

Universidade de Brasília

Instituto de Psicologia

Departamento de Processos Psicológicos Básicos

Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento

Dissertação de Mestrado

**Recuperar para Organizar e Melhor Lembrar: Efeitos da ETCC e da Prática de
Recuperação sobre a Memória Episódica**

Beatriz Araújo Cavendish

Brasília, 23 de setembro de 2020

**Recuperar para Organizar e Melhor Lembrar: Efeitos da ETCC e da Prática de
Recuperação Sobre a Memória Episódica**

Beatriz Araújo Cavendish

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento, do Instituto de Psicologia da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências do Comportamento (Área de Concentração: Cognição e Neurociências do Comportamento).

Orientador: Prof. Dr. Luciano Grüdtner
Buratto

Brasília, 23 de setembro de 2020

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Luciano Grüdtner Buratto

Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento

Universidade de Brasília – UnB

Prof. Dra. Joana Bisol Balardin

Programa Acadêmico em Ciências da Saúde

Instituto do Cérebro do Hospital Israelita Albert Einstein

Membra Externa

Prof. Dr. Rui de Moraes Jr.

Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento

Universidade de Brasília – UnB

Membro Interno

Prof. Dra. Goiara Mendonça Castilho

Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento

Universidade de Brasília – UnB

Membra Suplente

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço ao meu orientador, Luciano Buratto, por todo o conhecimento transmitido, pelo apoio, motivação, disponibilidade e, sobretudo, pelo exemplo. Obrigada por estimular nossa produtividade de maneira tão humana, por ser uma combinação perfeita entre cobrança e compreensão, e por cultivar uma relação de amizade e profissionalismo. Se eu não fosse sua aluna, jamais acreditaria ser possível um orientador reunir tantas qualidades. Obrigada por tudo e saiba que me inspiro muito em você.

À banca examinadora, composta pela professora Joana Balardin, professor Rui de Moraes e professora Goiara Castilho, agradeço por aceitarem o convite de avaliar esse trabalho e por todo o tempo despendido na leitura dessas quase cem páginas. Tenho certeza que as contribuições de vocês serão muito valiosas. Obrigada!

Certa vez, em uma conversa descontraída com um grande amigo e filósofo contemporâneo, ele fez uma analogia que me marcou para falar sobre a vida acadêmica. Segundo este amigo, no mestrado nos tornamos exímios equilibristas de pratos. Enquanto alunos, temos que administrar uma série de pratos em movimento, todos eles importantes, sem deixar nenhum cair. Os pratos são disciplinas, provas, leitura de artigos, reuniões, estágio docência, coleta de dados e mais uma longa lista de atribuições distribuídas em dois anos intensos. Muitas vezes, alguns pratos ameaçam cair. Alguns caem. Mas não é algo irreversível quando temos pessoas ao lado que ajudam a juntar os cacos e levantar os pratos de novo. Com essa analogia, agradeço à Juliana, à Suzane e ao Marcos (o grande amigo e filósofo contemporâneo) pelo compartilhamento diário de pratos leves, pesados, coloridos, monocromáticos e purpurinados. Compartilhar essa empreitada acadêmica com vocês, do início ao fim, tornou tudo muito mais bonito e prazeroso. Obrigada, amigos!

Também agradeço à Nathani, Cláudia, Ricardo, Leo e Nádia, por termos passado juntos por esse mestrado que nos rendeu tantos desafios, angústias e alegrias. Foi incrível compartilhar tudo isso com vocês.

Agradeço ao meu grupo de pesquisa composto por Amanda, Lara, Marcos e Sebastião, por todas as contribuições criativas, intelectuais e braçais durante a coleta de dados de 150 participantes. Vocês fizeram com que esse trabalho fosse possível em tempo hábil. Mal sabem vocês que quem mais aprendeu nessa relação fui eu. À Lara, cuja permanência no grupo se estendeu por mais tempo, agradeço também pela amizade e pelas excelentes contribuições para o manuscrito dessa dissertação. Obrigada, pessoal.

Aos colegas do LAMeN, laboratório mais divertido (e faminto) da UnB, agradeço por toda a troca de conhecimento durante nossas reuniões semanais. Senti muito a falta desses encontros (e das confraternizações, é claro) nos últimos meses, já que a pandemia impediu que nos reuníssemos. Obrigada por serem tão alegres e comprometidos.

Agradeço também aos professores Ricardo Moura e Mauro Dias. Além de compartilharmos uma parede, também dividimos uma cafeteira, muitas fofocas, várias risadas e um tour ainda incompleto pelos açais de Brasília. À professora Raquel Cunha sou grata por carinhosamente ter feito muitas visitas motivacionais em nossa sala de alunos da pós, e por nos presentear com chocolates e cafés. Vocês são demais!

Para agradecer aos amigos que não são da UnB, mas que, indiretamente, fizeram parte do mestrado, vou pegar emprestadas algumas palavras de Clive Staples Lewis. “Não tenho nenhum dever de me tornar amigo de quem quer que seja, e ninguém no mundo tem o dever de ser meu amigo. Não existe obrigação, nenhuma sombra de necessidade. Entretanto, é uma dessas coisas que dão valor à sobrevivência”. Obrigada Bel, Carol Fernandes, Carol Rodrigues, David, Erick, Erich, Gabi Castelo, Ju, Laila,

Leka, Lucas, Luciana, Nina, Thais e Victor, pela amizade que perdura por tantos anos. Estar com vocês é sempre maravilhoso e tenho certeza que o que cultivamos vai durar a vida toda. Amo muito cada um de vocês!

À minha família, meus agradecimentos se estendem aos últimos 25 anos. Minha mãe, mesmo não entendendo bem o meu tema de mestrado, se orgulha ao contar pros amigos que sou pesquisadora. Ela apoia incondicionalmente a minha carreira acadêmica e sou muito grata por isso. Agradeço às minhas três irmãs, que sempre foram meus exemplos, aos meus cunhados, que se tornaram meus irmãos e ao meu sobrinho, Fernando, que, com apenas um ano de vida, me mostrou que a gente sempre pode amar muito mais do que imagina. Sem vocês, eu não seria nada. Os amo muito!

Ao Thales, meu agradecimento não cabe em palavras. Obrigada pelo amor, pelo companheirismo, pela amizade e por todos os finais de semana de estudo. Obrigada pela nossa relação de leveza e paz, mesmo em um mundo caótico. Obrigada por compartilhar as minhas visões de mundo e por ter objetivos de vida parecidos com os meus, mesmo que façamos parte de áreas profissionais tão distintas. Com você me sinto no balanço de uma rede que dança numa tarde grande, sem relógio e sem agenda. Com você, a vida fica com a cara que ela tem de verdade, mas que a gente desaprende de ver. Te amo!

Para finalizar, sou muito grata por ter tido acesso a um ensino privado e público de qualidade. Se todos os jovens tivessem tido a mesma chance, teríamos um país menos desigual. Também sou grata à CAPES, pela bolsa de estudos que permitiu que eu me dedicasse integralmente ao mestrado. Infelizmente, essa não é uma realidade para muitos estudantes de pós-graduação que fazem pesquisa no Brasil. Por fim, reconheço o privilégio de poder ficar em casa durante a pandemia de covid-19. Isso possibilitou a finalização deste trabalho com ainda mais dedicação. Não fossem esses fatores que parecem invisíveis, eu não teria chegado até aqui.

Although we have learned a great deal about memory over the years, it often seems that whenever we discover yet another previously unknown fact about memory, we have succeeded in adding more to what there is to know than what we do know.

Endel Tulving

Sumário

Agradecimentos	iv
Sumário.....	viii
Lista de Tabelas	xi
Lista de Figuras	xii
Lista de Abreviações	xiii
Resumo	xiv
Abstract.....	xv
ETCC e Seus Efeitos Sobre a Memória Episódica.....	17
Efeito de Prática de Recuperação.....	21
Organização de Memória.....	24
Combinando os Efeitos da ETCC e da PR.....	26
Presente Estudo.....	28
Método.....	30
Participantes e Delineamento Experimental.....	30
Materiais.....	31
Instrumentos e Tarefas.....	31
Escala de Afetos Positivos e Negativos (PANAS)	31
Escala de Percepção de Sensação Física.....	32
Julgamento de Agradabilidade do Item	32
Tarefa 2-back	33
ETCC	33

Procedimento.....	34
Sessão 1	34
Sessão 2	38
Análise de Dados.....	39
Codificação das Respostas.....	39
Escore ARC	40
Discriminabilidade e Viés de Resposta	41
Análises de Variância Frequentistas	42
Análises de Variância Bayesianas	43
Resultados.....	43
Instrumentos e Tarefas.....	43
Julgamentos de Agradabilidade do Item.....	43
Operações Aritméticas	43
PANAS	44
2-back	45
Escala de Percepção de Sensação Física.....	45
Sessão 1 (Ciclos de Aprendizagem)	46
Sessão 2 (Testes Finais)	48
Recordação Livre	48
Agrupamento Semântico (Escore ARC).....	51
Teste de Reconhecimento	55
Perguntas Sobre Estratégia	58
Discussão.....	61
Mecanismos de Ação da ETCC.....	63

PR e Agrupamento Semântico.....	64
Escala de Humor e Exposição Total aos Estímulos.....	66
Conclusão	67
Referências	69
Anexo A – Aprovação do Comitê de Ética	88
Anexo B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	89
Anexo C – Lista de estímulos.....	92
Anexo D – Critérios de Codificação das Respostas de Recordação Livre	96
Anexo E – Estatísticas Descritivas da Recordação Livre no Teste Final	98

Lista de Tabelas

Tabela 1. Estatísticas Descritivas da Escala PANAS	45
Tabela 2. Estatísticas Descritivas dos Ciclos de Aprendizagem	47
Tabela 3. Efeitos Diretos e Indiretos dos Métodos de Aprendizagem Através da Organização de Memória Sobre a Recordação no Teste Final.....	54
Tabela 4. Estatísticas Descritivas do Teste de Reconhecimento	57
Tabela 5. Estatísticas Descritivas das Respostas Sobre Estratégias Utilizadas	60

Lista de Figuras

Figura 1. Ilustração Simplificada do Paradigma de Prática de Recuperação	22
Figura 2. Posicionamento dos Eletrodos no Couro Cabeludo dos Participantes	34
Figura 3. Representação Esquemática das Atividades Realizadas nas Sessões 1 e 2	37
Figura 4. Exemplos das Tarefas Realizadas nas Sessões 1 e 2.....	39
Figura 5. Recordação Livre e Erros de Intrusão no Teste Final	50
Figura 6. Agrupamento Semântico no Teste Final	52

Lista de Abreviações

ANCOVA	Análise de covariância.
ANOVA	Análise de variância.
BF_{01}	Fator de Bayes.
d	d de Cohen (medida de tamanho de efeito em testes t).
CPFDL	Córtex pré-frontal dorsolateral.
DP	Desvio padrão.
EP	Erro padrão da média.
ETCC	Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua.
F	F de Fisher (estatística de ANOVAs).
$F3$	Região no couro cabeludo localizada sobre o córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo.
hr	Hora.
LIPSI	Laboratório Integrado de Pós-Graduação e Pesquisa Experimental em Psicologia com Humanos.
M	Média.
mA	Mili-ampére.
min	Minutos.
η_p^2	Eta quadrado parcial (medida de tamanho de efeito em ANOVAs).
NILC	Núcleo Interinstitucional de Linguística Computacional.
p	Valor de significância.
PR	Prática de recuperação.
s	Segundos.
t	Estatística t em testes t de Student.

Resumo

A capacidade de aprender e reter novas informações é importante nas mais diversas situações da vida cotidiana. Em especial, duas técnicas têm se mostrado promissoras para melhorar a retenção em memória de longo prazo: A prática de recuperação (PR), que consiste em recuperar informações da memória de longo prazo de modo a torná-las mais acessíveis em momento posterior, e a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC), que consiste na estimulação elétrica do córtex cerebral, capaz de modular processos cognitivos por meio do aumento ou diminuição da excitabilidade neuronal. Uma das áreas corticais associadas à formação de novas memórias e organização da memória de longo prazo é o córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo (CPF DL). O presente estudo investigou se a PR associada a uma sessão de ETCC sobre o CPF DL esquerdo poderia melhorar a retenção em testes de memória episódica de longo prazo. Os participantes ($N = 119$) estudaram uma lista de palavras categorizadas via PR ou reestudo enquanto recebiam estimulação anódica ou *sham* sobre o CPF DL esquerdo. Os participantes retornaram 2 dias depois para testes de recordação livre e reconhecimento. Os resultados mostraram que a PR se mostrou mais efetiva que a ETCC: Indivíduos do grupo PR mostraram maior recordação, agrupamento semântico e reconhecimento da lista estudada que indivíduos que apenas reestudaram a lista, independentemente da modalidade de estimulação. O único efeito significativo da ETCC sobre a memória se deu através da redução de erros durante a recordação. Por fim, a utilização de estratégias semânticas durante a recordação no teste final também foi associada à maior recordação. Os dados corroboram achados prévios demonstrando a efetividade de PR e da organização da recordação para a retenção de longo prazo.

Palavras-chave: ETCC, prática de recuperação, CPF DL, organização de memória, memória episódica

Abstract

The ability to learn and retain new information is important in different situations in daily life. In particular, two techniques have shown promise for improving long-term memory retention: Retrieval practice (RP), which consists of actively retrieving information from long-term memory to increase accessibility in the future, and transcranial direct current stimulation (tDCS), which consists of electrical cortical stimulation, capable of modulating cognitive processes by increasing or decreasing neuronal excitability. One of the cortical areas related to episodic memory formation and memory organization is the left dorsolateral prefrontal cortex (dlPFC). The present study examined whether RP associated with one tDCS session over the left dlPFC could improve episodic memory. Participants ($N = 119$) studied a list of categorized items through either RP or restudy while undergoing anodal or sham stimulation over the left dlPFC. Participants returned 2 days later for free recall and recognition tests. The results showed that RP was more effective than tDCS: RP group showed greater recall, semantic clustering, and recognition of the studied list than participants who only restudied the list, regardless of the type of stimulation. The only significant effect of tDCS on memory was through the reduction of errors during recall. Finally, the semantic strategies used during recall in the final test was also associated with greater recall. The data support previous findings demonstrating the effectiveness of RP and recall organization in long-term memory retention.

Keywords: tDCS, retrieval practice, dlPFC, memory organization, episodic memory

Recuperar para Organizar e Melhor Lembrar: Efeitos da ETCC e da Prática de Recuperação Sobre a Memória Episódica

A capacidade de aprender e reter novas informações é importante nas mais diversas situações cotidianas, tais como nos contextos educacionais e clínicos. É comum estudantes utilizarem estratégias ineficientes de estudo e, conseqüentemente, apresentarem desempenho abaixo do esperado em exames. Um dos motivos é a crença errônea na eficácia de certos métodos de estudo comprovadamente ineficazes. Por exemplo, muitos alunos acreditam que reler repetidamente um material é a melhor estratégia para a retenção no longo prazo, quando na verdade outros métodos com pouco esforço adicional, como a realização de testes, apresenta melhores resultados (Dunlosky et al., 2013; Ekuni et al., 2020; Karpicke, 2012).

Um dos principais objetivos na reabilitação de memória é auxiliar pacientes com comprometimento mnemônico a reterem novas informações e melhorarem a qualidade de vida (Clare & Woods, 2004). Em decorrência desses déficits, aspectos da vida funcional desses indivíduos são influenciados, como a capacidade de administrar uma casa, de aderir a tratamentos e de manter um emprego (Greenaway et al., 2008; Wilson, 2009). Não por acaso, há um crescente interesse na investigação de técnicas que promovam a aprendizagem, de modo a contribuir tanto para contextos educacionais (Karpicke & Grimaldi, 2012) como clínicos (Bennabi et al., 2014; Lima et al., 2020).

Em especial, duas técnicas com princípios bastante distintos têm se mostrado eficientes para este objetivo: A prática de recuperação (PR), que é uma técnica comportamental, e a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC), que é uma técnica de neuromodulação. A PR consiste em recuperar ativamente da memória informações previamente estudadas, tornando a informação mais acessível para recordações futuras (Whiffen & Karpicke, 2017). A ETCC, por sua vez, consiste na

estimulação elétrica de baixa intensidade do córtex cerebral, capaz de modular a atividade neuronal espontânea da região (Nitsche & Paulus, 2000).

De forma geral, há evidência de que populações saudáveis e clínicas podem se beneficiar do uso individual da PR (Friedman et al., 2017; Pastötter & Bäuml, 2014) e da ETCC (Kang et al., 2016; Sandrini et al., 2016). No entanto, tem-se dado pouca atenção para o potencial benefício da combinação das duas técnicas, que podem ser facilmente implementadas em conjunto. Neste trabalho, portanto, foram investigados os efeitos combinados da PR e da ETCC sobre a memória episódica. Nas seções seguintes, revisaremos brevemente os princípios e estudos recentes das duas técnicas em relação à aquisição de memórias episódicas.

ETCC e Seus Efeitos Sobre a Memória Episódica

A ideia da estimulação elétrica do cérebro para fins terapêuticos é antiga (Cambiaghi & Sconocchia, 2018). Em 43–48 AC, Scribonius Largus relatou como a aplicação da descarga elétrica do peixe torpedo sobre o crânio de um paciente ajudou no alívio de sua dor de cabeça (Francis & Dingley, 2015). O exponencial avanço tecnológico dos últimos 20 anos permitiu o aprimoramento da ETCC e sua aplicação em protocolos de pesquisas como uma ferramenta promissora para a neurociência cognitiva e clínica (Dedoncker et al., 2016; Parkin et al., 2015; Price & Hamilton, 2015).

A ETCC consiste na aplicação de uma corrente elétrica fraca e contínua no cérebro. Mesmo com baixa intensidade, a corrente é capaz de modificar momentaneamente a atividade neuronal espontânea da área sob estimulação (Nitsche & Paulus, 2000; Paulus, 2011) e suas redes neurais conexas (Hordacre et al., 2018), inclusive podendo induzir plasticidade cerebral (Antal et al., 2010; Kuo et al., 2013; Polanía et al., 2018). Longe de ser um “choque na cabeça,” a estimulação é feita de

forma indolor, não invasiva e segue protocolos rígidos de segurança durante a administração (Bikson et al., 2016; Poreisz et al., 2007).

A técnica funciona por meio de dois eletrodos que determinam a direção do fluxo da corrente devido a suas polaridades positiva (ânodo) e negativa (cátodo; Tazoe et al., 2014). Ao posicioná-los sobre o crânio na região de interesse, a estimulação anódica facilita a despolarização, e a estimulação catódica facilita a hiperpolarização de neurônios corticais (Pirulli et al., 2014), mecanismo fisiológico que está por trás da modulação da excitabilidade cortical (Stagg & Nitsche, 2011). Mesmo que a técnica disponha de baixa resolução espacial, o incremento na excitabilidade de neurônios está associado a um melhor desempenho em tarefas que engajam atividade daquela região. Por exemplo, a estimulação do córtex motor primário durante o aprendizado de tarefa visuo-motora melhora o desempenho na tarefa (Antal et al., 2004).

A estimulação placebo (*sham*) é uma forma de controle importante para estudos experimentais (Fonteneau et al., 2019). Nesse tipo de estimulação, a corrente é entregue por um curto período de tempo (e.g., 30 s; Javadi et al., 2012) ou com intensidade muito baixa (e.g., 0,5 mA; Brunyé et al., 2014). Nos dois casos, devido às configurações supracitadas, a corrente é incapaz de gerar alterações fisiológicas suficientes a ponto de modular processos cognitivos do indivíduo (Brunyé et al., 2014).

O uso da ETCC permite uma série de variações em seus parâmetros de estimulação, incluindo a quantidade de sessões, o tamanho dos eletrodos utilizados, a intensidade e a duração da corrente e a aplicação dela antes (*off-line*) ou durante (*online*) a realização de uma tarefa comportamental. Tais parâmetros são apontados como moderadores dos efeitos da estimulação, bem como suas interações com os estados fisiológicos e cognitivos do indivíduo. Por exemplo, uma meta-análise recente

indica que maiores intensidades de corrente estão associadas a menores tempos de resposta em tarefas que envolvem memória de trabalho (Dedoncker et al., 2016).

Modular a atividade cortical é relevante para a pesquisa cognitiva e neuropsicológica por seus vários potenciais: (a) pode ajudar na recuperação de funções cognitivas de pacientes com regiões corticais lesionadas (e.g., pacientes pós-acidente vascular cerebral; Fregni et al., 2005; Holland & Crinion, 2012; Kang et al., 2011); (b) pode ajudar na compreensão de relações causais entre anatomia cerebral e função cognitiva (Kim et al., 2016; Kuo & Nitsche, 2015; Pergolizzi & Chua, 2017); (c) pode atuar como estratégia de melhoramento cognitivo de indivíduos saudáveis (Clark & Parasuraman, 2014; Coffman et al., 2014; Mancuso et al., 2016); e (d) pode facilitar os processos mnemônicos de aquisição, consolidação e recordação (Antonenko et al., 2019; Brasil-Neto, 2012; Flöel et al., 2008).

O córtex pré-frontal dorsolateral (CPF DL) esquerdo tem sido um comum alvo de estimulação para a investigação de fenômenos de memória (Dedoncker et al., 2016; Galli et al., 2019; Imburgio & Orr, 2018). O CPF DL tem importante papel em processos do controle executivo, como atualização, manipulação e organização de representações de curto prazo (Blumenfeld & Ranganath, 2006; Owen et al., 1996), processos que contribuem para a formação da memória episódica a partir do fortalecimento de associações entre essas representações (Blumenfeld & Ranganath, 2006; Fletcher et al., 1998; Murray & Ranganath, 2007). Deste modo, pesquisadores têm se voltado para a investigação do potencial benefício da estimulação do CPF DL esquerdo para a formação da memória. Já se observou que a estimulação anódica dessa região administrada durante a aprendizagem de uma lista de palavras foi capaz de melhorar a memória desse material em um teste de reconhecimento posterior (Javadi & Walsh, 2012). No mesmo estudo, a estimulação catódica piorou a memória de reconhecimento

da lista. Esse achado foi posteriormente replicado em adultos jovens (Javadi et al., 2012; Manenti et al., 2013) e idosos (Manenti et al., 2013).

No entanto, resultados mistos também foram observados sob os mesmos parâmetros de estimulação, colocando em xeque a noção de efeitos dependentes da polaridade (i.e., ETCC anódica melhora, e ETCC catódica piora o desempenho; Bestmann et al., 2015). Estimulação anódica do CPF DL esquerdo também prejudicou a memória de reconhecimento de imagens (Zwissler et al., 2014) e de pares de faces e nomes (Leshikar et al., 2017). Em relação a testes de recordação livre, estudos mostraram que a estimulação do CPF DL esquerdo durante a aprendizagem melhorou a recordação posterior de pares de faces e nomes (Leshikar et al., 2017), prejudicou a recordação livre de lista de palavras (Brunyé et al., 2018) e também não gerou efeito sobre a memória de pares de palavras semanticamente associadas quando aplicada durante a aprendizagem ou durante a recordação (Lara et al., 2017).

Em suma, os efeitos da ETCC sobre a formação de memórias episódicas verbais em indivíduos saudáveis não são unívocos e ainda não há consenso em relação aos parâmetros ideais para o benefício confiável da técnica sobre esse processo de memória. Neste sentido, um de nossos objetivos foi avaliar uma configuração ainda não testada na literatura na qual seja possível haver benefício da estimulação sobre a memória episódica. Aplicamos a ETCC sobre o CPF DL esquerdo durante a codificação de uma lista de palavras categorizadas. O funcionamento normal do CPF DL está associado à formação de memórias episódicas (Fletcher et al., 1998) e ao uso de estratégias de organização semântica durante a aprendizagem (Savage et al., 2001). Pacientes com lesões cerebrais que incluem o CPF DL, por exemplo, apresentam prejuízo na recordação de estímulos categorizados parcialmente devido a déficits no uso de estratégias de organização semântica (Gershberg & Shimamura, 1995). Hipotetizou-se,

portanto, que a aplicação de estimulação sobre o CPFDL esquerdo em indivíduos saudáveis pudesse melhorar os processos de formação e organização semântica da memória. Retomaremos esta ideia em mais detalhes na seção Organização de Memória.

Efeito de Prática de Recuperação

Outra técnica antiga, promissora (Gates, 1917) e que na última década voltou a ganhar destaque na investigação de fenômenos de memória é a prática de recuperação (PR; Roediger & Karpicke, 2006). Esta prática pode ser realizada por meio de autoteste, como responder a questionários ou perguntas, pensar em um conteúdo previamente estudado ou anotar informações de memória, por exemplo (Ekuni et al., 2020).

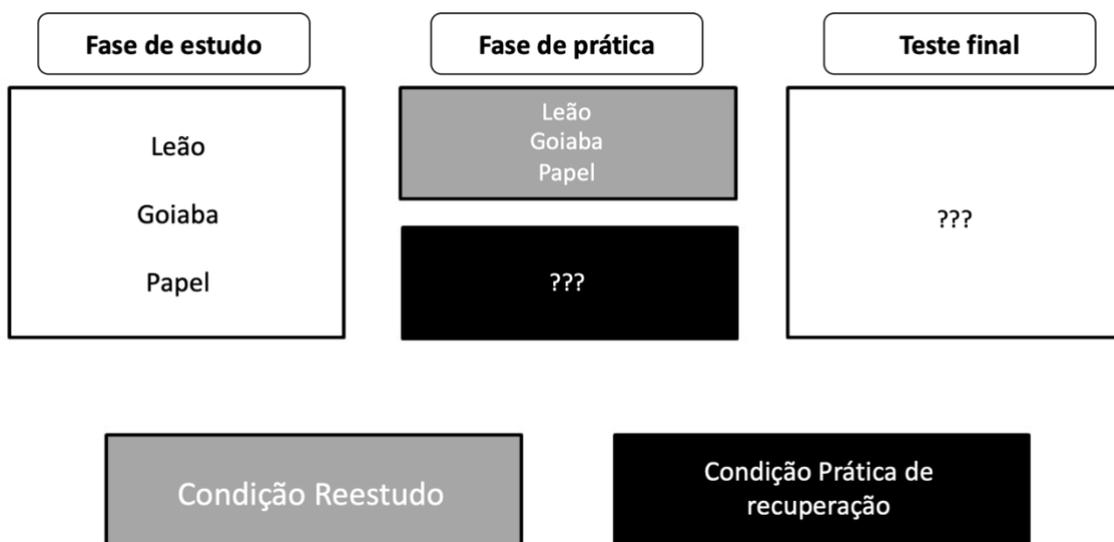
O efeito de PR se refere ao achado de que recuperar uma informação da memória de longo prazo fortalece essa informação de modo a torná-la mais recuperável no futuro (Whiffen & Karpicke, 2017). Um crescente corpo de literatura evidencia a efetividade dessa prática comportamental como forma de aprimorar a memória de indivíduos saudáveis (Karpicke, 2017) e de populações clínicas com diferentes perfis de comprometimento cognitivo (Lima et al., 2020).

O efeito de PR é comumente examinado em um procedimento simples que envolve três fases, conforme demonstrado na Figura 1. Na fase de estudo, o indivíduo é apresentado a um material para aprendizagem, que varia de lista de palavras (Brunyé et al., 2018), pares de palavras (Karpicke & Roediger, 2008), textos em prosa (Roediger & Karpicke, 2006), fatos de conhecimento gerais (Agarwal et al., 2017), materiais não verbais (Carpenter & Pashler, 2007), entre outros. Após estudo inicial, na fase de prática o indivíduo faz a releitura do mesmo material, ou tenta recuperá-lo da memória, uma ou várias vezes. A recuperação pode ser induzida de várias maneiras usando recordação livre (e.g., Chan & McDermott, 2007), recordação com pistas (e.g., Carpenter, 2009) ou tarefas de reconhecimento (e.g., Butler & Roediger, 2007). Após intervalo de retenção,

em um teste final referente ao material estudado, o efeito de PR é conferido pela maior recordação da informação previamente recuperada do que a previamente relida (Roediger & Karpicke, 2006). Uma meta-análise recente confirma que este efeito foi amplamente replicado, sendo robusto e confiável (Rowland, 2014).

Figura 1

Ilustração Simplificada do Paradigma de Prática de Recuperação



A magnitude dos benefícios gerados pela PR levou pesquisadores a criarem hipóteses para explicar estes efeitos. A hipótese da recuperação elaborativa sugere que engajar-se na tentativa de recuperação de uma informação alvo produz elaboração dessa informação de modo a gerar associações semânticas que podem servir como pistas para recordação posterior do alvo (Carpenter, 2009; Carpenter & DeLosh, 2006). Por exemplo, se um indivíduo foi instruído a aprender a associação *profissão–médico*, o engajamento em um teste de recordação do alvo, dada a pista *profissão–???*, pode induzi-lo a gerar as respostas candidatas *engenheiro* e *enfermeiro* antes de recordar corretamente *médico*. A hipótese da recuperação elaborativa preconiza que, em teste posterior, os candidatos gerados servem como pistas adicionais para o alvo, aumentando a chance de sua recordação (Carpenter, 2009).

Uma visão alternativa, a teoria do contexto episódico (Karpicke et al., 2014), explica os efeitos de PR pela integração de contextos episódicos referentes aos momentos da codificação e da recuperação. Após codificar uma informação em um determinado contexto episódico A, a tentativa de recuperação dessa informação em um dado contexto episódico B, quando bem-sucedida, resulta na atualização e integração da informação, agora associada aos dois contextos episódicos únicos, A e B. Em tentativas de recordação posteriores, os contextos episódicos A e B associados ao alvo a ser recordado ajudam a reduzir o conjunto de busca do alvo na memória por serem específicos, facilitando sua correta recordação (Lehman et al., 2014).

Uma hipótese de especial pertinência para o presente estudo é a do processamento relacional (Rawson & Zamary, 2019), que propõe que o efeito PR decorre de um aumento no processamento relacional evocado pela PR via teste de recordação livre, em comparação à PR via teste de reconhecimento e ao reestudo. O processamento relacional diz respeito à identificação de similaridades semânticas entre estímulos (e.g., identificar que maçã, banana e mamão são frutas), processo que atua na definição de um conjunto de busca na memória durante a recordação. A utilização de uma lista categorizada para aprendizagem é um exemplo de condição que aumenta a chance de ocorrência de processamento relacional (McDaniel & Einstein, 1989).

A predição da hipótese do processamento relacional foi testada por Rawson e Zamary (2019) em três experimentos. Participantes aprenderam uma lista de palavras categorizadas em ciclos de prática que alternavam entre (a) estudo e teste de reconhecimento, (b) estudo e teste de recordação livre ou (c) apenas estudo e reestudo da lista. Em teste final 2 dias (Experimentos 1 e 2) e 1 semana depois (Experimento 3), observou-se aumento de medidas de processamento relacional e específico do item para os grupos que realizaram testes de recordação livre durante a aprendizagem (Rawson &

Zamary, 2019). Por meio de uma análise de mediação, demonstrou-se que o processamento relacional foi uma variável mediadora da relação entre método de aprendizagem e desempenho no teste final: A PR produziu maior recordação da lista nos testes finais dos três experimentos, sendo este efeito parcialmente explicado pelo maior processamento relacional durante a recordação.

A hipótese do processamento relacional recebe suporte de estudos que, similarmente, demonstraram que a PR gera maior recordação e processamento relacional de material categorizado quando comparada ao reestudo (Congleton & Rajaram, 2012; Zaromb & Roediger, 2010). Estas pesquisas serão abordadas na próxima seção.

Organização de Memória

No cotidiano, frequentemente precisamos lembrar de informações sem o auxílio de pistas. Imagine que um indivíduo vai ao mercado e percebe que esqueceu a lista de compras em casa. Qual estratégia de recordação seria eficiente para lembrar todos, ou pelo menos a maioria dos itens de sua lista? Uma possibilidade seria tentar recordar as categorias da lista de compras. Por exemplo, ao recordar *materiais de limpeza*, aumentase a chance de recordação dos itens dessa categoria presentes na lista (Miller, 1956).

Situações análogas têm sido estudadas em laboratório. Um conjunto de estímulos categorizados, podendo variar entre listas de palavras, estímulos auditivos (Cai, Lu & Hanjalic, 2008) e até mesmo localizações espaciais (Hirtle & Mascolo, 1986) é apresentado a um indivíduo para aprendizagem e lhe é solicitado em momento posterior que recorde os itens desse conjunto em qualquer ordem que lhe ocorrer. Dois aspectos em especial são observados: a quantidade de estímulos corretamente recordados e a organização semântica da recordação (Bousfield, 1953; Shuell, 1969).

A organização da memória reflete a ocorrência de processamento relacional e é acessada através de agrupamentos semânticos durante a recordação. Uma medida amplamente utilizada para mensurar a organização da memória é a razão ajustada de *cluster* (escore ARC; Roenker et al., 1971). Este escore avalia o grau com que indivíduos tendem a agrupar a recordação em função de aspectos semânticos do material estudado, levando em conta a quantidade de agrupamentos observados na recordação de cada indivíduo e a quantidade de agrupamentos possíveis.

A recordação semanticamente organizada tende a ser mais eficiente em termos de retenção, de modo que indivíduos que organizam mais tendem a lembrar de mais informações (Mandler, 1967; Mulligan, 2005). Por essa razão, estratégias de agrupamento semântico também têm sido exploradas em treinos cognitivos como maneira de potencializar a recordação de idosos saudáveis (Miotto et al., 2013), de pacientes com lesões no córtex pré-frontal (Miotto et al., 2014) e de pacientes com comprometimento cognitivo leve (Balardin et al., 2015; Miotto et al., 2018). Nesses treinos, o indivíduo é instruído a memorizar e organizar mentalmente um conjunto de estímulos categorizados em suas respectivas categorias semânticas. Em seguida, ele é solicitado a recordar os estímulos com base em suas categorias. De fato, pesquisadores observaram melhora no desempenho mnemônico associado ao treino cognitivo de categorização semântica, tendo esse efeito sido observado inclusive em adolescentes (Miotto et al., 2020).

Zaromb e Roediger (2010) investigaram se a PR estaria associada a um aumento na organização da memória. No Experimento 2, participantes (a) estudaram uma ou duas vezes uma lista de palavras categorizadas, ou (b) estudaram a lista e fizeram um teste inicial de recordação livre do material. Em um teste final de recordação livre um dia depois, o grupo que previamente realizou PR previamente teve maior recordação e

maior organização semântica da recordação, comparado aos grupos que estudaram a lista uma ou duas vezes. Os autores sugeriram que a vantagem da PR em testes de recordação livre de listas categorizadas se dá pela criação de esquemas baseados nas relações semânticas do material e pela lembrança das tentativas de recordação prévias.

Congleton e Rajaram (2012) também mostraram que a organização da recordação de material categorizado é influenciada pelo método de aprendizagem. Neste estudo, manipular o intervalo de retenção (imediate e 1 semana) e o método de aprendizagem (PR e reestudo) permitiu a investigação do efeito dessas variáveis sobre a recordação livre e sua organização semântica. No teste imediato, observou-se que o reestudo repetido do material gerou melhor recordação, embora pior organização da recordação comparado à recuperação repetida. Por outro lado, no teste após 1 semana, a PR levou a uma maior recordação e organização do material evidenciando, mais uma vez, que o efeito de PR pode se dar via aumento na organização da recordação.

Combinando os Efeitos da ETCC e da PR

Dada a efetividade da PR e da ETCC para a promoção da memória episódica, é plausível pensar na combinação das duas técnicas para intervenções em memória. Do ponto de vista prático, indivíduos podem realizar o paradigma de PR enquanto são simultaneamente estimulados. Do ponto de vista teórico, esta combinação pode melhorar o processo de formação de memórias episódicas, na medida em que (a) a estimulação do CPFDL esquerdo pode promover um estado fisiológico mais propenso à aprendizagem (Javadi & Walsh, 2012; Polanía et al., 2018); e (b) a PR pode auxiliar na criação de esquemas que guiam a recordação livre (Zaromb & Roediger, 2010) e estreitam o conjunto de busca da informação, tornando o processo mais eficiente (Karpicke et al., 2014; Raaijmakers & Shiffrin, 1981).

Até o momento, conhecemos apenas um estudo que investigou os efeitos do uso combinado de PR e ETCC sobre a memória episódica (Brunyé et al., 2018). Neste estudo, participantes aprenderam uma lista de palavras neutras não relacionadas através de PR ou de reestudo, no mesmo momento em que passaram pela estimulação elétrica anódica, catódica ou *sham* do CPFDL esquerdo. Em um teste final 2 dias depois, observou-se o tradicional efeito de PR, com maior recordação para o grupo PR comparado ao grupo reestudo. Por outro lado, houve um efeito deletério da estimulação anódica sobre a memória, quando comparado à estimulação *sham*. Os autores atribuem este resultado a uma possível indução de ruído neuronal pela estimulação anódica. A ETCC aplicada nessa região pode ter levado a um aumento no processamento associativo e pode ter diminuído os níveis de detalhes associados à memória da lista (Zwissler et al., 2014). De fato, há evidência de que a modulação da excitabilidade induzida pela ETCC possa resultar em estimulação cortical indiscriminada, podendo gerar interações incertas com as ativações geradas pela tarefa desempenhada (Dockery et al., 2009; Polanía et al., 2018). Esse efeito pode ter sido acentuado em Brunyé et al. (2018) tendo em vista que os traços de memória já estariam naturalmente mais vulneráveis à abstração devido ao longo intervalo de retenção (no caso, 48 hr; Brainerd & Reyna, 2008). Um desdobramento dessa explicação seria o grupo anódico apresentar maiores taxas de alarmes falsos em um teste final de reconhecimento da lista estudada. No entanto, como foi realizado apenas um teste final de recordação livre, não foi possível examinar esta hipótese. Para melhor avaliar essas questões, nos baseamos no procedimento do estudo de Brunyé et al. e adotamos uma série de alterações, a seguir descritas, para possivelmente verificar um efeito aditivo da combinação da PR e da ETCC sobre a recordação e organização da memória.

Presente Estudo

O objetivo do presente estudo foi investigar os efeitos combinados da ETCC e da PR sobre a memória episódica. A PR já foi demonstrada como uma técnica que aumenta a retenção da memória (Roediger & Butler, 2011) e a organização da recordação (Congleton & Rajaram, 2012). A ETCC administrada sobre o CPFDL esquerdo também já mostrou resultados positivos sobre a aquisição de memórias episódicas (Sandrini et al., 2016), mas seu efeito sobre a organização da memória em teste de recordação livre ainda não foi testado.

Nosso objetivo foi combinar as duas técnicas para investigar se elas têm benefício aditivo sobre a memória relativamente a suas aplicações individuais. Para isso, nos baseamos no procedimento de Brunyé et al. (2018), adotando quatro modificações principais. Em primeiro lugar, para podermos mensurar a organização da memória, utilizamos uma lista de palavras categorizadas como material a ser aprendido em vez de uma lista não relacionada, como feito por Brunyé et al.

Em segundo lugar, aplicamos uma tarefa de memória de trabalho nos minutos iniciais da estimulação. Estudos de neuromodulação têm mostrado que a realização de uma tarefa concorrente durante a estimulação é capaz de potencializar o efeito da intervenção elétrica (Gill et al., 2015). Além disso, uma revisão recente apontou a importância de se examinar a relação entre diferenças individuais e o efeito de RP (Unsworth, 2019). Deste modo, os escores da tarefa de memória de trabalho foram adicionalmente utilizados para investigar se diferenças individuais no desempenho da tarefa influenciam a recordação e a organização da memória.

Em terceiro lugar, além de teste final de recordação livre, aplicamos um teste de reconhecimento para investigar se a estimulação aumentaria a ocorrência de alarmes

falsos como consequência da indução de ruído neuronal, como discutido por Brunyé e colegas.

Por fim, de maneira consistente com nosso interesse em melhorar a memória, utilizamos apenas as estimulações anódica e *sham* (em vez de anódica, catódica e *sham*), pois a estimulação catódica sobre o CPFDL parece ser ineficaz para modulação da cognição (para uma revisão, ver Dedoncker et al., 2016).

Como objetivos específicos, pretendeu-se investigar se haveria um aumento na recordação de uma lista de palavras categorizadas e se a recordação da lista se mostraria mais organizada semanticamente seguida de (a) ETCC anódica aplicada no CPFDL esquerdo, (b) PR, e (c) do uso combinado de PR e ETCC anódica. Para isso, foram criados quatro grupos a partir do cruzamento das variáveis método de aprendizagem (PR, reestudo) e modalidade de estimulação (anódica, *sham*).

Nossa hipótese foi que, replicando estudos anteriores, a PR geraria maior recordação quando comparada à sua tradicional condição controle, o reestudo (Roediger & Karpicke, 2006). Também hipotetizamos que a estimulação anódica seria mais benéfica para a formação da memória que a estimulação *sham*. Em relação à combinação das duas técnicas, hipotetizamos duas possíveis interações. Na primeira delas, observaríamos um efeito potencializador da ETCC no desempenho de memória, particularmente para o grupo PR, tendo em vista que a PR poderia atuar no estreitamento do conjunto de busca e a ETCC poderia auxiliar a codificação através do aumento da excitabilidade cortical do CPFDL. Nossa segunda hipótese previu efeitos subaditivos das duas técnicas, de modo que, para o grupo PR, a ETCC poderia gerar efeitos relativamente pequenos tendo em vista que o efeito de PR é bastante robusto e que poderia não deixar espaço para efeitos expressivos da ETCC. Além do mais, deve-se levar em conta que os efeitos cognitivos gerados pela estimulação em indivíduos

saudáveis costumam ser pequenos (Hill et al., 2016). Para o grupo reestudo, hipotetizamos que o efeito da ETCC pudesse ser maior que para o grupo PR, pois haveria mais espaço para o benefício da estimulação uma vez que o reestudo tende a ser pouco efetivo para a memória.

Método

Participantes e Delineamento Experimental

Cento e quarenta e sete participantes foram recrutados, tendo 28 deles sido excluídos das análises em razão de: (a) baixa conformidade às exigências das tarefas (e.g., omissões de respostas na tarefa de julgamento de agradabilidade do item; $n = 15$); (b) motivos de segurança (e.g., resposta superior a 7 na escala de sensações físicas; $n = 4$), e (c) falhas experimentais ou mecânicas durante o procedimento (e.g., estimulação interrompida antes do previsto; $n = 7$). Desse modo, a amostra final foi composta de 119 participantes (82 mulheres, *média de idade* = 20,97 anos, *DP* = 4,07), designados a um de quatro grupos, definidos pelo cruzamento fatorial das variáveis método de aprendizagem (PR, reestudo) e modalidade de estimulação (anódica, *sham*). Os grupos experimentais foram compostos por 30 participantes, com exceção do grupo PR/*sham*, que contou com 29 participantes. Este tamanho amostral foi calculado com base em uma análise de poder a priori utilizando o programa G*Power 3.1.9.2 (Faul et al., 2007), considerando um nível de significância de 0,05 e um poder de 0,80 para detectar um *d* de Cohen de 0,46 para o efeito de PR, como observado em Brunyé et al. (2018). Tendo em vista que há evidência de que a organização da memória é provavelmente necessária para apoiar o desempenho em recordação livre, assumimos que a replicação do efeito de PR fosse fundamental para a observação de agrupamento semântico durante a recordação. O estudo foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisa em

Ciências Sociais (Apêndice A) e todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Esclarecido (TCLE, Apêndice B) antes da participação.

Materiais

Os estímulos consistiram em 84 palavras (*média de letras por palavra* = 5,76, *DP* = 1,45) extraídas do estudo de normas de Bordignon et al. (2015) para a criação de uma lista de estudo e uma lista de reconhecimento (Apêndice C). A lista de estudo foi composta por 44 palavras de média frequência, das quais 40 foram extraídas de oito categorias semânticas (*animais, artigos escolares, frutas, instrumentos musicais, meios de comunicação, meios de transporte, partes do corpo humano e peças de vestuário*), com cinco palavras por categoria, além de quatro palavras *buffer* pertencentes a outras duas categorias (*coisas de bebê e artigos de higiene pessoal*). Dois dos itens *buffer* foram apresentados no início da lista, e outros dois, ao final dela.

A lista de reconhecimento foi composta por 80 palavras. Ela compreendeu a lista de estudo (sem itens *buffer*), adicionada de duas a três palavras das categorias estudadas (ao que se denominou itens distratores relacionados), totalizando 20 distratores relacionados. Também se adicionou à lista 20 distratores não relacionados, isto é, palavras de categorias que não incluídas na lista de estudo (foram elas *artigos de limpeza, brinquedos, joias e mobiliário*). A frequência das palavras foi calculada pelo \log_{10} da frequência por milhão, que foi verificada através do banco de dados do Núcleo Interinstitucional de Linguística Computacional (NILC, 2005). A frequência geral média das palavras foi de 1,08 (*DP* = 0,65).

Instrumentos e Tarefas

Escala de Afetos Positivos e Negativos (PANAS)

A versão brasileira reduzida da escala de afetos positivos e negativos (Carvalho et al., 2013) foi aplicada no início e ao final da primeira sessão do experimento. O

objetivo foi testar se a estimulação do CPFDL modularia o humor e influenciaria o desempenho, conforme já reportado em estudos anteriores (Morgan et al., 2014; Nitsche et al., 2012). A escala é composta de nove itens representando afetos positivos (e.g., ativo, alerta, atento; alfa de Cronbach = 0,88), e dez itens representando afetos negativos (e.g., envergonhado, aflito, culpado; alfa de Cronbach = 0,87). Os participantes respondiam o quanto sentiam, naquele momento, cada um dos afetos apresentados individualmente na tela com base em uma escala de 5 pontos, variando de *muito pouco ou nada* (1) até *muito* (5). A soma das autoavaliações de cada afeto foi tomada como medida do nível de estado de humor do participante.

Escala de Percepção de Sensação Física

A escala consistiu na autoavaliação do participante a respeito da sensação física gerada pela ETCC e foi aplicada um minuto após o início da estimulação. A seguinte lista de dez descritores (Clark et al., 2012) era apresentada: (0) *nenhuma sensação*, (1) *frio*, (2) *algum formigamento*, (3) *calor*, (4) *muito formigamento e alguma coceira*, (5) *muito calor*, (6) *muita coceira*, (7) *queimação (como uma queimação de sol)*, (8) *queimação (como água escaldante)*, e (9) *muita dor*. Participantes deviam reportar o item que melhor descrevesse a sensação física na região abaixo dos eletrodos, gerada pela estimulação. Para garantir a segurança e o conforto durante o procedimento, se o participante assinalasse escore igual ou superior a sete na escala, a administração da ETCC era imediatamente interrompida e ele era dispensado da sessão.

Julgamento de Agradabilidade do Item

Durante a aprendizagem da lista de estudo, os participantes deviam julgar o quão agradável consideravam cada palavra da lista em uma escala variando de 1 (*muito desagradável*) a 5 (*muito agradável*). Os objetivos dos julgamentos foram garantir uma codificação mais “profunda” dos estímulos e evitar desatenção (Bower & Karlin, 1974).

Tarefa 2-back

Amplamente utilizada para investigação da memória de trabalho (Kane et al., 2007), a tarefa *2-back* consiste na apresentação de uma sequência estímulos (e.g., letras), um por vez, devendo o participante julgar continuamente se o estímulo atual corresponde àquele apresentado duas posições atrás na sequência. O desempenho na tarefa depende do monitoramento contínuo dos estímulos e da atualização do estímulo alvo a cada nova tentativa (Jaeggi et al., 2010), atividade que demanda ação do controle cognitivo desempenhado pelo CPFDL esquerdo (Barbey et al., 2013). Por essa razão, o emprego da tarefa nos minutos iniciais de estimulação visou potencializar o efeito da ETCC, dado que a técnica tende a ser mais efetiva quando aplicada de forma combinada a uma tarefa cognitiva que engaja a região cerebral sob estimulação (Fregni et al., 2015; Gill et al., 2015; Martin et al., 2014).

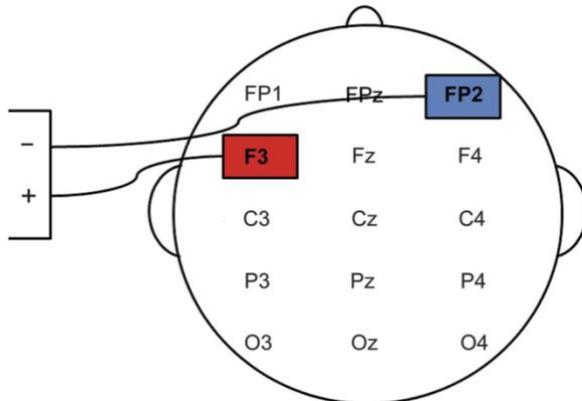
ETCC

A estimulação foi realizada por meio de um aparelho de estimulação de corrente contínua carregado por bateria (TCT Research, Hong Kong). A corrente foi entregue através de dois eletrodos envoltos por esponja embebida em solução salina, com área de $5 \times 7 \text{ cm}^2$ cada. Nas duas modalidades de estimulação (anódica e *sham*), o eletrodo anódico foi posicionado sobre a região F3, correspondente ao CPFDL esquerdo, e o eletrodo catódico sobre a região contralateral supraorbital (FP2; ver Figura 2), segundo o Sistema Internacional 10/20 do Eletroencefalograma. As duas áreas foram localizadas com o guia audiovisual disponível em DaSilva et al. (2011). A depender do grupo experimental em que o participante foi alocado, uma corrente elétrica constante de 2 ou 0,5 mA foi aplicada durante 21 min em um desenho simples cego.¹

¹ A estimulação teve duração total de 21 min, e não 20 min, devido a tarefas *self-paced* (e.g., PANAS, escala de percepção de sensação física) que resultaram em tempos variáveis para serem completadas.

Figura 2

Posicionamento dos Eletrodos no Couro Cabeludo dos Participantes



Nota. Posicionamento dos eletrodos para as duas modalidades de estimulação, anódica e *sham*, que diferiram apenas quanto à intensidade da corrente aplicada (2 e 0,5 mA, respectivamente). O ânodo está representado pela cor vermelha e o cátodo, pela cor azul.

Procedimento

Sessão 1

Participantes realizaram duas sessões, agendadas com 48 hr de intervalo entre elas (amplitude = 46–50 hr; ver Figura 3). Ambas foram realizadas no Laboratório Integrado de Pós-Graduação e Pesquisa Experimental em Psicologia com Humanos (LIPSI). As tarefas foram programadas no PsychoPy (Peirce, 2007).²

Na primeira sessão, os participantes consentiam sua participação e em seguida respondiam à escala PANAS. Eles eram então instruídos de forma escrita e visual sobre

² A resposta à escala de percepção de sensações físicas foi a única tarefa desempenhada em papel. Dessa forma, escores iguais ou maiores que sete na escala poderiam ser mais rapidamente identificados para a interrupção da estimulação.

a tarefa *2-back*, a qual tiveram a oportunidade de treinar durante 1 min, com *feedback*, para exemplificar os comandos fornecidos. Após o treino, uma tela com a seguinte mensagem era mostrada “Chame o experimentador para iniciar a estimulação.” Neste momento, quaisquer dúvidas restantes sobre a técnica de estimulação eram esclarecidas e era feita a montagem dos eletrodos sobre o crânio do participante.

Para atingir uma boa condutância de corrente, o local dos eletrodos foi assepsiado com solução de álcool 70% e cabelos presentes na região foram afastados. Finalizada a montagem do equipamento, a estimulação se iniciava de acordo com a condição experimental do participante, a 2 (grupo anódico) ou 0,5 mA (grupo *sham*) de intensidade de corrente.

Após 1 min do início da estimulação, eles respondiam à escala de sensações físicas. Aqueles que indicaram sensação de queimação ou muito dolorosa decorrente da estimulação (i.e., escores ≥ 7 na escala de percepção de sensação física) tiveram o procedimento imediatamente descontinuado e foram dispensados da sessão sem qualquer prejuízo para si. Caso contrário, o participante seguia para a tarefa *2-back* por mais 3 min. A dificuldade da tarefa foi aumentada com a utilização de estímulos visuais com alta similaridade fonológica (e.g., B, G, Z; ver Conrad, 1964).

Em seguida, iniciavam-se os ciclos de aprendizagem da lista de estudo. Os participantes foram instruídos a tentar memorizar a lista de palavras que lhes seria apresentada em seguida, mas não eram informados sobre o teste de memória que seria realizado na segunda sessão. No grupo reestudo, participantes estudaram a mesma lista de itens quatro vezes (EEEE). No grupo PR, participantes estudaram a lista e em seguida foram solicitados a recordar os itens estudados. Esse ciclo foi repetido novamente, gerando dois ciclos estudo–teste (ETET). Para o grupo reestudo, um ciclo de aprendizagem compreendeu duas oportunidades de estudo da lista (EE). Para o grupo

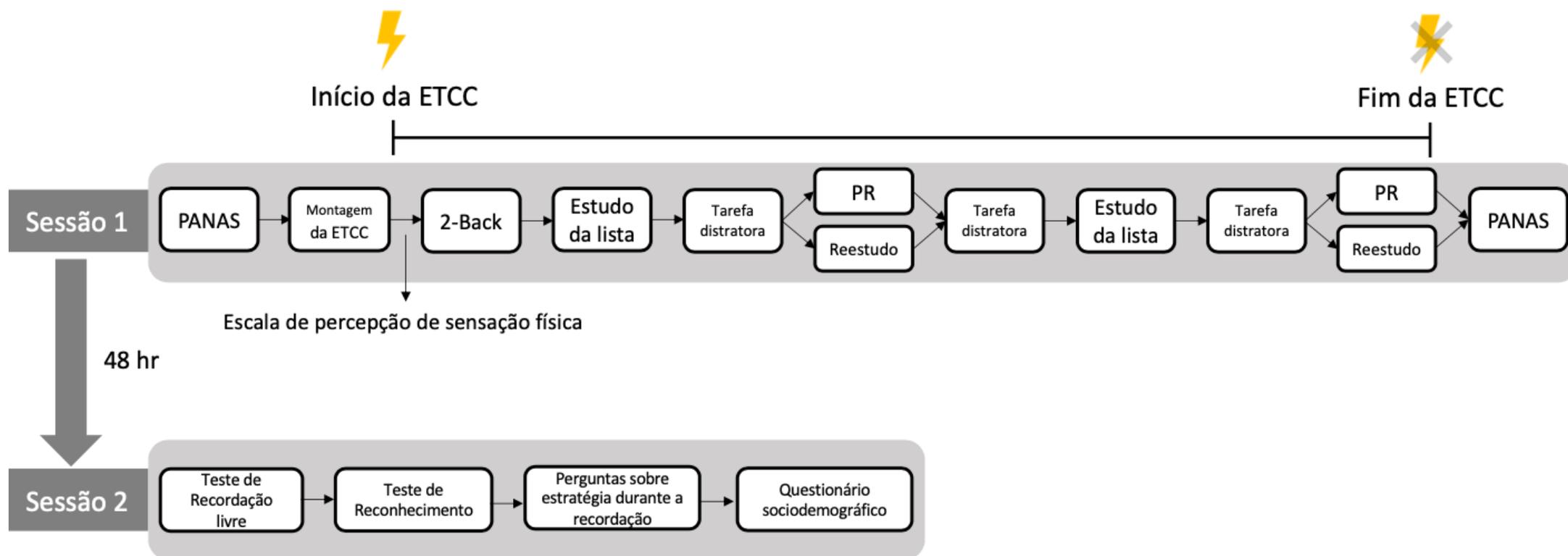
PR, um ciclo de aprendizagem compreendeu uma oportunidade de estudo e de teste da lista (ET).

A Figura 4A ilustra os ciclos de estudo e de teste. O estudo consistiu na apresentação de cada palavra da lista individualmente durante 4 s, com intervalo em branco de 500 ms entre os estímulos. A ordem de apresentação das palavras foi pseudorandomizada em cada estudo da lista para evitar que itens de mesma categoria semântica aparecessem em posições adjacentes na lista. Além de tentar memorizar cada palavra, os participantes deviam fazer o julgamento de agradabilidade do item.

O teste consistiu em solicitar os participantes a digitarem no teclado todos os itens da lista de estudo que conseguissem recordar dentro de 3 min. Entre cada fase de aprendizagem da lista (por reestudo ou por PR), operações aritméticas simples eram resolvidas durante 3 min como tarefa distratora. Por fim, a estimulação era findada e os participantes respondiam novamente à escala PANAS. Logo em seguida, eram dispensados da primeira sessão.

Figura 3

Representação Esquemática das Atividades Realizadas nas Sessões 1 e 2



Sessão 2

A sessão 2 se iniciava com os participantes sendo solicitados a digitar na tela, dentro de 5 min, todas as palavras que conseguissem recordar da lista de estudo vista na sessão anterior. Em seguida, apresentava-se as 80 palavras da lista de reconhecimento em ordem aleatória, uma por vez durante 4 s, devendo o participante indicar no teclado se havia visto ou não, na sessão anterior, a palavra mostrada na tela (Figura 4B).

A última atividade da sessão consistiu em responder a quatro perguntas sobre as estratégias mnemônicas utilizadas pelos participantes durante a recordação. Cada pergunta foi apresentada individualmente, sendo a pergunta seguinte apresentada após o envio da resposta da pergunta anterior. Foram elas: (a) “Você utilizou alguma estratégia para recordar as palavras da lista estudada na sessão anterior?” (b) “Se não, digite ‘não utilizei estratégia’. Se sim, que estratégia utilizou?” (c) “Você notou que a lista de palavras estava dividida em categorias semânticas?” (d) “Se sim, você utilizou as categorias como pista para tentar se lembrar das palavras?” Por fim, os participantes respondiam a duas questões sociodemográficas, recebiam o *debriefing*, eram agradecidos e dispensados do experimento.

Figura 4

Exemplos das Tarefas Realizadas nas Sessões 1 e 2



Nota. (A) Exemplo das telas apresentadas aos participantes durante reestudo e durante PR, na sessão 1. (B) Exemplos das telas apresentadas aos participantes nas tarefas de recordação livre e de reconhecimento, na sessão 2.

Análise de Dados

Codificação das Respostas

As palavras recordadas pelos participantes foram codificadas em acertos, respostas incompletas e erros de intrusão intralista e extralista, segundo os critérios mostrados no Apêndice D. Quando uma palavra foi recordada mais de uma vez em um mesmo ciclo ou teste final (e.g., *maçã*, canoa, avião, *maçã*), a segunda ocorrência foi excluída. Análises inferenciais foram realizadas separadamente para acertos e erros. Quando a quantidade de erros foi considerada como variável dependente nas análises,

considerou-se a soma de palavras incompletas, erros de intrusão intra e extralista produzidos pelo participante.

Escore ARC

Para mensurar a organização de memória inferida através da ocorrência de agrupamentos semânticos, calculou-se o escore ARC (Roenker et al., 1971). Este índice leva em conta a quantidade de agrupamentos observados na recordação e a quantidade de agrupamentos possíveis, segundo a fórmula:

$$ARC = \frac{R - E(R)}{maxR - E(R)} \quad (1)$$

Em que R representa o número total de repetições categóricas observadas (i.e., o número de vezes que uma palavra de uma categoria semântica foi recordada seguidamente de outra palavra da mesma categoria) e $maxR$ representa o número máximo de repetições categóricas, indexado pelo número total de palavras recordadas menos o número de categorias representadas no protocolo de recordação de um dado participante. $E(R)$ representa o número de repetições categóricas esperado pelo acaso, estimado pela equação:

$$E(R) = \frac{\sum_i n_i^2}{N} - 1 \quad (2)$$

Em que n_i corresponde ao número de itens recordados de uma categoria i , e N corresponde ao número total de itens recordados de todas as categorias.

O escore ARC possui limite inferior e superior de -1 e 1 , respectivamente. Um escore 0 indica nível de agrupamento semelhante ao que seria esperado pelo acaso, e um escore 1 , agrupamento perfeito. Valores negativos desta medida representam padrões de recordação atípicos e não interpretáveis (Kahana et al., 2007). Por essa razão, tais ocorrências foram excluídas das análises.

Uma análise de mediação foi realizada para investigar se a organização da memória foi uma variável mediadora na relação entre método de aprendizagem (PR e reestudo) e a recordação livre no teste final. Os modelos de efeitos diretos e indiretos foram conduzidos pelo programa JASP (versão 0.12) e foram estimados utilizando 5.000 amostras *bootstrapping* com intervalo de confiança de 95%.

Discriminabilidade e Viés de Resposta

Para mensurar o desempenho na tarefa de reconhecimento e na tarefa *2-back*, calculou-se o índice de discriminabilidade (d') e o viés de resposta (C). Esses índices, que derivam da teoria de detecção de sinal (Verde, 2006), fornecem uma medida combinada da taxa de *hits* (HR ; i.e., proporção de reconhecimentos corretos de itens vistos, ou alvos) e da taxa de alarmes falsos (FAR ; i.e., proporção de reconhecimentos incorretos de itens distratores, ou não alvos). O índice de discriminabilidade reflete a capacidade de discriminar alvos de não-alvos, na tarefa *2-back*, e itens vistos e distratores, na tarefa de reconhecimento. O índice de discriminabilidade foi calculado segundo a fórmula:

$$d' = Z(HR) - Z(FAR) \quad (3)$$

Valores positivos de d' representam maior capacidade de discriminação do indivíduo, sendo a proporção de acertos maior que a proporção de alarmes falsos. Valores próximos ou iguais a 0 representam um nível de desempenho esperado pelo acaso (i.e., o participante pode estar chutando a resposta, uma vez que acerta e comete alarmes falsos em igual proporção). Quanto mais o escore se aproxima de valores negativos, menor é a capacidade de discriminação do indivíduo, sendo a proporção de alarmes falsos maior que a proporção de acertos.

Cada participante foi classificado como tendo desempenho baixo, médio ou alto, na tarefa *2-back*, sendo essa classificação feita com base nos tercís da amostra geral. A

classificação do participante na tarefa *2-back* foi inserida como variável independente nas análises principais.

O viés de resposta C representa o critério utilizado pelo participante para escolher uma resposta sobre outra (Macmillan & Creelman, 2004). Os escores foram calculados segundo a fórmula:

$$C = -\frac{1}{2} \times [Z(HR) + Z(FAR)] \quad (4)$$

Valores baixos e altos de C refletem viés de resposta em favor de respostas “visto” e “não visto,” respectivamente.

Nas Equações 3 e 4, *hits* e alarmes falsos iguais a 0 e 1 foram ajustados pelas correções $\frac{1}{2}n$ e $1 - \frac{1}{2}n$, respectivamente (Macmillan & Kaplan, 1985). Nessas correções, n representa o número total de estímulos sobre o qual cada uma das proporções se baseia (Hautus, 1995).

Análises de Variância Frequentistas

Para investigar efeitos principais e de interação das variáveis independentes (i.e., método de aprendizagem, modalidade da estimulação e desempenho em memória de trabalho) sobre as dependentes (e.g., recordação livre, agrupamento semântico, reconhecimento), foram realizadas análises de variância (ANOVAs) e de covariância (ANCOVAs) fatoriais. Um nível alfa de 0,05 foi utilizado para todos os testes estatísticos, a não ser quando mencionado de outra forma. Testes *t post-hoc* para comparações em pares foram realizados quando as análises tiveram efeitos de interação significativos, utilizando a correção de Bonferroni para comparações múltiplas. As medidas de tamanho do efeito foram relatadas como d de Cohen (testes *t* de Student) e como eta quadrado parcial (η_p^2 ; ANOVAs).

Análises de Variância Bayesianas

ANOVAs Bayesianas foram realizadas para avaliar a força de evidência em favor da hipótese nula para resultados não significativos. Os escores dessa análise (i.e., fator de Bayes; BF_{01}) informam sobre a razão de verossimilhança dos dados sob a hipótese nula versus sob a hipótese alternativa. BF_{s01} maiores que 3 indicam suporte à hipótese nula, enquanto BF_{s01} menores que 0,33 indicam suporte à hipótese alternativa (Dienes, 2014). Valores entre esse intervalo (i.e., 0,33–3) indicam insensibilidade dos dados para favorecer uma hipótese mais do que a outra.

Resultados

Instrumentos e Tarefas

Julgamentos de Agradabilidade do Item

Os julgamentos de agradabilidade ficaram ligeiramente acima do ponto médio da escala ($M = 2,58$, $DP = 0,28$). Não houve efeitos significativos de método de aprendizagem, modalidade de estimulação e desempenho em memória de trabalho, nem interação entre os fatores, $F_s < 1,83$, $p_s > 0,85$.

Operações Aritméticas

Os participantes tiveram uma proporção elevada de acertos ($M = 0,87$, $DP = 0,10$), que diferiu apenas em função do desempenho em memória de trabalho, $F(1, 107) = 6,55$, $p = 0,002$, $\eta_p^2 = 0,10$. Indivíduos do grupo alto ($M = 0,89$, $DP = 0,10$) e médio desempenho em memória de trabalho ($M = 0,89$, $DP = 0,07$) obtiveram maiores proporções de acerto na tarefa que indivíduos do grupo baixo desempenho em memória de trabalho ($M = 0,82$, $DP = 0,11$). Nenhum outro efeito principal e de interação foi significativo, $F_s < 1,78$, $p_s > 0,17$.

PANAS

As médias dos escores da escala são apresentadas na Tabela 1. Para avaliar se as manipulações experimentais modularam o humor (i.e., afetos positivos e negativos), foram realizadas ANOVAs fatoriais mistas $2 \times 2 \times 2$, com método de aprendizagem (PR, reestudo) e modalidade da estimulação (anódica, *sham*) como variáveis entre sujeitos, e momento da aplicação da escala (pré- e pós-estimulação) como variável intrassujeitos.

Em relação aos afetos positivos, houve interação significativa entre o momento da aplicação da escala e o método de aprendizagem $F(1, 115) = 6,26, p = 0,014, \eta_p^2 = 0,05$. Testes *t post-hoc* de amostras pareadas revelaram que, para o grupo reestudo, houve diminuição nos níveis de afetos positivos da pré- ($M = 3,40, DP = 0,62$) para a pós-estimulação ($M = 3,20, DP = 0,76$). Para o grupo PR, os níveis de afetos positivos não diferiram nas duas testagens, $t = -1,09, p = 0,86$. Este resultado não é surpreendente, uma vez que o grupo PR alternou entre estudo passivo e recordação ativa do material. O grupo reestudo, por sua vez, foi exposto passivamente ao material quatro vezes, o que pode ter sido considerado maçante pelos participantes. Nenhum outro efeito foi significativo, $F_s < 1, p_s > 0,34$.

Em relação aos níveis de afetos negativos, observou-se efeito principal de momento da aplicação da escala, $F(1, 115) = 38,39, p < 0,001, \eta_p^2 = 0,25$. Teste *t post-hoc* de amostras pareadas indicou que, no geral, os níveis de afeto negativo diminuíram do momento pré- ($M = 1,61, DP = 0,52$) para o pós-estimulação ($M = 1,39, DP = 0,46$). Não houve outros efeitos principais ou de interação significativos, $F_s < 1, p_s > 0,30$.

Tabela 1*Estatísticas Descritivas da Escala PANAS*

	<i>Grupos Experimentais</i>			
	<i>PR/anódico</i>	<i>PR/sham</i>	<i>RS/anódico</i>	<i>RS/sham</i>
<i>Afetos positivos</i>				
Pré-ETCC	3,31 (0,10)	3,13 (0,11)	3,23 (0,11)	3,57 (0,10)
Pós-ETCC	3,39 (0,13)	3,23 (0,16)	3,09 (0,15)	3,31 (0,11)
<i>Afetos negativos</i>				
Pré-ETCC	1,66 (0,12)	1,56 (0,09)	1,65 (0,10)	1,55 (0,06)
Pós-ETCC	1,45 (0,10)	1,40 (0,09)	1,45 (0,08)	1,25 (0,05)

Nota. Entre parênteses são reportados os erros padrão da média. *PR* = Prática de Recuperação; *RS* = Reestudo.

2-back

O desempenho médio na tarefa de memória de trabalho, calculado pelo índice d' , foi de 2,77 ($DP = 0,89$), sugerindo que os participantes compreenderam a tarefa e foram capazes de realizar a tarefa de monitoramento. O desempenho não diferiu em função dos grupos experimentais, $F_s < 0,30$, $p_s > 0,58$. Este é um resultado esperado, tendo em vista que a tarefa foi desempenhada nos minutos iniciais de estimulação e antes da manipulação do método de aprendizagem.

Escala de Percepção de Sensação Física

A média geral dos escores na escala percepção de sensação física foi baixa ($M = 2,05$, $DP = 1,90$) e diferiu apenas em função da modalidade de estimulação, $F(1, 115) =$

35,62, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,23$. Indivíduos do grupo anódico indicaram valores superiores na escala ($M = 2,96$, $DP = 1,79$) que indivíduos do grupo *sham* ($M = 1,14$, $DP = 1,5$). Este resultado é esperado, tendo em vista que a estimulação anódica teve maior intensidade de corrente que a estimulação *sham*. Não houve outros efeitos significativos, nem interação entre fatores, $F_s < 1,5$, $p_s > 0,22$.

Sessão 1 (Ciclos de Aprendizagem)

O desempenho na fase de prática é apresentado na Tabela 2. Para avaliar a recordação nos ciclos de aprendizagem, foram conduzidas ANOVAs fatoriais mistas sobre (a) a quantidade de palavras recordadas, (b) a quantidade de erros produzidos e (c) a produção de agrupamentos semânticos, com desempenho em memória de trabalho (baixo, médio, alto) e modalidade de estimulação (anódica vs. *sham*) como variáveis entre sujeitos e ciclo de prática (Ciclo 1 vs. Ciclo 2) como variável intrassujeitos.

Observou-se um aumento significativo na quantidade de palavras recordadas do Ciclo 1 ($M = 15,98$, $DP = 5,01$) para o Ciclo 2 ($M = 24,79$, $DP = 4,95$), $F(1, 53) = 232,02$, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,81$. Estes aumentos não diferiram em relação às modalidades de estimulação, $F = 1,09$, $p = 0,30$.

Também se observou um efeito significativo do desempenho em memória de trabalho, $F(1, 53) = 232,02$, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,81$. Testes t mostraram que indivíduos com alto desempenho em memória de trabalho recordaram significativamente mais palavras ($M = 22,43$, $DP = 4,11$) que indivíduos com baixo desempenho ($M = 18,22$, $DP = 4,39$), $t(53) = 4,08$, $p = 0,02$, $d = 0,36$. Nenhuma outra comparação pareada foi significativa, $t_s < 1,79$, $p_s > 0,23$.

Tabela 2*Estatísticas Descritivas dos Ciclos de Aprendizagem*

	<i>Grupos Experimentais</i>			
	<i>Ciclo 1</i>		<i>Ciclo 2</i>	
	<i>PR/anódico</i>	<i>PR/sham</i>	<i>PR/anódico</i>	<i>PR/sham</i>
Recordação	15,63 (0,92)	16,34 (0,93)	24,43 (0,91)	25,17 (0,91)
Escore ARC	0,47 (0,05)	0,46 (0,04)	0,69 (0,03)	0,65 (0,03)
Erros	0,36 (0,23)	0,37 (0,12)	0,36 (0,21)	0,17 (0,08)

Nota. O desempenho em recordação livre está reportado como o número total de palavras recordadas, de um total de 40. Para a condição reestudo, não há prática de recuperação e, portanto, não há dados para os Ciclos 1 e 2. Entre parênteses são reportados os erros padrão da média. *PR* = Prática de Recuperação; *ARC* = agrupamento semântico.

A quantidade de erros produzida foi baixa ($M = 0,32$, $DP = 0,95$) e não diferiu entre os ciclos, entre as modalidades de estimulação ou entre os níveis de desempenho em memória de trabalho, $F_s < 1,26$, $ps > 0,26$.

A produção de agrupamentos semânticos aumentou de maneira significativa do primeiro ($M = 0,47$, $DP = 0,27$) para o segundo ciclo ($M = 0,67$, $DP = 0,19$), $F(1, 53) = 24,83$, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,31$. Além disso, observou-se efeito significativo de desempenho em memória de trabalho sobre o agrupamento semântico $F(1, 53) = 3,72$, $p = 0,03$, $\eta_p^2 = 0,12$, tendo indivíduos com alto desempenho produzido mais agrupamentos ($M = 0,65$, $DP = 0,23$) que indivíduos com baixo desempenho ($M = 0,50$,

$DP = 0,23$), $t(53) = 2,72$, $p = 0,026$, $d = 0,35$. Nenhuma outra comparação pareada foi significativa, $ts < 1,46$, $ps > 0,26$.

Sessão 2 (Testes Finais)

Recordação Livre

A quantidade de erros e de palavras corretamente recordadas durante a recordação livre no teste final são apresentados na Figura 5A–5B (para estatísticas descritivas, ver Apêndice E). Para avaliar se a recordação e a produção de erros diferiram entre os grupos experimentais e níveis de desempenho em memória de trabalho, foram realizadas ANOVAs fatoriais 2 (método de aprendizagem) \times 2 (modalidade da estimulação) \times 3 (desempenho em memória de trabalho).

Considerando a recordação livre, apenas o efeito principal de método de aprendizagem foi significativo, $F(1, 107) = 14,15$, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,11$, evidenciando, como esperado, que o grupo PR recordou mais palavras no teste final ($M = 21,54$, $DP = 6,43$) que o grupo reestudo ($M = 17,06$, $DP = 6,50$). Não houve outros efeitos principais ou de interação significativos, $F_s < 2,55$, $ps > 0,08$.

Os resultados nulos da ETCC e do desempenho em memória de trabalho sobre a recordação livre no teste final também foram avaliados por meio de ANOVAs Bayesianas. O fator de Bayes computado considerando as modalidades de estimulação mostrou evidência moderada em favor da hipótese nula ($BF_{01} = 4,05$), indicando que os dados são 4,05 vezes mais prováveis de ocorrerem sob um modelo nulo (i.e., em que não há diferença entre estimulação anódica e *sham* sobre a recordação) que sob um modelo que inclui um efeito principal de modalidade de estimulação. Considerando os níveis de desempenho de memória de trabalho, o fator de Bayes computado mostrou evidência inconclusiva em favor da hipótese nula ($BF_{01} = 2,37$).

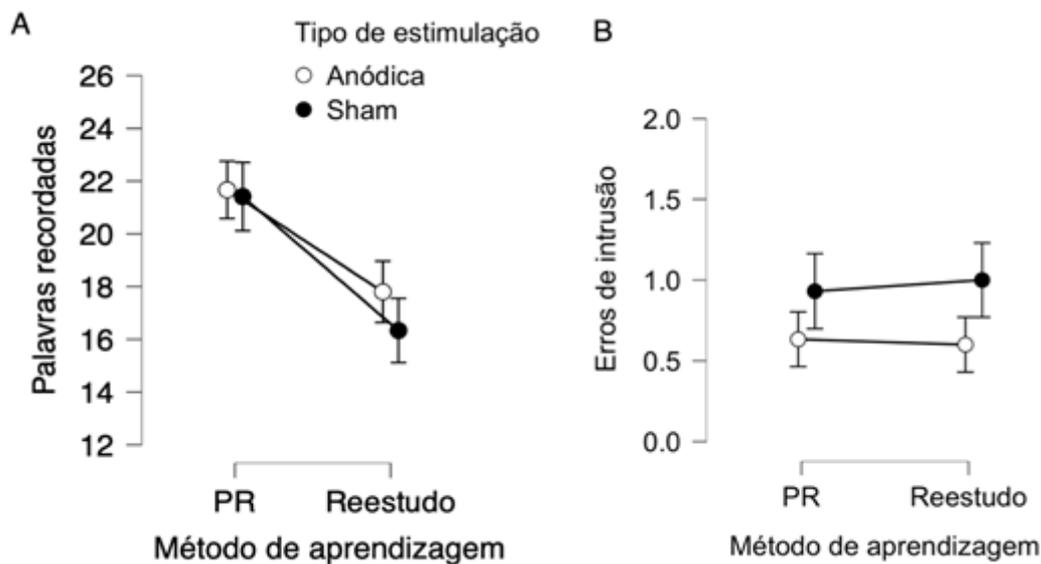
Para investigar se a alteração de humor na primeira sessão influenciou a relação entre o efeito de PR e a modalidade de estimulação sobre a recordação, os escores de afetos positivos e negativos da escala PANAS foram separadamente adicionados à análise como covariáveis. O efeito principal do método de aprendizagem se manteve significativo controlando tanto para os afetos positivos, $F(1, 105) = 11,53, p < 0,001, \eta_p^2 = 0,09$, quanto para os afetos negativos, $F(1, 105) = 13,78, p < 0,001, \eta_p^2 = 0,11$. Estes resultados evidenciam que o desempenho no teste final não se deve somente à modulação do humor dos participantes observada na primeira sessão.

Considerando os erros produzidos no teste final, foi observado efeito principal de modalidade de estimulação, $F(1, 107) = 4,92, p = 0,029, \eta_p^2 = 0,04$, evidenciando que, de modo geral, a estimulação anódica levou a uma menor produção de erros ($M = 0,61, DP = 0,92$) que a estimulação *sham* ($M = 0,96, DP = 1,24$; Figura 5B). Não houve outros efeitos principais ou de interação significativos, $F_s < 2,46, p_s > 0,09$.

O fator de Bayes computado considerando o efeito nulo do método de aprendizagem sobre a produção de erros mostrou evidência moderada em favor da hipótese nula ($BF_{01} = 5,10$), indicando que os dados são 5,10 vezes mais prováveis de ocorrerem sob uma hipótese que assume a inexistência de efeito de método de aprendizagem sobre a produção de erros, que sob um modelo que inclui o efeito dessa variável sobre a produção de erros.

Figura 5

Recordação Livre e Quantidade de Erros Produzidos no Teste Final



Nota. (A) Quantidade de palavras alvo recordadas no teste final em função do método de aprendizagem e modalidade da estimulação. (B) Quantidade de erros produzidos no teste final em função do método de aprendizagem e modalidade de estimulação. Barras representam o erro padrão da média.

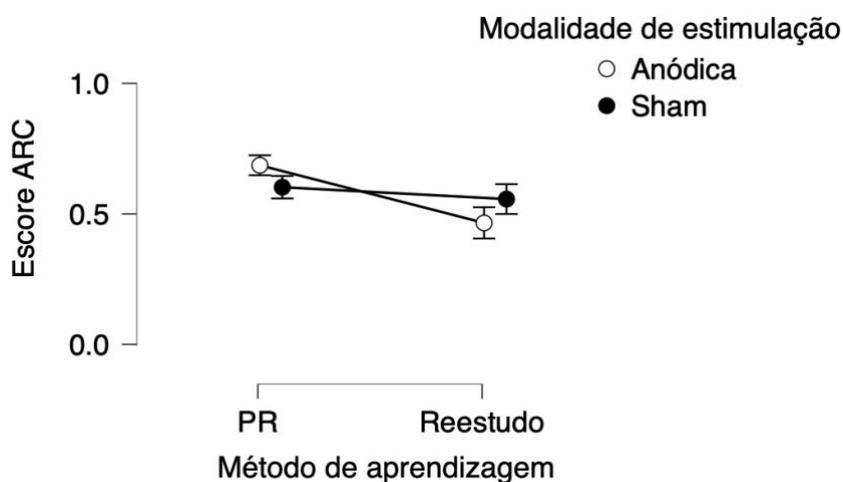
Por fim, um teste *t* de amostras pareadas considerando a quantidade de palavras recordadas no Ciclo 2 e no teste final mostrou que o intervalo de 48 hr entre as sessões levou indivíduos a esquecerem parte do material estudado, $t(58) = 5,94$, $p < 0,001$, $d = 0,77$ (Ciclo 2: $M = 24,79$, $DP = 4,95$; Teste final: $M = 19,28$, $DP = 6,82$). Investigamos, portanto, se a estimulação anódica poderia ter mitigado este efeito, levando a uma redução da taxa de esquecimento de palavras da primeira para a segunda sessão. Para isso, um teste *t* de amostras independentes foi conduzido considerando a quantidade de palavras recordadas no Ciclo 2 menos a quantidade de palavras recordadas no teste final. No entanto, não foi observado efeito significativo da estimulação sobre essa variável, $t < 1$, $p = 0,36$. Uma abordagem alternativa para investigar a taxa de

esquecimento é a análise da medida proporcional [medida proporcional de esquecimento = (recordação no Ciclo 2 – recordação no teste final)/recordação no Ciclo 2]. No entanto, também não observamos efeito significativo da estimulação sobre esta medida, $t < 1$, $p = 0,44$.

Agrupamento Semântico (Escore ARC)

Para avaliar se o agrupamento semântico (apresentado na Figura 6) diferiu em função dos grupos experimentais e dos níveis de desempenho em memória de trabalho, foi realizada uma ANOVA 2 (método de aprendizagem) \times 2 (modalidade da estimulação) \times 3 (desempenho em memória de trabalho). As médias de agrupamento semântico diferiram significativamente apenas em função do método de aprendizagem, $F(1, 107) = 7,54$, $p = 0,007$, $\eta_p^2 = 0,06$, mostrando que indivíduos do grupo PR agruparam mais a recordação ($M = 0,64$, $DP = 0,22$) do que indivíduos do grupo reestudo ($M = 0,51$, $DP = 0,32$). Não houve outros efeitos principais ou de interação significativos, $F_s < 2,37$, $p_s > 0,12$.

O Fator de Bayes computado para o efeito nulo da ETCC sobre o agrupamento semântico sugere evidência moderada em favor da hipótese nula (i.e., de que não há diferença entre estimulação anódica e *sham* sobre o agrupamento semântico; $BF_{01} = 5,11$). Deste modo, os dados são 5,11 vezes mais prováveis de ocorrerem sob um modelo nulo que sob um modelo que inclui um efeito principal de modalidade de estimulação. Em relação ao desempenho em memória de trabalho, o Fator de Bayes também indica evidência moderada em favor da hipótese nula (i.e., não há diferença entre os níveis de desempenho em memória de trabalho sobre o agrupamento semântico; $BF_{01} = 5,35$). Portanto, os dados são 5,35 vezes mais prováveis de ocorrerem sob um modelo nulo que sob um modelo que inclui um efeito principal de desempenho em memória de trabalho.

Figura 6*Agrupamento Semântico no Teste Final*

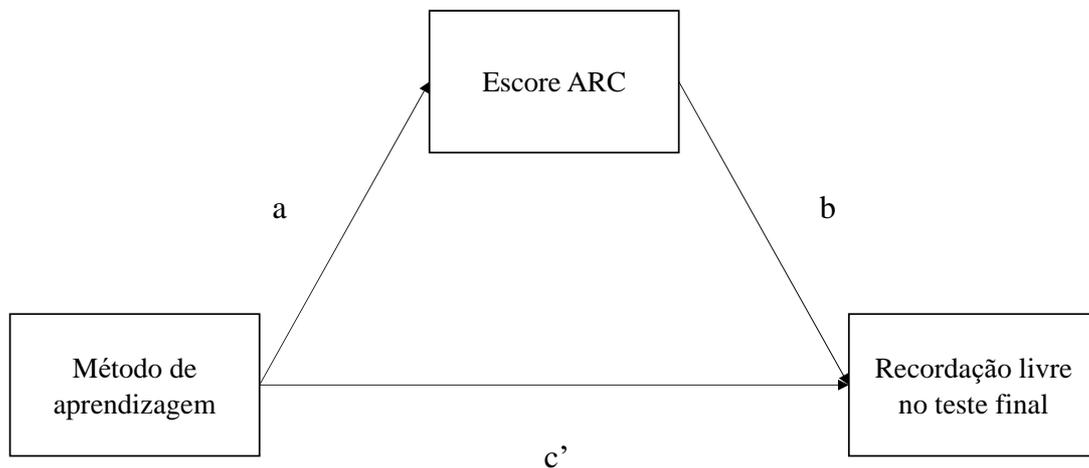
Nota. Escore ARC no teste final em função do método de aprendizagem e modalidade da estimulação. Barras representam o erro padrão da média.

Por fim, uma análise de mediação (Hayes & Rockwood, 2020) foi realizada para investigar se a quantidade de agrupamentos semânticos produzida pelos participantes é capaz de explicar de maneira significativa os diferentes padrões de desempenho de recordação livre no teste final. Para isso, foi estimado um modelo de mediação em que se testou os efeitos indiretos dos métodos de aprendizagem (PR e reestudo) sobre a recordação livre através dos agrupamentos semânticos, mensurados pelo escore ARC. Neste modelo, o grupo reestudo foi codificado com valor 0 e o grupo PR, com valor 1. O resultado da análise de mediação é apresentado na Tabela 3. Como reportado previamente em análises de variância, escores ARC foram significativamente maiores para o grupo PR em relação ao grupo reestudo (Tabela 3, coluna *a*). Maiores valores de escore ARC também estiveram associados a maior número de palavras recordadas (Tabela 3, coluna *b*). Também pode-se concluir dessa análise que a maior quantidade de

palavras recordadas no teste final após a PR em comparação com reestudo é mediada por um maior grau de organização de memória (Tabela 3, coluna *ab*). Deste modo, a organização da recordação, aumentada após PR, é capaz de explicar de maneira significativa parte do desempenho de recordação livre no teste final.

Tabela 3

Efeitos Diretos e Indiretos dos Métodos de Aprendizagem Através da Organização de Memória Sobre a Recordação no Teste Final



a	b	Efeito indireto (ab)	Efeito direto (c')	Efeito total (c)
0,13	11	1,43 [0,41, 2,77]	3,04 [0,84, 5,21]	4,47 [2,05, 6,75]

Nota. Valores representam coeficientes de regressão não padronizados. a = efeito do método de aprendizagem sobre os agrupamentos semânticos. b = efeito dos agrupamentos semânticos sobre a recordação no teste final. Efeito indireto (ab) = proporção do efeito total da recordação no teste final que pode ser atribuída ao método de aprendizagem através dos agrupamentos semânticos (entre colchetes são apresentados os intervalos de confiança de 95% baseados em 5.000 amostras *bootstrap*). Efeito direto (c') = efeito do método de aprendizagem sobre a recordação livre, mantendo constante a taxa de agrupamentos semânticos. Efeito total (c) = soma dos efeitos diretos e indiretos sobre a recordação livre no teste final.

Teste de Reconhecimento

O desempenho no teste de reconhecimento foi avaliado através da taxa de *hits* (*HR*), taxa de alarmes falsos (*FAR*), índice de discriminabilidade (*d'*) e viés de resposta (*C*), que foram adicionados individualmente como variáveis dependentes em ANOVAs 2 (método de aprendizagem) \times 2 (modalidade da estimulação) \times 3 (desempenho em memória de trabalho). As estatísticas descritivas relativas a este teste são apresentadas na Tabela 4.

HR e FAR. A taxa de *hits* variou significativamente em função do método de aprendizagem, $F(1, 107) = 80,79, p < 0,001, \eta_p^2 = 0,43$, tendo o grupo PR apresentado maior taxa de *hits* ($M = 0,90, DP = 0,09$) que o grupo reestudo ($M = 0,67, DP = 0,17$). Também foi observado que indivíduos com alto desempenho em memória de trabalho obtiveram maiores taxas de *hits* ($M = 0,78, DP = 0,13$) que indivíduos do grupo médio desempenho ($M = 0,75, DP = 0,10$), $F(1, 107) = 3,10, p = 0,049, \eta_p^2 = 0,05$. Nenhuma outra comparação pareada de desempenho em memória de trabalho foi significativa ($ts < 1,41, ps > 0,48$), e não houve outros efeitos principais ou de interação significativos, $F_s < 2,66, ps > 0,07$.

Mais uma vez, o Fator de Bayes sugere evidência moderada em favor da hipótese nula de que não há diferença entre as modalidades de estimulação sobre a taxa de *hits* ($BF_{01} = 4,09$). Portanto, os dados são 4,09 vezes mais prováveis de ocorrerem sob um modelo nulo que sob um modelo que inclui um efeito principal modalidade de estimulação.

Em relação à taxa de alarmes falsos, identificou-se apenas um efeito principal de método de aprendizagem, $F(1, 107) = 93,90, p < 0,001, \eta_p^2 = 0,46$, tendo o grupo PR produzido menor taxa de alarmes falsos ($M = 0,10, DP = 0,08$) que o grupo reestudo (M

= 0,35, $DP = 0,19$). Nenhum outro efeito principal ou de interação foi significativo, $F_s < 2,36$, $ps > 0,09$.

O Fator de Bayes computado para o efeito nulo da ETCC sobre a taxa de alarmes falsos sugere evidência moderada em favor da hipótese nula (i.e., não há diferença entre estimulação anódica e *sham* sobre os alarmes falsos; $BF_{01} = 4,72$). Deste modo, os dados são 4,72 vezes mais prováveis de ocorrerem sob um modelo nulo que sob um modelo que inclui um efeito principal modalidade de estimulação.

Discriminabilidade e Viés de Resposta. As médias do índice de discriminabilidade d' variaram apenas em função do método de aprendizagem, $F(1, 107) = 104,90$, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,49$, indicando que realizar PR levou à melhora expressiva no reconhecimento de itens ($M = 2,83$, $DP = 0,75$) em comparação ao reestudo ($M = 1,05$, $DP = 1,22$). Não houve outros efeitos principais ou de interação significativos, $F_s < 1,90$, $ps > 0,15$.

O Fator de Bayes computado para o efeito nulo da ETCC sobre o índice d' sugere evidência moderada em favor da hipótese nula (i.e., não há diferença entre estimulação anódica e *sham* sobre a discriminabilidade; $BF_{01} = 5,06$). Deste modo, os dados são 5,06 vezes mais prováveis de ocorrerem sob um modelo nulo que sob um modelo que inclui um efeito principal modalidade de estimulação.

Em relação ao viés de resposta C , observou-se apenas um efeito de interação entre método de aprendizagem e modalidade da estimulação, $F(1,107) = 5,00$, $p = 0,027$, $\eta_p^2 = 0,04$. Para avaliar melhor este efeito, teste t *post-hoc* de amostras independentes foram conduzidos. No grupo PR, as médias de viés de resposta não diferiram entre a estimulação anódica ($M = -0,049$, $DP = 0,36$) e *sham* ($M = 0,021$, $DP = 0,34$), $t(57) = 0,76$, $p = 0,44$, $d = -0,19$. Por outro lado, no grupo reestudo houve diminuição significativa das médias do grupo anódico ($M = 0,024$, $DP = 0,26$) para o

grupo *sham* ($M = -0,12$, $DP = 0,25$), $t(58) = 2,20$, $p = 0,031$ $d = 0,57$. O resultado indica maior tendência a responder “visto” para alvos distratores no grupo *sham* em relação ao grupo anódico, mas apenas na condição de reestudo. Nenhum outro efeito principal ou de interação foi significativo, $F_s < 2,04$, $p_s > 0,13$.

O fator de Bayes computado para o efeito nulo da ETCC sobre o viés de resposta sugere evidência moderada em favor da hipótese nula (i.e., não há diferença entre estimulação anódica e *sham* sobre o viés de resposta; $BF_{01} = 4,09$). Deste modo, os dados são 4,09 vezes mais prováveis de ocorrerem sob um modelo nulo que sob um modelo que inclui um efeito principal modalidade de estimulação.

Tabela 4

Estatísticas Descritivas do Teste de Reconhecimento

	<i>Grupos Experimentais</i>			
	<i>PR/anódico</i>	<i>PR/sham</i>	<i>RS/anódico</i>	<i>RS/sham</i>
<i>HR</i>	0,89 (0,01)	0,90 (0,01)	0,65 (0,03)	0,70 (0,03)
<i>FAR</i>	0,11 (0,01)	0,09 (0,01)	0,33 (0,03)	0,38 (0,03)
<i>d'</i>	2,82 (0,15)	2,84 (0,11)	1,08 (0,23)	1,01 (0,21)
<i>C</i>	-0,04 (0,06)	0,02 (0,06)	0,02 (0,04)	-0,12 (0,04)

Nota. Entre parênteses são reportados os erros padrão da média. *PR* = Prática de Recuperação; *RS* = Reestudo; *HR* = taxa de *hits*; *FAR* = taxa de alarmes falsos; *d'* = discriminabilidade; *C* = viés de resposta.

Perguntas Sobre Estratégia

As estatísticas descritivas das respostas sobre estratégias utilizadas durante a recordação livre no teste final são apresentadas na Tabela 6. Para lembrar, as perguntas e as alternativas de resposta foram as seguintes: (a) “Você utilizou alguma estratégia para recordar as palavras da lista estudada na sessão anterior?” (Alternativas: *sim* ou *não*); (b) “Se não, digite ‘não utilizei estratégia’. Se sim, que estratégia utilizou?” (Resposta aberta); (c) “Você notou que a lista de palavras estava dividida em categorias semânticas?” (Alternativas: *sim* ou *não*); (d) “Se sim, você utilizou as categorias como pista para tentar se lembrar das palavras?” (Alternativas: *sim*, *não* ou *não notou que a lista era categorizada*). As respostas para a pergunta aberta (b) foram classificadas em estratégias semânticas e não semânticas.

Para investigar se indivíduos que relataram ter utilizado estratégia semântica tiveram melhor desempenho mnemônico que aqueles que não utilizaram esse tipo de estratégia e se o uso de estratégia estaria associado aos diferentes níveis de desempenho em memória de trabalho, realizamos ANOVAs fatoriais $2 \times 2 \times 2 \times 3$, com método de aprendizagem (PR e reestudo), modalidade de estimulação (anódica e *sham*), uso de estratégia semântica (sim e não) e desempenho em memória de trabalho (baixo, médio, alto) como variáveis entressujeitos.

Considerando a recordação livre no teste final, foram observados efeitos principais de método de aprendizagem, $F(1, 95) = 5,76, p = 0,018, \eta_p^2 = 0,05$, mostrando que o grupo PR recordou mais palavras ($M = 21,27, DP = 6,11$) que grupo reestudo ($M = 18,24, DP = 6,21$), e de uso de estratégia semântica, $F(1, 95) = 8,83, p = 0,004, \eta_p^2 = 0,08$, mostrando que indivíduos que utilizaram estratégias semânticas durante a recordação também recordaram mais palavras ($M = 22,05, DP = 6,62$) que aqueles que

não utilizaram estratégia semântica ($M = 17,20$, $DP = 6,13$). Nenhum outro efeito foi significativo, $F_s < 1,74$, $p_s > 0,23$.

Também avaliamos se a ETCC anódica, mais que a ETCC *sham*, poderia ter beneficiado a recordação de indivíduos do grupo reestudo que não utilizaram estratégia semântica durante a recordação. No entanto, não foi observada diferença entre as duas modalidades de estimulação sobre a recordação livre desses participantes, $t = 1$, $p = 0,32$.

Em relação ao agrupamento semântico no teste final, observou-se efeito principal apenas do uso de estratégia semântica, $F(1, 95) = 13,10$, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,12$. Indivíduos que relataram ter utilizado estratégia semântica produziram mais agrupamentos semânticos ($M = 0,70$, $DP = 0,22$) que indivíduos que não utilizaram estratégia semântica durante a recordação ($M = 0,48$, $DP = 0,28$). Investigamos se a ETCC poderia ter aumentado o agrupamento semântico de indivíduos do grupo reestudo que não utilizaram estratégia semântica durante a recordação, mas não houve diferença entre ETCC anódica e *sham* sobre o agrupamento semântico desses participantes, $t < 1$, $p = 0,97$.

Também avaliamos se a PR associada ao uso de estratégia semântica seria mais eficiente para a recordação que a PR sem uso de estratégia semântica. No entanto, não houve diferença na recordação entre os indivíduos do grupo PR que relataram ter utilizado e que relataram não ter utilizado estratégia semântica, $F = 2,29$, $p = 0,13$.

Por fim, tendo em vista a hipótese de que a ETCC poderia introduzir ruído neuronal e prejudicar a recordação, avaliamos o efeito da modalidade da estimulação para os indivíduos do grupo PR que utilizaram estratégia semântica durante a recordação no teste final. No entanto, não foi observada diferença entre as estimulações anódica e *sham* sobre a recordação livre, agrupamento semântico ou índice de

discriminabilidade d' de indivíduos do grupo PR que utilizaram esse tipo de estratégia, $F_s < 3,22$, $p_s > 0,08$.

Tabela 5

Estatísticas Descritivas das Respostas Sobre Estratégias Utilizadas

	Resposta		
	Sim	Não	Não percebeu
Grupo PR			
a. Uso de estratégia	43 (72,88%)	16 (27,11%)	
b. Uso de estratégia semântica	34 (57,62%)	25 (43,37%)	
c. Percepção da lista categorizada	52 (88,13%)	7 (11,86%)	
d. Uso da categoria como pista	49 (83,05%)	6 (10,16%)	4 (6,78%)
Grupo Reestudo			
a. Uso de estratégia	34 (56,66%)	26 (43,33%)	
b. Uso de estratégia semântica	17 (28,33%)	43 (71,66%)	
c. Percepção da lista categorizada	49 (81,66%)	11 (18,33%)	
d. Uso da categoria como pista	37 (61,66%)	15 (25,00 %)	8 (13,33%)

Nota. O grupo PR contou com um total de 59 participantes, e o grupo Reestudo, 60 participantes.

Discussão

Nesse estudo, indivíduos saudáveis aprenderam uma lista de palavras categorizadas por meio de PR ou de reestudo, enquanto foram simultaneamente submetidos à ETCC anódica ou *sham* do CPFDL esquerdo. Quarenta e oito horas depois, os participantes completaram tarefas de recordação livre e de reconhecimento da lista estudada. Avaliou-se se associar a PR à estimulação elétrica poderia gerar efeitos aditivos sobre a memória episódica em relação ao uso individual das duas técnicas. Como resultado, a PR se mostrou mais efetiva que a ETCC uma vez que, a despeito da modalidade de estimulação, a PR gerou maior recordação, maior produção de agrupamentos semânticos e melhor reconhecimento da lista. Estes resultados replicam achados anteriores de que a PR, mais que reestudo, promove a recordação de informações previamente recuperadas (Roediger & Karpicke, 2006) e gera maior grau de organização durante a recordação (Rawson & Zamary, 2019).

Os resultados da estimulação não replicam os achados de Brunyé et al., (2018), em que a estimulação anódica do CPFDL esquerdo prejudicou a recordação livre de uma lista de palavras não relacionadas. Os autores discutiram este resultado à luz de teorias que sugerem que o aumento de excitabilidade induzido pela ETCC pode levar à modulação cortical indiscriminada e ruído neuronal (Dockery et al., 2009), mecanismos possivelmente responsáveis pela criação de traços de memória menos detalhados da lista estudada. Um desdobramento dessa explicação seria o aumento da taxa de alarmes falsos em um teste memória de reconhecimento do material. No presente estudo, testamos esta hipótese e não observamos aumento na taxa de alarmes falsos com a estimulação, tampouco prejuízo na recordação livre da lista.

Em relação ao desempenho no teste de reconhecimento, deve-se levar em conta que ele foi realizado logo após o teste de recordação livre. Sabe-se que realizar um teste

de recordação livre de uma lista categorizada pode influenciar o posterior desempenho de reconhecimento dessa mesma lista (Huff et al., 2016). Deste modo, a recordação anterior pode influenciar o posterior reconhecimento através de aumento na taxa de acertos e na taxa de alarmes falsos, principalmente se os testes forem realizados em curtos intervalos de tempo (Huff et al., 2016). Portanto, os resultados de reconhecimento aqui observados podem ter sido influenciados pelo desempenho anterior em recordação livre.

Os resultados nulos da ETCC sobre a recordação replicam os achados de Lara et al., (2017), que também não encontraram diferença significativa entre as modalidades de estimulação anódica e *sham* do CPFDL esquerdo quando aplicadas durante a codificação ou durante a recordação de uma lista de pares de palavras. Conduzimos análises bayesianas que evidenciaram, inclusive, que a ausência de efeito da ETCC sobre os índices de memória é mais provável que a existência de alguma influência da estimulação sobre esses índices.

A ausência de modulação da recordação pela ETCC pode ter se dado por algumas razões, a seguir descritas. Em primeiro lugar, de modo geral os tamanhos de efeito de protocolos de estimulação sobre a memória de indivíduos saudáveis tendem a ser pequenos (Hill et al., 2016; Mancuso et al., 2016). Este fato somado à eficácia robusta da PR pode não ter dado espaço para a observação dos benefícios aditivos da estimulação. No entanto, se esta última observação fosse o caso, a estimulação anódica teria favorecido o grupo reestudo anódico mais do que o grupo reestudo *sham*, e isso não foi observado.

Em segundo lugar, no que diz respeito à organização de memória, existe uma rede complexa de estruturas cerebrais envolvidas no processamento de organização semântica, incluindo regiões dos córtices frontal, temporal e parietal (Binder et al.,

2009). Para caracterizar os substratos neurais subjacentes a esse tipo de processamento, Joyal e Fecteau (2016) revisaram estudos que utilizaram ETCC e estudos que utilizaram ressonância magnética funcional (fMRI). O giro inferior frontal foi identificado como uma região importante para este tipo de processamento e, não por acaso, a estimulação dessa região parece eficaz para modular o processamento semântico em tarefas de fluência verbal (Cattaneo et al., 2011; Meinzer et al., 2012). Deste modo, estudos futuros devem considerar o giro inferior frontal como alvo de estimulação para promover processos de organização de memória.

Também especulamos que apenas uma sessão de ETCC de duração de 21 min tenha sido insuficiente para gerar efeitos prolongados que pudessem ser observados após o intervalo de 48 hr entre as sessões. Já se sabe que, quando se trata de populações clínicas, intervenções mais frequentes são necessárias para o alcance de resultados relevantes (Holland & Crinion, 2012). No entanto, mesmo se tivessem ocorrido, efeitos de curta duração da estimulação poderiam ter sido verificados na fase de prática para o grupo PR na primeira sessão (Ciclos 1 e 2), mas isso não foi observado. No grupo reestudo, possíveis efeitos da ETCC durante a primeira sessão não puderam ser verificados, tendo em vista que a mensuração da codificação (i.e., a recuperação) foi realizada apenas na segunda sessão, quando os efeitos já teriam desaparecido.

Mecanismos de Ação da ETCC

Um ponto que deve ser considerado é o fato de que os efeitos induzidos por técnicas de estimulação elétrica transcraniana em nível neuronal ainda não são completamente compreendidos. Há evidência de que estes efeitos não sejam lineares, sendo muitas vezes determinados por fatores desconhecidos (Jacobson et al., 2012). Modelos teóricos têm sido propostos visando explicar com mais complexidade a noção de que efeitos da ETCC sejam dependentes da polaridade (i.e., ETCC anódica melhora

e catódica piora o desempenho). Esses modelos levam em conta não só o local da estimulação, mas a dinâmica da rede neural estimulada, a homeostase cerebral, entre outros fatores (para uma revisão, ver Ferttonani e Miniussi, 2017).

Importante, deve-se ter em vista que a ETCC permite a manipulação de uma série de parâmetros técnicos sobre os quais não se sabe seguramente sobre as implicações e interações sobre a cognição (e.g., que intervalo de intensidade de corrente é mais eficiente para modular funções cognitivas?). Estudos futuros poderão refinar o entendimento a respeito dos efeitos da manipulação desses parâmetros. Recomenda-se, inclusive, a associação de técnicas de neuronavegação e de neuroimagem a protocolos de estimulação para a obtenção de resultados mais confiáveis e mais fisiologicamente informados (Polanía et al., 2018).

O único efeito significativo da ETCC sobre a memória se deu através da redução na produção de erros durante a recordação livre. Este resultado, em conjunto com as taxas de recordação e de agrupamento semântico do grupo PR, que foram superiores às do grupo reestudo, sugere que a combinação dos efeitos individuais da PR e da ETCC pode ser vantajosa para a memória. Fazer com que indivíduos retenham mais informações e cometam menos erros durante a recordação pode ser interessante, por exemplo, para a reabilitação de memória. Terapias comportamentais que utilizam estratégias de aprendizagem sem erro têm se mostrado efetivas em intervenções com populações clínicas (Clare et al., 1999; Fillingham et al., 2006; Wilson et al., 1994). Deste modo, utilizar a ETCC anódica associada à PR em terapias como essa poderia gerar resultados significativos para pacientes em reabilitação cognitiva.

PR e Agrupamento Semântico

Os resultados corroboram nossa hipótese inicial de que a PR estaria acompanhada de maior grau de organização da recordação, comparativamente à

condição de reestudo. Este achado é consistente com estudos prévios que também apontaram a PR como técnica que promove a organização da recordação de material categorizado (Rawson & Zamary, 2019; Zaromb & Roediger, 2010). Deste modo, praticar a recuperação e utilizar estratégias de agrupamento semântico de maneira espontânea se mostrou uma condição forte para a retenção da informação. Este resultado pode ser especialmente interessante para contextos educacionais e clínicos, tendo em vista que a implementação da PR e de estratégias de agrupamento semântico são métodos eficazes e de simples implementação. A PR já vem sendo utilizada como ferramenta para a aprendizagem em situações reais de sala de aula (Agarwal et al., 2012; Karpicke et al., 2016) e em protocolos de reabilitação cognitiva (Friedman et al., 2017; Sumowski et al., 2010). Da mesma maneira, o uso de estratégia de agrupamento semântico também se mostrou produtivo para adolescentes (Miotto et al., 2020) e até mesmo para indivíduos com comprometimento cognitivo (Miotto et al., 2018). Uma vez que observamos que diferenças no desempenho de recordação livre podem ser parcialmente atribuídas à processos de organização de memória, pode-se pensar na elaboração de protocolos que utilizem ambos para melhorar a aprendizagem. Mesmo que não tenhamos explicitamente instruído os participantes a utilizarem estratégias de agrupamento semântico, aqueles que as utilizaram foram beneficiados pelo uso da estratégia durante a recordação. Portanto, pesquisas futuras podem investir na manipulação da instrução de estratégia semântica para obter ainda maior benefício deste método.

Embora seja amplamente utilizado para mensurar o grau de agrupamento semântico (Congleton & Rajaram, 2012), o escore ARC é incapaz de capturar outros tipos de organização fora aqueles pré-estabelecidos pela estrutura conceitual do material. É possível que participantes tenham recordado itens de maneiras

subjetivamente organizadas, mas que não puderam ser mensuradas com as ferramentas de análise utilizadas. Eles podem, por exemplo, ter sido influenciados por características dos estímulos que não foram controladas neste estudo, como concretude e valência, fatores que sabidamente influenciam a codificação e a recuperação da informação (Tse & Altarriba, 2009). Este controle não foi realizado devido à falta de estudos normativos brasileiros que reunissem essas informações para um conjunto de estímulos categorizados. Deste modo, a realização de estudos nacionais de normatização de listas de palavras categorizadas é relevante para este campo de pesquisa.

Escala de Humor e Exposição Total aos Estímulos

Um problema metodológico relativo ao procedimento comumente utilizado na investigação de PR foi refletido nos escores de humor da escala PANAS. Participantes do grupo reestudo tiveram a oportunidade de codificar o conjunto total de palavras da lista quatro vezes, enquanto o grupo PR teve acesso ao material na íntegra apenas duas vezes. Além da questão da falta de comparabilidade em relação à exposição ao material, o grupo reestudo pode ter considerado maçante passar repetidas vezes passivamente pelo mesmo material.

O grupo PR, ao ser solicitado a tentar recuperar as palavras, pode ter considerado as atividades mais motivadoras e por isso, pode ter se engajado mais no desempenho das tarefas. Enquanto o grupo PR não diferiu em relação aos afetos positivos da escala PANAS do momento pré para o momento pós estimulação, o grupo reestudo mostrou uma diminuição de afetos positivos ao final da sessão. Apesar disso, análises levando-se em conta como covariáveis os níveis de humor antes e depois da manipulação experimental indicaram o efeito de PR se manteve significativo mesmo controlando para os níveis de humor. Além disso, ainda que o grupo PR tenha sido

exposto menos vezes à lista de estudo, seu desempenho foi melhor que o do grupo reestudo nas tarefas de recordação livre e de reconhecimento.

Whiffen e Karpicke (2017) contornam essa questão metodológica fazendo com que os grupos PR e reestudo fossem expostos ao material a ser aprendido uma mesma quantidade de vezes. A única diferença entre as condições foi em relação ao comando recebido: Após estudarem duas listas de palavras, todos os participantes reviam as palavras, mas só aqueles no grupo PR eram solicitados a discriminar se o item apresentado pertencia à primeira ou segunda lista estudada. Estudos futuros devem considerar essa questão e tentar equiparar melhor as duas condições experimentais, de modo que os grupos sejam comparáveis em termos de variáveis motivacionais eliciadas pelas tarefas.

Conclusão

Nesse estudo, indivíduos saudáveis foram submetidos a uma sessão de estimulação transcraniana por corrente contínua anódica ou *sham* enquanto aprendiam uma lista de palavras categorizadas por meio de PR ou de reestudo. Após intervalo de retenção de 48 hr, o grupo PR recordou mais palavras da lista estudada, apresentou maior grau de organização da recordação e teve melhor desempenho de reconhecimento da lista, comparativamente ao grupo reestudo. Em relação à ETCC, a estimulação anódica levou indivíduos a produzirem menos erros durante a recordação. Por fim, indivíduos que relataram ter espontaneamente utilizado estratégias semânticas durante a recordação tiveram desempenho superior àqueles que não utilizaram estratégia. Estudos futuros devem equiparar melhor as condições PR e reestudo em termos de exposição total aos estímulos e motivação.

Referências

- Agarwal, P. K., Bain, P. M., & Chamberlain, R. W. (2012). The value of applied research: Retrieval practice improves classroom learning and recommendations from a teacher, a principal, and a scientist. *Educational Psychology Review, 24*, 437–448. <https://doi.org/10.1007/s10648-012-9210-2>
- Agarwal, P. K., Finley, J. R., Rose, N. S., & Roediger, H. L. (2017). Benefits from retrieval practice are greater for students with lower working memory capacity. *Memory, 25*(6), 764–771. <https://doi.org/10.1080/09658211.2016.1220579>
- Antal, A., Chaieb, L., Moliadze, V., Monte-Silva, K., Poreisz, C., Thirugnanasambandam, N., Nitsche, M. A., Shoukier, M., Ludwig, H., & Paulus, W. (2010). Brain-derived neurotrophic factor (BDNF) gene polymorphisms shape cortical plasticity in humans. *Brain Stimulation, 3*, 230–237. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2009.12.003>
- Antal, A., Nitsche, M. A., Kincses, T. Z., Kruse, W., Hoffmann, K. P., & Paulus, W. (2004). Facilitation of visuo-motor learning by transcranial direct current stimulation of the motor and extrastriate visual areas in humans. *European Journal of Neuroscience, 19*(10), 2888–2892. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2004.03367.x>
- Antonenko, D., Hayek, D., Netzband, J., Grittner, U., & Flöel, A. (2019). tDCS-induced episodic memory enhancement and its association with functional network coupling in older adults. *Scientific Reports, 9*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-38630-7>
- Balardin, J. B., Batistuzzo, M. C., Martin, M. da G. M., Sato, J. R., Smid, J., Porto, C., Savage, C., Nitrini, R., Amato, E., & Miotto, E. C. (2015). Differences in prefrontal cortex activation and deactivation during strategic episodic verbal

- memory encoding in mild cognitive impairment. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 7:147. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2015.00147>
- Barbey, A. K., Koenigs, M., & Grafman, J. (2013). Dorsolateral prefrontal contributions to human working memory. *Cortex*, 49(5), 1195–1205. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2012.05.022>
- Bennabi, D., Pedron, S., Haffen, E., Monnin, J., Peterschmitt, Y., & Van Waes, V. (2014). Transcranial direct current stimulation for memory enhancement: From clinical research to animal models. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 8, 159. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2014.00159>
- Bestmann, S., de Berker, A. O., & Bonaiuto, J. (2015). Understanding the behavioural consequences of noninvasive brain stimulation. *Trends in Cognitive Sciences*, 19, 13–20. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2014.10.003>
- Bikson, M., Grossman, P., Thomas, C., Zannou, A. L., Jiang, J., Adnan, T., Mourdoukoutas, A. P., Kronberg, G., Truong, D., Boggio, P., Brunoni, A. R., Charvet, L., Fregni, F., Fritsch, B., Gillick, B., Hamilton, R. H., Hampstead, B. M., Jankord, R., Kirton, A., ... Woods, A. J. (2016). Safety of transcranial direct current stimulation: Evidence based update 2016. *Brain Stimulation*, 9(5), 641–661. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2016.06.004>
- Binder, J. R., Desai, R. H., Graves, W. W., & Conant, L. L. (2009). Where is the semantic system? A critical review and meta-analysis of 120 functional neuroimaging studies. *Cerebral Cortex*, 19(12), 2767–2796. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhp055>
- Blumenfeld, R. S., & Ranganath, C. (2006). Dorsolateral prefrontal cortex promotes long-term memory formation through its role in working memory organization. *Journal of Neuroscience*, 26(3), 916–925.

<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2353-05.2006>

- Bordignon, S., Zibetti, M. R., Trentini, C. M., Resende, A. C., Minervino, C. A. S. M., Silva-Filho, J. H. da, Pawlowski, J., Teodoro, M. L. M., & Abreu, N. (2015). Normas de associação semântica para 20 categorias em adultos e idosos. *Psico-USF*, 20(1), 97–108. <https://doi.org/10.1590/1413-82712015200109>
- Bousfield, W. A. (1953). The occurrence of clustering in the recall of randomly arranged associates. *The Journal of General Psychology*, 49, 229–240. <https://doi.org/10.1080/00221309.1953.9710088>
- Brainerd, C. J., & Reyna, V. F. (2008). *The Science of False Memory*. New York, NY: Oxford University Press.
- Brasil-Neto, J. P. (2012). Learning, memory, and transcranial direct current stimulation. *Frontiers in Psychiatry*, 3, 80. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2012.00080>
- Brunyé, T. T., Cantelon, J., Holmes, A., Taylor, H. A., & Mahoney, C. R. (2014). Mitigating cutaneous sensation differences during tDCS: Comparing sham versus low intensity control conditions. *Brain Stimulation*, 7(6), 832–835. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2014.09.01>
- Brunyé, T. T., Smith, A. M., Horner, C. B., & Thomas, A. K. (2018). Verbal long-term memory is enhanced by retrieval practice but impaired by prefrontal direct current stimulation. *Brain and Cognition*, 128, 80–88. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2018.09.008>
- Butler, A. C., & Roediger, H. L. (2007). Testing improves long-term retention in a simulated classroom setting. *European Journal of Cognitive Psychology*, 19(4–5), 514–527. <https://doi.org/10.1080/09541440701326097>
- Cai, R., Lu, L., & Hanjalic, A. (2008). Co-clustering for auditory scene categorization. *IEEE Transactions on Multimedia*, 10(4), 596–606.

- Cambiaghi, M., & Sconocchia, S. (2018). Scribonius Largus (probably before 1CE–after 48CE). *Journal of Neurology*, *265*(10), 2466–2468.
<https://doi.org/10.1007/s00415-018-8739-5>
- Carpenter, S. K. (2009). Cue strength as a moderator of the testing effect: The benefits of elaborative retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, *35*(6), 1563–1569. <https://doi.org/10.1037/a0017021>
- Carpenter, S. K., & Delosh, E. L. (2006). Impoverished cue support enhances subsequent retention: Support for the elaborative retrieval explanation on the testing effect. *Memory*, *2*, 268–276.
- Carpenter, S. K., & Pashler, H. (2007). Testing beyond words: Using tests to enhance visuospatial map learning. *Psychonomic Bulletin and Review*, *14*(3), 474–478.
<https://doi.org/10.3758/BF03194092>
- Cattaneo, Z., Pisoni, A., & Papagno, C. (2011). Transcranial direct current stimulation over Broca's region improves phonemic and semantic fluency in healthy individuals. *Neuroscience*, *183*, 64–70.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2011.03.058>
- Chan, J. C. K., & McDermott, K. B. (2007). The testing effect in recognition memory: A dual process account. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, *33*(2), 431–437. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.33.2.431>
- Clare, L., Wilson, B. A., Breen, K., & Hodges, J. R. (1999). Errorless learning of face-name associations in early Alzheimer's disease. *Neurocase*, *5*, 37–46.
<https://doi.org/10.1093/neucas/5.1.37>
- Clare, L., & Woods, R. T. (2004). Cognitive training and cognitive rehabilitation for people with early-stage Alzheimer's disease: A review. *Neuropsychological Rehabilitation*, *14*(4), 385–401. <https://doi.org/10.1080/09602010443000074>

- Clark, V. P., Coffman, B. A., Mayer, A. R., Weisend, M. P., Lane, T. D. R., Calhoun, V. D., Raybourn, E. M., Garcia, C. M., & Wassermann, E. M. (2012). TDCS guided using fMRI significantly accelerates learning to identify concealed objects. *NeuroImage*, *59*(1), 117–128. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.11.036>
- Clark, V. P., & Parasuraman, R. (2014). Neuroenhancement: Enhancing brain and mind in health and in disease. *NeuroImage*, *85*, 889–894. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.08.071>
- Coffman, B. A., Clark, V. P., & Parasuraman, R. (2014). Battery powered thought: Enhancement of attention, learning, and memory in healthy adults using transcranial direct current stimulation. *NeuroImage*, *85*, 895–908. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.07.083>
- Congleton, A., & Rajaram, S. (2012). The origin of the interaction between learning method and delay in the testing effect: The roles of processing and conceptual retrieval organization. *Memory and Cognition*, *40*(4), 528–539. <https://doi.org/10.3758/s13421-011-0168-y>
- Conrad, R. (1964). Acoustic Confusions in Immediate Memory. *British Journal of Psychology*, *55*(1), 75–84. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1964.tb00899.x>
- DaSilva, A. F., Volz, M. S., Bikson, M., & Fregni, F. (2011). Electrode positioning and montage in transcranial direct current stimulation. *Journal of Visualized Experiments*, *51*. <https://doi.org/10.3791/2744>
- Carvalho, H. W., Andreoli, S. B., Lara, D. R., Patrick, C. J., Quintana, M. I., Bressan, R. A., de Melo, M. F., Mari, J. de J., & Jorge, M. R. (2013). Structural validity and reliability of the Positive and Negative Affect Schedule (PANAS): Evidence from a large Brazilian community sample. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, *35*(2), 169–172. <https://doi.org/10.1590/1516-4446-2012-0957>

- Lara, G. A., Knechtges, P. N., Paulus, W., & Antal, A. (2017). Anodal tDCS over the left DLPFC did not affect the encoding and retrieval of verbal declarative information. *Frontiers in Neuroscience, 11*, 1–9.
<https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00452>
- Lima, M. F. R., Cavendish, B. A., de Deus, J. S., & Buratto, L. G. (2020). Retrieval Practice in memory- and language-impaired populations: A systematic review. *Archives of Clinical Neuropsychology, 00*, 1–16.
<https://doi.org/10.1093/arclin/aciaa035>
- Dedoncker, J., Brunoni, A. R., Baeken, C., & Vanderhasselt, M. A. (2016). A Systematic Review and Meta-Analysis of the Effects of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) Over the Dorsolateral Prefrontal Cortex in Healthy and Neuropsychiatric Samples: Influence of Stimulation Parameters. *Brain Stimulation, 9*(4), 501–517. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2016.04.006>
- Dienes, Z. (2014). Using Bayes to get the most out of non-significant results. *Frontiers in Psychology, 5*, 1–17. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00781>
- Dockery, C. A., Hueckel-Weng, R., Birbaumer, N., & Plewnia, C. (2009). Enhancement of planning ability by transcranial direct current stimulation. *Journal of Neuroscience, 29*(22), 7271–7277. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0065-09.2009>
- Dunlosky, J., Rawson, K. A., Marsh, E. J., Nathan, M. J., & Willingham, D. T. (2013). Improving students' learning with effective learning techniques: Promising directions from cognitive and educational psychology. *Field Methods, 4*–58.
<https://doi.org/10.1177/1529100612453266>
- Ekuni, R., de Souza, B. M. N., Agarwal, P. K., & Pompeia, S. (2020). A conceptual replication of survey research on study strategies in a diverse, non-WEIRD student

population. *Scholarship of Teaching and Learning in Psychology*, 2(999).

<https://doi.org/10.1037/stl0000191>

Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175–191.

<https://doi.org/10.3758/BF03193146>

Fertonani, A., & Miniussi, C. (2017). Transcranial electrical stimulation: What we know and do not know about mechanisms. *Neuroscientist*, 1–15.

<https://doi.org/10.1177/1073858416631966>

Fillingham, J. K., Sage, K., & Lambon Ralph, M. A. (2006). The treatment of anomia using errorless learning. *Neuropsychological Rehabilitation*, 16, 129–154.

<https://doi.org/10.1080/09602010443000254>

Fletcher, P. C., Shallice, T., Frith, C. D., Frackowiak, R. S. J., & Dolan, R. J. (1998). The functional roles of prefrontal cortex in episodic memory. II. Retrieval. *Brain*, 121(7), 1249–1256. <https://doi.org/10.1093/brain/121.7.1249>

Flöel, A., Rösser, N., Michka, O., Knecht, S., & Breitenstein, C. (2008). Noninvasive brain stimulation improves language learning. *Journal of Cognitive Neuroscience*.

<https://doi.org/10.1162/jocn.2008.20098>

Fonteneau, C., Mondino, M., Arns, M., Baeken, C., Bikson, M., Brunoni, A. R., Burke, M. J., Neuvonen, T., Padberg, F., Pascual-Leone, A., Poulet, E., Ruffini, G., Santarnecchi, E., Sauvaget, A., Schellhorn, K., Suaud-Chagny, M. F., Palm, U., & Brunelin, J. (2019). Sham tDCS: A hidden source of variability? Reflections for further blinded, controlled trials. *Brain Stimulation*, 12(3), 668–673.

<https://doi.org/10.1016/j.brs.2018.12.977>

Francis, J., & Dingley, J. (2015). Electroanaesthesia - From torpedo fish to TENS.

Anaesthesia, 70(1), 93–103. <https://doi.org/10.1111/anae.12887>

Fregni, F., Nitsche, M. A., Loo, C. K., Brunoni, A. R., Marangolo, P., Leite, J.,
Carvalho, S., Bolognini, N., Caumo, W., Paik, N. J., Simis, M., Ueda, K., Ekhtiari,
H., Luu, P., Tucker, D. M., Tyler, W. J., Brunelin, J., Datta, A., Juan, C. H., ...
Bikson, M. (2015). Regulatory considerations for the clinical and research use of
transcranial direct current stimulation (tDCS): Review and recommendations from
an expert panel. *Clinical Research and Regulatory Affairs*, 32(1), 22–35.
<https://doi.org/10.3109/10601333.2015.980944>

Fregni, Felipe, Boggio, P. S., Mansur, C. G., Wagner, T., Ferreira, M. J. L., Lima, M.
C., Rigonatti, S. P., Marcolin, M. A., Freedman, S. D., Nitsche, M. A., & Pascual-
Leone, A. (2005). Transcranial direct current stimulation of the unaffected
hemisphere in stroke patients. *NeuroReport*, 16(14), 1551–1555.
<https://doi.org/10.1097/01.wnr.0000177010.44602.5e>

Friedman, R. B., Sullivan, K. L., Snider, S. F., Luta, G., Jones, T. Kevin. (2017).
Leveraging the test effect to improve maintenance of the gains achieved through
cognitive rehabilitation. *Neuropsychology*, 31(2), 220–228. doi:
10.1037/neu0000318.

Galli, G., Vadillo, M. A., Sirota, M., Feurra, M., & Medvedeva, A. (2019). A systematic
review and meta-analysis of the effects of transcranial direct current stimulation
(tDCS) on episodic memory. *Brain Stimulation*, 12, 231–241.
<https://doi.org/10.1016/j.brs.2018.11.008>

Gershberg, F. B., & Shimamura, A. P. (1995). Impaired use of organizational strategies
in free recall following frontal lobe damage. *Neuropsychologia*, 33, 1305–1333.
[https://doi.org/10.1016/0028-3932\(95\)00103-A](https://doi.org/10.1016/0028-3932(95)00103-A)

- Gill, J., Shah-Basak, P. P., & Hamilton, R. (2015). It's the thought that counts: Examining the task-dependent effects of transcranial direct current stimulation on executive function. *Brain Stimulation*, 8(2), 253–259.
<https://doi.org/10.1016/j.brs.2014.10.018>
- Greenaway, M. C., Hanna, S. M., Lepore, S. W., & Smith, G. E. (2008). A behavioral rehabilitation intervention for amnesic mild cognitive impairment. *American Journal of Alzheimer's Disease and Other Dementias*, 23(5), 451–461.
<https://doi.org/10.1177/1533317508320352>
- Hautus, M. J. (1995). Corrections for extreme proportions and their biasing effects on estimated values of d' . *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 27(1), 46–51. <https://doi.org/10.3758/BF03203619>
- Hayes, A. F., & Rockwood, N. J. (2020). Conditional process analysis: concepts, computation, and advances in the modeling of the contingencies of mechanisms. *American Behavioral Scientist*, 64(1), 19–54.
<https://doi.org/10.1177/0002764219859633>
- Hill, A. T., Fitzgerald, P. B., & Hoy, K. E. (2016). Effects of anodal transcranial direct current stimulation on working memory: A systematic review and meta-analysis of findings from healthy and neuropsychiatric populations. *Brain Stimulation*, 9(2), 197–208. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2015.10.006>
- Hirtle, S., & Mascolo, M. (1986). Effect of semantic clustering on the memory of spatial locations. *Journal of Experimental Psychology*, 12(2), 182–189.
- Holland, R., & Crinion, J. (2012). Can tDCS enhance treatment of aphasia after stroke? *Aphasiology*, 26(9), 1169–1191. <https://doi.org/10.1080/02687038.2011.616925>
- Hordacre, B., Moezzi, B., & Ridding, M. C. (2018). Neuroplasticity and network connectivity of the motor cortex following stroke: A transcranial direct current

- stimulation study. *Human Brain Mapping*, 39(8), 3326–3339.
<https://doi.org/10.1002/hbm.24079>
- Huff, M. J., Balota, D. A., & Hutchison, K. A. (2016). The costs and benefits of testing and guessing on recognition memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 26(8), 1065–1083.
<https://doi.org/10.1037/xlm0000269>
- Imburgio, M. J., & Orr, J. M. (2018). Effects of prefrontal tDCS on executive function: Methodological considerations revealed by meta-analysis. *Neuropsychologia*, 117, 156–166. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.04.022>
- Jacobson, L., Koslowsky, M., & Lavidor, M. (2012). TDCS polarity effects in motor and cognitive domains: A meta-analytical review. *Experimental Brain Research*, 216(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s00221-011-2891-9>
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Perrig, W. J., & Meier, B. (2010). The concurrent validity of the N-back task as a working memory measure. *Memory*, 18(4), 394–412. <https://doi.org/10.1080/09658211003702171>
- Javadi, A. H., Cheng, P., & Walsh, V. (2012). Short duration transcranial direct current stimulation (tDCS) modulates verbal memory. *Brain Stimulation*, 5(4), 468–474.
<https://doi.org/10.1016/j.brs.2011.08.003>
- Javadi, A. H., & Walsh, V. (2012). Transcranial direct current stimulation (tDCS) of the left dorsolateral prefrontal cortex modulates declarative memory. *Brain Stimulation*, 5(3), 231–241. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2011.06.007>
- Joyal, M., & Fecteau, S. (2016). Transcranial Direct Current Stimulation Effects on Semantic Processing in Healthy Individuals. *Brain Stimulation*, 9(5), 682–691.
<https://doi.org/10.1016/j.brs.2016.05.003>
- Kahana, M. J., Howard, M. W., & Polyn, S. M. (2007). Associative retrieval processes

- in episodic memory. *Learning and Memory: A Comprehensive Reference*, 1–24.
<https://doi.org/10.1016/B978-012370509-9.00185-6>
- Kane, M. J., Conway, A. R. A., Miura, T. K., & Colflesh, G. J. H. (2007). Working memory, attention control, and the n-back task: A question of construct validity. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 33(3), 615–622. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.33.3.615>
- Kang, E. K., Kim, Y. K., Sohn, H. M., Cohen, L. G., & Paik, N. J. (2011). Improved picture naming in aphasia patients treated with cathodal tDCS to inhibit the right Broca's homologue area. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 29(3), 141–152. <https://doi.org/10.3233/RNN-2011-0587>
- Kang, N., Summers, J. J., & Cauraugh, J. H. (2016). Non-invasive brain stimulation improves paretic limb force production: A systematic review and meta-analysis. *Brain Stimulation*. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2016.05.005>
- Karpicke, J. D. (2012). Retrieval-based learning: Active retrieval promotes meaningful learning. *Current Directions in Psychological Science*, 21(3), 157–163.
<https://doi.org/10.1177/0963721412443552>
- Karpicke, J. D. (2016). Retrieval-based learning: A decade of progress. In *The Curated Reference Collection in Neuroscience and Biobehavioral Psychology* (Second Edition, Vol. 2). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809324-5.21055-9>
- Karpicke, J. D., Blunt, J. R., & Smith, M. A. (2016). Retrieval-based learning: Positive effects of retrieval practice in elementary school children. *Frontiers in Psychology*, 7, 1–9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00350>
- Karpicke, J. D., & Grimaldi, P. J. (2012). Retrieval-based learning: A perspective for enhancing meaningful learning. *Educational Psychology Review*, 24(3), 401–418.
<https://doi.org/10.1007/s10648-012-9202-2>

- Karpicke, J. D., Lehman, M., & Aue, W. R. (2014). Retrieval-based learning. An Episodic Context Account. In *Psychology of Learning and Motivation - Advances in Research and Theory* (Vol. 61). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800283-4.00007-1>
- Karpicke, J. D., & Roediger, H. L. (2008). The critical importance of retrieval for learning. *Science*, *319*(5865), 966–968. <https://doi.org/10.1126/science.1152408>
- Kim, K., Ekstrom, A. D., & Tandon, N. (2016). A network approach for modulating memory processes via direct and indirect brain stimulation: Toward a causal approach for the neural basis of memory. *Neurobiology of Learning and Memory*, *134*, 162–177. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2016.04.001>
- Kuo, H. I., Bikson, M., Datta, A., Minhas, P., Paulus, W., Kuo, M. F., & Nitsche, M. A. (2013). Comparing cortical plasticity induced by conventional and high-definition 4×1 ring tDCS: A neurophysiological study. *Brain Stimulation*, *6*(4), 644–648. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2012.09.010>
- Kuo, M. F., & Nitsche, M. A. (2015). Exploring prefrontal cortex functions in healthy humans by transcranial electrical stimulation. *Neuroscience Bulletin*, *31*(2), 198–206. <https://doi.org/10.1007/s12264-014-1501-9>
- Lehman, M., Smith, M. A., & Karpicke, J. D. (2014). Toward an episodic context account of retrieval-based learning: Dissociating retrieval practice and elaboration. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, *40*(6), 1787–1794. <https://doi.org/10.1037/xlm0000012>
- Leshikar, E. D., Leach, R. C., McCurdy, M. P., Trumbo, M. C., Sklenar, A. M., Frankenstein, A. N., & Matzen, L. E. (2017). Transcranial direct current stimulation of dorsolateral prefrontal cortex during encoding improves recall but not recognition memory. *Neuropsychologia*, *106*, 390–397.

<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2017.10.022>

Macmillan, N. A., & Creelman, C. D. (2004). *Detection theory: A user's guide*: 2nd edition. <https://doi.org/10.4324/9781410611147>

Mancuso, L. E., Ilieva, I. P., Hamilton, R. H., & Farah, M. J. (2016). Does transcranial direct current stimulation improve healthy working memory?: A meta-analytic review. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 28(8), 1063–1089.

https://doi.org/10.1162/jocn_a_00956

Manenti, R., Brambilla, M., Petesi, M., Ferrari, C., & Cotelli, M. (2013). Enhancing verbal episodic memory in older and young subjects after non-invasive brain stimulation. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 5, 1–9.

<https://doi.org/10.3389/fnagi.2013.00049>

Martin, D. M., Liu, R., Alonzo, A., Green, M., & Loo, C. K. (2014). Use of transcranial direct current stimulation (tDCS) to enhance cognitive training: effect of timing of stimulation. *Experimental Brain Research*, 232(10), 3345–3351.

<https://doi.org/10.1007/s00221-014-4022-x>

McDaniel, M. A., & Einstein, G. O. (1989). Material-appropriate processing: A contextualist approach to reading and studying strategies. *Educational Psychology Review*, 1(2), 113–145. <https://doi.org/10.1007/BF01326639>

Meinzer, M., Antonenko, D., Lindenberg, R., Hetzer, S., Ulm, L., Avirame, K., Flaisch, T., & Flöel, A. (2012). Electrical brain stimulation improves cognitive performance by modulating functional connectivity and task-specific activation. *Journal of Neuroscience*, 32(5), 1859–1866.

<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4812-11.2012>

Miller, G. (1956). The magical number seven plus minus two. *Psychological Review*, 63(2), 81–97.

- Miotto, E. C., Balardin, J. B., da Graça M Martin, M., Polanczyk, G. V., Savage, C. R., Miguel, E. C., & Batistuzzo, M. C. (2020). Effects of semantic categorization strategy training on episodic memory in children and adolescents. *PLoS ONE*, *15*(2), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228866>
- Miotto, E. C., Balardin, J. B., Savage, C. R., Martin, M. da G. M., Batistuzzo, M. C., Amaro Junior, E., & Nitrini, R. (2014). Regiões do cérebro relacionadas à melhora da memória verbal em idosos saudáveis. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, *72*(9), 663–670. <https://doi.org/10.1590/0004-282X20140120>
- Miotto, E. C., Batista, A. X., Simon, S. S., & Hampstead, B. M. (2018). Neurophysiologic and cognitive changes arising from cognitive training interventions in persons with mild cognitive impairment: A systematic review. *Neural Plasticity*, *2018*. <https://doi.org/10.1155/2018/7301530>
- Miotto, E. C., Savage, C. R., Evans, J. J., Wilson, B. A., Martin, M. G. M., Balardin, J. B., Barros, F. G., Garrido, G., Teixeira, M. J., & Amaro Junior, E. (2013). Semantic strategy training increases memory performance and brain activity in patients with prefrontal cortex lesions. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, *115*(3), 309–316. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2012.05.024>
- Morgan, H. M., Davis, N. J., & Bracewell, R. M. (2014). Does transcranial direct current stimulation to prefrontal cortex affect mood and emotional memory retrieval in healthy individuals? *PLoS ONE*, *9*(3), 1–8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0092162>
- Mulligan, N. W. (2005). Total retrieval time and hypermnnesia: Investigating the benefits of multiple recall tests. *Psychological Research*, *69*(4), 272–284. <https://doi.org/10.1007/s00426-004-0178-5>
- Murray, L. J., & Ranganath, C. (2007). The dorsolateral prefrontal cortex contributes to

- successful relational memory encoding. *Journal of Neuroscience*, 27(20), 5515–5522. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0406-07.2007>
- Nitsche, M. A., Koschack, J., Pohlert, H., Hulleman, S., Paulus, W., & Happe, S. (2012). Effects of frontal transcranial direct current stimulation on emotional state and processing in healthy humans. *Frontiers in Psychiatry*, 3, 1–10. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2012.00058>
- Nitsche, M. A., & Paulus, W. (2000). Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. *Journal of Physiology*, 527(3), 633–639. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2000.t01-1-00633.x>
- Owen, A. M., Evans, A. C., & Petrides, m. (1996). Evidence for a Two-Stage Model of Spatial Working Memory Processing within the Lateral Frontal Cortex: A Positron Emission Tomography Study. *Cerebral Cortex*, 6(1), 31–38. <https://doi.org/10.1093/cercor/6.1.31>
- Parkin, B. L., Ekhtiari, H., & Walsh, V. F. (2015). Non-invasive Human Brain Stimulation in Cognitive Neuroscience: A Primer. *Neuron*, 87(5), 932–945. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.07.032>
- Pastötter, B., & Bäuml, K. H. T. (2014). Retrieval practice enhances new learning: The forward effect of testing. *Frontiers in Psychology*, 5, 1–5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00286>
- Paulus, W. (2011). Transcranial electrical stimulation (tES - tDCS; tRNS, tACS) methods. *Neuropsychological Rehabilitation*, 21(5), 602–617. <https://doi.org/10.1080/09602011.2011.557292>
- Peirce, J. W. (2007). PsychoPy-Psychophysics software in Python. *Journal of Neuroscience Methods*, 162(1–2), 8–13. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2006.11.017>

- Pergolizzi, D., & Chua, E. F. (2017). Increased contextual cue utilization with tDCS over the prefrontal cortex during a recognition task. *Brain Research, 1655*, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2016.11.008>
- Pirulli, C., Fertonani, A., & Miniussi, C. (2014). Is neural hyperpolarization by cathodal stimulation always detrimental at the behavioral level? *Frontiers in Behavioral Neuroscience, 8*, 1–10. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2014.00226>
- Polanía, R., Nitsche, M. A., & Ruff, C. C. (2018). Studying and modifying brain function with non-invasive brain stimulation. *Nature Neuroscience, 21*(2), 174–187. <https://doi.org/10.1038/s41593-017-0054-4>
- Poreisz, C., Boros, K., Antal, A., & Paulus, W. (2007). Safety aspects of transcranial direct current stimulation concerning healthy subjects and patients. *Brain Research Bulletin, 72*(4–6), 208–214. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2007.01.004>
- Price, A. R., & Hamilton, R. H. (2015). A re-evaluation of the cognitive effects from single-session transcranial direct current stimulation. *Brain Stimulation, 8*(3), 663–665. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2015.03.007>
- Rawson, K. A., & Zamary, A. (2019). Why is free recall practice more effective than recognition practice for enhancing memory? Evaluating the relational processing hypothesis. *Journal of Memory and Language, 105*, 141–152. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2019.01.002>
- Roediger, H. L., & Butler, A. C. (2011). The critical role of retrieval practice in long-term retention. *Trends in Cognitive Sciences, 15*(1), 20–27. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.09.003>
- Roediger, H. L., & Karpicke, J. D. (2006). Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological Science, 17*(3), 249–255. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01693.x>

- Roenker, D. L., Thompson, C. P., & Brown, S. C. (1971). Comparison of measures for the estimation of clustering in free recall. *Psychological Bulletin*, *76*(1), 45–48.
<https://doi.org/10.1037/h0031355>
- Rowland, C. A. (2014). The effect of testing versus restudy on retention: a meta-analytic review of the testing effect. *Psychological Bulletin*, *140*(6), 1432–1463.
<https://doi.org/10.1037/a0037559>
- Sandrini, M., Cappa, S. F., Rossi, S., Rossini, P. M., & Miniussi, C. (2003). The role of prefrontal cortex in verbal episodic memory: rTMS evidence. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *15*(6), 855–861. <https://doi.org/10.1162/089892903322370771>
- Sandrini, M., Manenti, R., Brambilla, M., Cobelli, C., Cohen, L. G., & Cotelli, M. (2016). Neurobiology of Aging Older adults get episodic memory boosting from noninvasive stimulation of prefrontal cortex during learning. *Neurobiology of Aging*, *39*, 210–216. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2015.12.010>
- Savage, C. R., Deckersbach, T., Heckers, S., Wagner, A. D., Schacter, D. L., Alpert, N. M., Fischman, A. J., & Rauch, S. L. (2001). Prefrontal regions supporting spontaneous and directed application of verbal learning strategies evidence from PET. *Brain*, *124*(1), 219–231. <https://doi.org/10.1093/brain/124.1.219>
- Shiel, A., Baddeley, A., & Evans, J. (1994). Errorless learning in the rehabilitation of memory impaired people. *Neuropsychological Rehabilitation*.
<https://doi.org/10.1080/09602019408401463>
- Shuell, T. J. (1969). Clustering and organization in free recall. *Psychological Bulletin*, *72*(5), 353–374. <https://doi.org/10.1037/h0028141>
- Stagg, C. J., & Nitsche, M. A. (2011). Physiological basis of transcranial direct current stimulation. *Neuroscientist*, *17*(1), 37–53.
<https://doi.org/10.1177/1073858410386614>

- Sumowski, J. F., Chiaravalloti, N., & DeLuca, J. (2010). Retrieval practice improves memory in multiple sclerosis: Clinical application of the testing effect. *Neuropsychology*, *24*(2), 267–272. <https://doi.org/10.1037/a0017533>
- Tazoe, T., Endoh, T., Kitamura, T., & Ogata, T. (2014). Polarity specific effects of transcranial direct current stimulation on interhemispheric inhibition. *PLoS ONE*, *9*(12), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114244>
- Tse, C., & Altarriba, J. (2009) The word concreteness effect occurs for positive, but not negative, emotion words in immediate serial recall. *British Journal of Psychology*, *100*, 91–109.
- Unsworth, N. (2019). Individual differences in long-term memory. *Psychological Bulletin*. <https://doi.org/10.1037/bul0000176>
- Verde, M. F., Macmillan, N. A., & Rotello, C. M. (2006). Measures of sensitivity based on a single hit rate and false alarm rate: The accuracy, precision, and robustness of d' , A_2 and A' . *Perception & psychophysics*, *68*(4), 643–654.
- Whiffen, J. W., & Karpicke, J. D. (2017). The role of episodic context in retrieval practice effects. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, *43*(7), 1036–1046. <https://doi.org/10.1037/xlm0000379>
- Zaromb, F. M., & Roediger, H. L. (2010). The testing effect in free recall is associated with enhanced organizational processes. *Memory and Cognition*, *38*(8), 995–1008. <https://doi.org/10.3758/MC.38.8.995>
- Zwissler, B., Sperber, C., Aigeldinger, S., Schindler, S., Kissler, J., & Plewnia, C. (2014). Shaping memory accuracy by left prefrontal transcranial direct current stimulation. *Journal of Neuroscience*, *34*(11), 4022–4026. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5407-13.2014>
- Wilson, B. A. (2009). *Memory rehabilitation: Integrating theory and practice*. New

York, NY: The Guilford Press.

Anexo A – Aprovação do Comitê de Ética

UNB - INSTITUTO DE
CIÊNCIAS HUMANAS E
SOCIAIS DA UNIVERSIDADE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITOS ISOLADOS E COMBINADOS DA ETCC E DA PRÁTICA DE RECUPERAÇÃO SOBRE A ORGANIZAÇÃO DA MEMÓRIA

Pesquisador: BEATRIZ ARAUJO CAVENDISH

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 15030919.0.0000.5540

Instituição Proponente: Instituto de Psicologia - UNB

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.778.080

Apresentação do Projeto:

O mesmo do parecer substanciado anteriormente emitido por este CEP/CHS

Objetivo da Pesquisa:

O mesmo do parecer substanciado anteriormente emitido por este CEP/CHS

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O mesmo do parecer substanciado anteriormente emitido por este CEP/CHS

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O mesmo do parecer substanciado anteriormente emitido por este CEP/CHS

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- Foi incluído no processo o manual tDCS Stimulator (1ch)
- Os TCLEs foram adequados segundo recomendações deste CEP/CHS
- O cronograma foi atualizado segundo demanda deste CEP/CHS. A coleta de dados será iniciada em 2020.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há. Estudo apto a ser iniciado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO DARCY RIBEIRO - FACULDADE DE DIREITO - SALA BT-01/2 - Horário de
Bairro: ASA NORTE **CEP:** 70.910-900
UF: DF **Município:** BRASÍLIA
Telefone: (61)3107-1592 **E-mail:** cep_chs@unb.br

Anexo B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a), da pesquisa **“Efeitos isolados e combinados da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua e da Prática de Recuperação sobre a organização da memória”**, cuja pesquisadora responsável é Beatriz Araújo Cavendish, estudante de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Comportamento, do Departamento de Processos Psicológicos Básicos – Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília, sob a orientação do Prof. Dr. Luciano Grüdtner Buratto.

O estudo tem como objetivo investigar os efeitos da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) e da prática de recuperação sobre a memória. Investigações sobre esses temas são importantes, pois permitem compreender quais variáveis influenciam na forma como as pessoas aprendem e retêm informações. Você receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que será mantido o mais rigoroso sigilo de seus dados pela omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo(a).

Os procedimentos da pesquisa envolvem a realização de uma tarefa de memória, que será realizada em duas sessões: a primeira acontecerá hoje, com duração estimada de 50 minutos; e a segunda será realizada em 48 horas, com duração estimada de 15 minutos. Além dessa tarefa, o procedimento envolverá, na primeira sessão, uma aplicação de Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC), que consiste na passagem de uma corrente elétrica de baixa intensidade através de dois eletrodos que, ao serem posicionados sobre o couro cabeludo, são capazes de modular momentaneamente a atividade neuronal da região cerebral abaixo deles. Inicialmente, a estimulação poderá causar uma leve sensação de formigamento no local, mas diminuirá em poucos minutos. Para tentar reduzir essa sensação, os eletrodos serão embebidos em solução salina para facilitar a passagem da corrente e minimizar qualquer tipo de incômodo. Os riscos decorrentes de sua participação na pesquisa são uma possível vermelhidão no local da aplicação dos eletrodos sobre a pele do crânio e muito raramente, uma leve dor de cabeça imediatamente após a aplicação, que geralmente não necessita de medicação, mas que responde bem a analgésicos comuns (paracetamol, aspirina ou dipirona). Se sentir esse sintoma, nos informe para que a medicação lhe seja fornecida. Caso necessário, lhe será garantido o direito à assistência integral e gratuita devido a possíveis danos decorrentes da participação na pesquisa pelo tempo que for

necessário. Além disso, você tem direito de buscar indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa.

A ETCC é uma técnica que vem acumulando cada vez mais resultados promissores, é segura, tem baixo custo, fácil aplicação e portabilidade e que, por essas razões, tem possibilidade de ser inserida no sistema de saúde pública. Os dados obtidos neste projeto visam fornecer informações sobre os efeitos da ETCC em processos de memória, fornecendo evidências para a aplicação da técnica em contexto de reabilitação. Não há quaisquer riscos psicológicos ou morais provenientes das tarefas propostas. Em contrapartida, você poderá se beneficiar do estudo por meio de sua participação no processo de produção de conhecimento científico, além de aprender sobre a técnica, por meio do debriefing, onde será instruído(a) acerca da lógica do estudo e terá a oportunidade de esclarecer suas dúvidas.

O estudo será realizado no LIPSI (Laboratório Integrado de Pós-Graduação e Pesquisa Experimental em Psicologia com Humanos), no Instituto de Psicologia (UnB, campus Darcy Ribeiro). Sua participação é voluntária e livre de qualquer remuneração. Todas as eventuais despesas provenientes da pesquisa serão de responsabilidade da pesquisadora responsável, isto é, você não arcará com nenhum custo referente aos procedimentos do estudo. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper sua participação a qualquer momento. A recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios. Além disso, seus dados ficarão sob a guarda do pesquisador responsável e, na publicação dos resultados do estudo, será mantido o sigilo sobre a sua identidade. Os resultados dessa pesquisa serão divulgados sob a forma de dissertação de mestrado do pesquisador responsável, o qual ficará disponível no Repositório Institucional da UnB (<http://repositorio.unb.br>), provavelmente a partir do início do segundo semestre de 2020. Esclarecimentos poderão ser feitos a qualquer momento da pesquisa, mediante contato com o pesquisador responsável [telefone:(61) 9 9636-38XX; e-mail: beatriz.cavendish@gmail.com].

Este projeto foi revisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais (CEP/CHS) da Universidade de Brasília, que tem por finalidade registrar, revisar eticamente, monitorar e acompanhar as pesquisas envolvendo seres humanos, visando defender os interesses dos participantes das pesquisas em sua integridade e dignidade e contribuir para o desenvolvimento das pesquisas dentro de padrões éticos. As informações com relação à assinatura do TCLE

ou aos direitos do participante da pesquisa podem ser obtidas via e-mail do CEP/CHS (cep_chs@unb.br), telefone do CEP/CHS (61 3107-1592) ou presencialmente (Campus Darcy Ribeiro, Faculdade de Direito – Horário de funcionamento: segunda à sexta-feira, das 14 às 20h).

Este documento encontra-se redigido em duas vias, sendo uma para o participante e outra para o pesquisador responsável, rubricadas em todas as páginas e assinadas ao final por ambos.

Brasília, _____ de _____ de _____.

Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador Responsável

Anexo C – Lista de estímulos

Tabela C1

Lista de Estímulos Para Testes de Recordação Livre e Reconhecimento

Categorias semânticas	Lista de estudo para recordação	Lista de reconhecimento	Tipo de item	Frequência da palavra	
Animais	Cachorro	Cachorro	Alvo	1,21	
	Macaco	Macaco	Alvo	1,21	
	Burro	Burro	Alvo	1,01	
	Vaca	Vaca	Alvo	0,95	
	Porco	Porco	Alvo	0,91	
			Cavalo	DR	1,52
			Zebra	DR	0,46
			Leão	DR	1,43
Artigos escolares	Papel	Papel	Alvo	1,28	
	Borracha	Borracha	Alvo	1,09	
	Cola	Cola	Alvo	0,92	
	Caneta	Caneta	Alvo	0,89	
	Lápis	Lápis	Alvo	0,85	
			Caderno	DR	2,30
			Régua	DR	0,25
			Livro	DR	2,53
Frutas	Maçã	Maçã	Alvo	0,76	
	Uva	Uva	Alvo	0,72	
	Morango	Morango	Alvo	0,68	
	Abacaxi	Abacaxi	Alvo	0,55	
	Pêra	Pêra	Alvo	0,33	

		Banana	DR	1,11
		Abacate	DR	0,09
		Mamão	DR	0,12
Instrumentos musicais	Bateria	Bateria	Alvo	1,30
	Guitarra	Guitarra	Alvo	1,19
	Flauta	Flauta	Alvo	0,66
	Violino	Violino	Alvo	0,63
	Tambor	Tambor	Alvo	0,60
		Violão	DR	1,25
		Harpa	DR	-0,03
		Gaita	DR	0,04
Meios de comunicação	Jornal	Jornal	Alvo	2,34
	Televisão	Televisão	Alvo	2,28
	Revista	Revista	Alvo	2,26
	Carta	Carta	Alvo	2,05
	Rádio	Rádio	Alvo	2,05
		Telefone	DR	2,11
		Internet	DR	1,50
Meios de transporte	Avião	Avião	Alvo	1,82
	Caminhão	Caminhão	Alvo	1,56
	Metrô	Metrô	Alvo	1,53
	Trem	Trem	Alvo	1,53
	Navio	Navio	Alvo	1,47
		Carro	DR	2,40
		Canoa	DR	0,77
Partes do corpo humano	Pé	Pé	Alvo	2,00
	Boca	Boca	Alvo	1,86

	Rosto	Rosto	Alvo	1,77
	Olho	Olho	Alvo	1,77
	Braço	Braço	Alvo	1,70
		Cabeça	DR	2,23
		Orelha	DR	0,99
Peças de vestuário	Saia	Saia	Alvo	1,26
	Calça	Calça	Alvo	1,08
	Sapato	Sapato	Alvo	0,84
	Calcinha	Calcinha	Alvo	0,83
	Casaco	Casaco	Alvo	0,58
		Vestido	DR	1,41
		Blusa	DR	0,56
Artigos de limpeza		Detergente	DNR	0,33
		Balde	DNR	0,30
		Vassoura	DNR	0,21
		Rodo	DNR	-0,02
		Bucha	DNR	-0,34
Mobiliário		Cama	DNR	1,51
		Cadeira	DNR	1,51
		Sofá	DNR	0,91
		Armário	DNR	0,72
		Cômoda	DNR	0,57
Brinquedos		Carrinho	DNR	0,77
		Bicicleta	DNR	0,70
		Boneca	DNR	0,69
		Barbie	DNR	0,55
		Pião	DNR	-0,20

Joias		Relógio	DNR	1,27
		Anel	DNR	0,96
		Brinco	DNR	0,92
		Colar	DNR	0,75
		Pérola	DNR	0,61
Artigos de higiene	Toalha		Buffer	0,76
pessoal	Creme		Buffer	0,90
Coisas de bebê	Fralda		Buffer	0,11
	Berço		Buffer	0,91

Nota. DR = Distratores relacionados; DNR = Distratores não relacionados. Buffer se refere aos itens apresentados no início e no final da lista, nos ciclos de estudo da sessão 1. Frequência da palavra representa o \log_{10} da frequência por milhão (NILC, 2005).

Anexo D – Critérios de Codificação das Respostas de Recordação Livre

Tabela D1

Categorias, Definições e Exemplos Utilizados como Critérios de Codificação das Respostas

Categoria	Definições	Exemplo (gabarito entre parênteses)
Acerto	Resposta idêntica ao gabarito, com ou sem acentos e sinais gráficos	aviao (avião)
	Resposta similar ao gabarito, ainda que com erro de grafia de até um caractere	radiop/radip (rádio)
	Ausência de apenas uma letra para um gabarito, seja essa a letra final ou não	cchorro/cachorr (cachorro)
	Resposta similar ao gabarito, mas no plural	olhos (olho)
Resposta incompleta	Resposta incompleta, faltando mais de uma letra para ser idêntica a um gabarito	bo (boca)
	Resposta contém conjunto de caracteres que não caracteriza uma palavra	aenta (caneta)

(continuação)

Categoria	Definições	Exemplo (gabarito entre parênteses)
Erro de intrusão	Resposta é um sinônimo do gabarito	cão (cachorro)
intralista	Resposta pertence à mesma categoria semântica de um gabarito e faz parte da lista normatizada de Bordignon et al. (2015)	gato (cachorro)
Erro de intrusão extralista	Resposta sem qualquer relação óbvia com os possíveis gabaritos e não pertencente à lista normatizada de Bordignon et al. (2015)	lençol

Nota: Considera-se gabarito as palavras contidas na lista de estudo.

Anexo E – Estatísticas Descritivas da Recordação Livre no Teste Final

Tabela E1

Estatísticas Descritivas da Recordação Livre no Teste Final

	<i>Grupos Experimentais</i>			
	<i>PR/anódico</i>	<i>PR/sham</i>	<i>RS/anódico</i>	<i>RS/sham</i>
Número de palavras	21,66 (1,08)	21,41 (1,29)	17,80 (1,16)	16,33 (1,21)
Escore ARC	0,68 (0,03)	0,60 (0,04)	0,46 (0,06)	0,55 (0,05)
Erros	0,63 (0,16)	0,93 (0,23)	0,60 (0,17)	1,00 (0,23)

Nota. O desempenho em recordação livre está reportado como o número total de palavras recordadas, de um total de 40. Entre parênteses são reportados os erros padrão da média. *PR* = Prática de Recuperação; *RS* = Reestudo.