem receber qualquer benefício em troca.

_____/_____
(Assinatura do Voluntário)

Covilhã, ____/____

O investigador declara que forneceu a informação necessária e explicou e respondeu a todas as questões e dúvidas apresentadas pelo voluntário.

_____/_____
(Assinatura do Investigador)

Covilhã, ____/____

Equipa de investigação FCS-UBI

Maria da Assunção Vaz Patto; Paulo Pinheiro; Nuno Filipe Cardoso Pinto;

Os investigadores declaram não existir nenhum conflito de interesses ou auferirem incentivos financeiros para esta investigação.

8.4. Amostra do Teste 1 usado nesta investigação

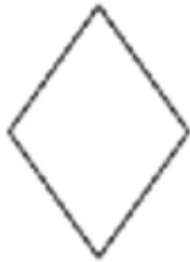
És um feiticeiro! Diz o máximo de atividades que poderias fazer com os teus novos poderes.

(apenas uma atividade por linha – sê o mais conciso possível)

1	_____
2	_____
3	_____
4	_____
5	_____
6	_____
7	_____
8	_____
9	_____
10	_____
11	_____
12	_____
13	_____
14	_____
15	_____
16	_____
17	_____
18	_____
19	_____

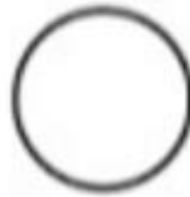
8.5. Amostra do Teste 2 usado nesta investigação

Faz o desenho de um objeto a partir do losango disponibilizado e legenda. Para cada losango, um desenho.



8.6. Amostra do Teste 3 usado nesta investigação

Usa



Combina



Completa

