



**Universidade de Brasília**  
**Instituto de Psicologia**  
**Departamento de Processos Psicológicos Básicos**  
**Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento**

**Dissertação de Mestrado**

**Os Efeitos da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua e da  
Força Associativa Sobre a Metamemória**

**Gabriel Gauss de Moraes Moraes**

**Brasília, Brasil**

**Junho, 2024**

**Os Efeitos da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua e da  
Força Associativa Sobre a Metamemória**

**Gabriel Gauss de Moraes Moraes**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Goiara Mendonça de Castilho**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento do Departamento de Processos Psicológicos Básicos, Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências do Comportamento, na área de concentração: Cognição e Neurociências do Comportamento.

**Brasília, Brasil**

**Junho, 2024**

## **Banca Examinadora**

Profª. Drª. Goiara Mendonça de Castilho (Presidente)  
Departamento de Processos Psicológicos Básicos,  
Universidade de Brasília (UnB)  
Brasília, Brasil

Prof. Dr. Maxciel Zortea (Membro Externo)  
Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)  
Rio Grande do Sul, Brasil

Prof. Dr. Luciano Grüdtner Buratto (Membro Interno)  
Departamento de Processos Psicológicos Básicos,  
Universidade de Brasília (UnB)  
Brasília, Brasil

Profª. Drª. Wânia Cristina de Souza (Membro Suplente)  
Departamento de Processos Psicológicos Básicos,  
Universidade de Brasília (UnB)  
Brasília, Brasil

## **Agradecimentos**

Primeiramente, agradeço à minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Goiara Mendonça de Castilho por apoiar meu projeto inicial de pesquisa, me ajudando a modificá-lo e sofisticá-lo. Agradeço por sua inestimável ajuda em todo o percurso do meu mestrado e desenvolvimento acadêmico. Agradeço pela gentileza e pela atenção comigo, fico grato por ter sido seu orientando e nunca esquecerei disso.

Agradeço aos membros da banca, Prof. Dr. Maxciel Zortea, Prof. Dr. Luciano Buratto e Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Wânia Cristina por aceitarem e se disporem a avaliar minha dissertação e minha defesa.

Gostaria de agradecer aos participantes da pesquisa pelo seu tempo e disposição.

Agradeço também à Universidade de Brasília e aos seus funcionários pelo suporte durante o mestrado.

Agradeço à CAPES pelo suporte financeiro concedido.

Agradeço também à minha família, ao meu pai Claudio, à minha mãe Mônica e ao meu irmão Rafael, vocês são meus pilares, minha força e minha base. Muito obrigado por me amarem, por sempre me apoiarem na minha jornada e por estarem comigo em todos os momentos. Infelizmente, as palavras são limitadas demais para expressar com igual intensidade o amor que eu sinto por vocês. Eu os amo infinitamente, os saúdo e os honro, sempre!

Gostaria de agradecer às minhas amigas pelos apoios a mim, pelos ombros amigos nos momentos de alegria ou de tristeza e pelas boas experiências de vida, passadas em conjunto. Que eu nunca me esqueça de exercer a virtude da amizade.

Por fim, agradeço ao divino labirinto dos efeitos e das causas pelos percursos, escolhidos por mim ou não, que me trouxeram até aqui e que me fizeram ser o que sou.

## Índice

Agradecimentos.....	4
Lista de Tabelas.....	7
Lista de Figuras.....	8
Lista de Abreviações.....	9
Resumo.....	10
Abstract.....	11
Apresentação Geral do Trabalho.....	12
Fundamentação Teórica.....	16
Recursividade da Mente e Metacognição.....	16
Metacognição na Psicologia Experimental Cognitiva.....	21
Metacognição na Neurociência Cognitiva.....	24
Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua.....	26
Força de Associação Semântica.....	28
Objetivos da pesquisa.....	32
Hipóteses.....	32
Experimento:.....	34
Os efeitos da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua e da Força Associativa sobre a Metamemória.....	34
Método.....	35
Participantes.....	35
Delineamento.....	36
Instrumentos, Materiais e Equipamentos.....	36
Etapa Pré-Experimental.....	37
Formulário no Google Forms.....	37
Escala de Ansiedade de Beck – BAI.....	37
Escala de Depressão de Beck – BDI-II.....	38
Questionário Demográfico.....	39
Etapa Experimental.....	39
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE, Apêndice D).....	39
Tarefa 2-Back.....	40
Escala de Percepção de Sensação Física (Apêndice E).....	40
Tarefa de Julgamento de Aprendizagem (JOL).....	41
Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC).....	43
Procedimentos de Coleta.....	43
Procedimentos de Análise de Dados.....	50
Resultados.....	51
Tarefa 2-Back.....	51
Precisão Relativa (Gama).....	52
Recordação com Pista.....	54
Discussão.....	55

Considerações Finais.....	58
Referências.....	60
Apêndice A. Parecer CEP/CHS .....	82
Apêndice B. Formulário Google Forms (Convite).....	83
Apêndice C. Questionário Demográfico.....	84
Apêndice D. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).....	85
Apêndice E. Escala de Percepção de Sensação .....	85
Apêndice F. Lista de Pares de Palavras.....	87
Apêndice G. Instruções Gerais do Experimento e Instruções para a Tarefa 2-back.....	89
Apêndice H. Instruções para a Tarefa de Metamemória.....	90

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1.</b> Especificação dos critérios de inclusão e exclusão aplicados e número de participantes excluídos por critério .....	35
<b>Tabela 2.</b> Estatísticas descritivas dos gamas e dos escores de recordação com pista nas condições de força de associação semântica .....	53
<b>Tabela 3.</b> Valores de RTE para cada condição em relação às taxas de precisão relativa.....	56
<b>Tabela 4.</b> Valores de RTE para a interação entre Tipo de Estimulação e Força Associativa em relação às taxas de precisão relativa.....	57
<b>Tabela 5.</b> Valores de RTE para cada condição em relação aos escores de recordação com pista .....	58
<b>Tabela 6.</b> Valores de RTE para a interação entre Tipo de Estimulação e Força Associativa em relação aos escores de recordação com pista .....	58
<b>Tabela 7.</b> Pares de Palavras (Pista-Alvo) por Associações Semânticas Forte e Fraca utilizados nas Fases de Treino e Estudo (Apêndice F) .....	91

### Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Modelo Metacognitivo de Nelson e Narens (1990), com os Níveis e Funções de Monitoramento e Controle (Adaptado pelo autor) .....	19
<b>Figura 2.</b> Procedimentos Pré-Experimentais .....	43
<b>Figura 3.</b> Fluxograma do Procedimento Experimental .....	46
<b>Figura 4.</b> Posicionamento dos Eletrodos no Couro Cabeludo .....	48
<b>Figura 5.</b> Disposição de Telas da Tarefa de Metamemória com Paradigma JOL (Psychopy) .....	50
<b>Figura 6.</b> Gráfico boxplot de resultados dos gamas em relação às condições de ETCC e de Força de Associação Semântica (FA).....	54
<b>Figura 7.</b> Gráfico boxplot dos escores da etapa de memória com recordação com pista em relação às condições de ETCC e de Força de Associação Semântica (FA).....	55



### Lista de Abreviações

<b>ANOVA</b>	Análise de variância
<b>BAI</b>	Escala Beck de Ansiedade
<b>BDI-II</b>	Escala Beck de Depressão - II
<b>CAPES</b>	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
<b>CPFDL</b>	Córtex pré-frontal dorsolateral
<b>CEP/CHS</b>	Comitê de Ética e Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais
<b>DP</b>	Desvio Padrão
<b>ETCC</b>	Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua
<b>FA</b>	Força Associativa
<b>FOK</b>	<i>Feeling of Knowing</i>
<b>JOL</b>	<i>Judgment of Learning</i>
<b>mA</b>	Mili-ampére
<b>min</b>	Minutos
$\eta^2$	Eta quadrado
<b>RTE</b>	<i>Relative Treatment Effect</i>
<b>TCLE</b>	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
<b>TDCS</b>	<i>Transcranial Direct-Current Stimulation</i>
<b>VI</b>	Variável Independente

## Resumo

A capacidade de utilizar a cognição para avaliar e modificar a própria cognição, ou pensar sobre o pensar, é uma capacidade fundamental para que os seres humanos possam compreender melhor seus próprios atributos mentais, possibilidades e limites. Assim, a presente pesquisa visou avaliar o efeito da estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) e da força de associação semântica no monitoramento metamnemônico através da Tarefa de Julgamento de Aprendizagem (JOL). A ETCC consiste na estimulação elétrica do córtex cerebral, aumentando ou diminuindo a excitabilidade, capaz de gerar modulação em processos cognitivos, sobretudo na memória. Para verificar a influência da ETCC na metamemória, foi escolhida a região do córtex pré-frontal dorsolateral (CPFDL) para ser estimulada, dado que esta região está relacionada com a capacidade de monitoramento metamnemônico. Além da ETCC, buscou-se verificar se há influência da força de associação semântica (fraca ou forte) na metamemória. Assim sendo, participaram da presente pesquisa 40 participantes adultos saudáveis entre 18 a 35 anos, os quais foram submetidos à ETCC, anodal ou *sham*, enquanto realizavam uma tarefa de metamemória de cerca de 20 minutos com duas condições intra-sujeito (associação semântica fraca e associação semântica forte). Os resultados demonstram que não houve efeito da ETCC na metamemória, assim como não houve efeito de interação entre ETCC e força de associação semântica. Entretanto, foi demonstrado efeito na força de associação semântica na condição de associação semântica fraca, demonstrando que nessa condição os participantes apresentaram melhor acurácia metamnemônica. Posteriormente, foram analisados os efeitos da ETCC e da força de associação semântica na performance de recordação com pista dos JOLs, que demonstrou efeito da ETCC na recordação com pista no grupo anodal, assim como o efeito da força de associação semântica na condição de associação semântica forte. Os resultados sobre a ineficácia da ETCC no monitoramento metamnemônico corroboram alguns estudos anteriores, assim como o efeito demonstrado da ETCC e da força de associação semântica na performance de recordação com pista. Por fim, são sugeridas novas pesquisas para verificar a influência da ETCC e da força de associação semântica na metamemória.

*Palavras-chave:* metacognição, metamemória, ETCC, força de associação, recordação com pista.

### **Abstract**

The ability to use cognition to evaluate and modify one's own cognition, or to think about thinking, is a fundamental capacity for human beings to better understand their own mental attributes, possibilities and limits. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of transcranial direct current stimulation (tDCS) and semantic association strength on metamnemonic monitoring through the Judgment of Learning Task (JOL). The tDCS consists of electrical stimulation of the cerebral cortex, increasing or decreasing excitability, capable of modulating cognitive processes, especially memory. In order to verify the influence of tDCS on metamemory, the dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC) was chosen to be stimulated, since this region is related to metamemory monitoring capacity. In addition to tDCS, the aim was to see if the strength of the semantic association (weak or strong) influenced metamemory. Therefore, 40 healthy adults aged between 18 and 35 took part in this study and underwent tDCS, anodal or sham, while performing a metamemory task lasting around 20 minutes with two intrasubject conditions (weak semantic association and strong semantic association). The results show that there was no effect of tDCS on metamemory, nor was there an interaction effect between tDCS and semantic association strength. However, there was an effect on the strength of semantic association in the weak semantic association condition, showing that in this condition the participants had better metamnemonic accuracy. Subsequently, the effects of tDCS and the strength of semantic association on JOLs' cue recall performance were analyzed, which showed an effect of tDCS on cue recall in the anodal group, as well as the effect of the strength of semantic association in the strong semantic association condition. The results on the ineffectiveness of tDCS in metamnemonic monitoring corroborate previous studies, as does the demonstrated effect of tDCS and strength of semantic association on cue recall performance. Finally, further research is suggested to verify the influence of tDCS and semantic association strength on metamemory.

*Keywords:* metacognition, metamemory, tDCS, association strength, cued recall.

## **Apresentação Geral do Trabalho**

Pensar sobre o pensar, uma habilidade fundamental para os seres humanos, permite modificações e melhorias no próprio modo de pensar, concorrendo para a manutenção da saúde mental e um comportamento mais adaptativo (Conn et al., 2018; Martin & Lysaker, 2022; Seow et al., 2021). Denominada de “metacognição” pelas teorias cognitivas da psicologia, a capacidade de direcionar o pensamento para o próprio pensamento é vista como uma ação recursiva da cognição, ou seja, algo capaz de voltar a si mesma ou como algo que está para além do próprio pensamento (Corballis, 2014; Nelson & Narens, 1990).

Tal capacidade de refletir acerca dos próprios pensamentos e modificá-los foram de crucial importância desde as tradições filosóficas mais antigas, ocidentais e orientais, assim como para a psicologia moderna (Koriat, 2012). A relevância da metacognição, como apontam Norman et al. (2019), recai na compreensão de como se estruturam os pensamentos, seus mecanismos, potenciais de realização e no mapeamento de variáveis moduladoras dos processos metacognitivos, dentre as quais podem ser citadas a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) e aspectos semânticos que, potencialmente, tornam os estímulos mais ou menos memoráveis.

Isto posto, a presente pesquisa objetivou avaliar a influência da estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) e da força de associação semântica na metamemória utilizando o paradigma *Judgment of Learning* (JOL) que é uma das medidas clássicas da metamemória prospectiva (Fleming & Lau, 2014; Luna et al., 2018; Zortea et al., 2014) baseada na estimativa de confiança de um indivíduo evocar uma determinada informação. Nos últimos anos tem havido um crescente interesse sobre os efeitos da ETCC sobre a metamemória, especialmente no cenário internacional (Chua & Ahmed, 2016; Chua et al., 2017; Hubbard et al., 2021; Imperio & Chua, 2023; Tedla et al., 2023), enquanto que no Brasil os estudos ainda são incipientes acerca desta relação, muito embora haja um enorme

interesse no uso da ETCC como um tratamento coadjuvante em diferentes quadros, a exemplo da doença de Alzheimer (Nascimento et al., 2020), no tratamentos de acidentes vasculares cerebrais (e.g., Andrade & Oliveira, 2015), no tratamento do autismo (e.g., Fernandes et al., 2017), depressão (e.g., Camargo et al., 2023), dor crônica (e.g., Cury, 2022), dentre outros. Há também no cenário brasileiro um conjunto sólido de evidências empíricas acerca dos efeitos benéficos da ETCC sobre a memória, especialmente a de trabalho ou operacional (Boggio, 2007; Saldanha, 2020; Saldanha et al., 2020; Sousa et al., 2024), ou ainda o uso da técnica na perspectiva da prevenção e treinamento cognitivo (Coelho, 2019; Sousa et al., 2024), sendo ainda escassos os estudos sobre os efeitos da ETCC sobre a metamemória.

No que tange à relação entre força associativa e metamemória, há o reconhecimento há muito estabelecido entre a natureza das relações semânticas manipuladas na fase de codificação e o grau de sensibilidade nos julgamentos metamnemônicos, a exemplo do artigo seminal de Schwartz et al. (1997) que sumariza, à época, o estado da arte acerca das bases para os julgamentos de metamemória. Dentre as teorias elencadas por Schwartz et al. (1997), uma de grande aceitação nos dias atuais diz respeito à ocorrência de processos inferenciais baseados no uso de pistas tais como a acessibilidade à informação (Koriat, 1997; Zorzea et al., 2014) como pano de fundo para os julgamentos metamnemônicos. Janczura e Nelson (2006) propõem que a acessibilidade conceitual, e por extensão à informação, é influenciada pela força de associação. Ilustrando, haveria uma maior probabilidade de evocar a palavra alvo “lua” na presença da palavra pista “noite” do que a palavra alvo “festa”. Ambas as palavras alvos fazem parte conjunto de palavras associadas à pista “noite” (Janczura et al., 2016), entretanto ambas têm diferentes forças associativas, sendo a palavra “lua” mais fortemente associada. A força associativa é definida como a probabilidade de um item alvo ser evocado

na presença de um item pista (Nelson et al., 2004) ou ainda como uma medida de acessibilidade conceitual conforme teorizam Janczura e Nelson (2006).

A probabilidade de evocação do item pode nos ajudar a dimensionar o grau de dificuldade de itens associados na codificação, o que na visão de Akdoğan e colaboradores (2016) pode ser a “chave” para compreender os julgamentos metamemônicos em diferentes condições de aprendizagem. No estudo de Akdoğan et al., (2016), a força associativa foi manipulada em dois níveis (forte x fraco) em um experimento, e associação (presente x ausente) foi manipulada em outro experimento e os resultados mostraram diferenças significativas nos JOLs tardios (i.e., realizados após a apresentação de todos os materiais estudados) quando comparadas as condições de forte *versus* fraca associação (Experimento 1) ou fraca associação *versus* sem associação (Experimento 2). Tais resultados sugerem que as pistas linguísticas, a exemplo da acessibilidade à informação operacionalizada pela força associativa ou pela natureza da associação entre pista e alvo, podem ser bons fatores preditores confiáveis para os JOLs. Contudo, são raros, e por vezes contraditórios, os resultados a respeito dos efeitos da ETCC (Carbajal et al., 2019; Chua & Ahmed, 2016; Chua et al., 2016; Gaynor & Chua, 2019; Imperio, 2023; Imperio & Chua, 2023; Li, 2024) e/ou da força associativa sobre a metamemória (Benjamin & Bjork, 1996), sendo mais escassos os estudos que avaliam os efeitos combinados destas duas variáveis sobre os processos metamemônicos, fatores estes que justificam a proposta do presente estudo.

Assim, as hipóteses de efeitos principais no presente trabalho se assentam nas expectativa de que: 1) a estimulação transcraniana anódica promoverá um melhor desempenho na tarefa de metamemória; e 2) uma maior força associativa contribuirá para um melhor desempenho na tarefa de metamemória.

A estrutura do presente trabalho é composta de fundamentação teórica, objetivos e hipóteses, uma seção de método, seguindo-se os resultados, discussão e conclusão. A parte final do trabalho inclui a lista de referências e os Apêndices.

## Fundamentação Teórica

### Recursividade da Mente e Metacognição

Para discorrer acerca da relação da recursividade com a metacognição, é preciso definir o conceito de recursão. De acordo com Corballis (2014), recursão é o termo dado para o processo no qual o resultado (*output*) de um evento torna-se o início (*input*) de outro com características estruturais semelhantes perfazendo uma sequência circular (*loop*). Esse *loop* pode envolver somente informações repetidas como, por exemplo, dispor de dois espelhos de modo que um reflita o outro indefinidamente, ou com acréscimo de informações novas como o código genético no processo de reprodução biológica, onde grande parte das informações do código são repetidas, mas com acréscimo de novas informações a cada reprodução.

Embora a recursividade tenha uma descrição formal, ela é uma propriedade presente em diversos fenômenos formais (matemáticos, lógicos e sintáticos) como também em fenômenos naturais (reprodução biológica, linguagem, cognição, etc.) (Corballis, 2014; Hui, 2019). De interesse especial para este trabalho está a relação da recursividade com a cognição, ou seja, a metacognição.

A recursividade na mente, a despeito de sua natureza mental, é expressa pela linguagem (Corballis, 2014). Contudo, Pinker e Jackendorff (2005) pontuam que o inverso não é verdadeiro, dado que a recursividade, enquanto recurso cognitivo, não é originada da linguagem, mas sim da própria cognição. Por outro lado, a única razão pela qual a linguagem pode ser recursiva é em virtude da necessidade funcional de pensamentos recursivos serem expressos. Destarte, é importante compreender o que pode ser denominado de “cognição recursiva”, um conceito central para a metacognição.

De acordo com a definição de Perner (2012), cognição recursiva é a característica que define o processo metacognitivo por excelência, ou seja, um aparelho cognitivo que é capaz



de usar a própria cognição como objeto para monitoramento, avaliação e alteração, uma função cognitiva elevada que volta a si mesma em um *loop*.

Perner (2012) discute como aparentemente somente os seres humanos com certo nível de desenvolvimento cognitivo são capazes de exercer cognição recursiva e, por conseguinte, metacognição do tipo mais complexo. O autor faz uma distinção entre dois tipos de metacognição: a metacognição cujo prefixo “meta” diz respeito ao significado de “além de” e a metacognição cujo prefixo “meta” refere-se ao significado de recursividade. Ainda de acordo com Perner (2012), o primeiro tipo de metacognição é mais simples e contempla duas capacidades, sendo que a primeira implica em pensar sobre o conteúdo de uma cognição, mas não sobre a capacidade de cognição em si, a exemplo de pensar em um evento futuro no qual ocorre manipulação representacional de cenários possíveis dentro de uma representação cognitiva inicial. De forma distinta, a segunda capacidade — ainda do primeiro tipo de metacognição — implica na própria capacidade cognitiva apartada do seu conteúdo, a exemplo do “pensar abstratamente sobre a capacidade de pensar”. Em resumo, este primeiro tipo de metacognição foca ou na cognição sobre o conteúdo (representação) da cognição ou na cognição acerca da própria capacidade cognitiva. Já o segundo tipo de metacognição, associado à recursividade, combina ambas as capacidades do primeiro tipo dado que implica tanto no uso do conteúdo quanto da própria capacidade cognitiva, de modo a promover a avaliação e modificação da cognição (Perner, 2012).

Dentre os exemplos de recursividade na cognição, podem ser considerados a teoria da mente - pensar sobre pensamento de outras pessoas e assim alterar seu pensamento e comportamento (Schneider, 2008), a viagem no tempo mental (onde além do conteúdo, a própria capacidade de pensamento sobre o tempo é avaliada e modificada), a capacidade de aprendizado (quando há monitoramento, avaliação e modificação das estratégias do próprio aprendizado) e a autoconsciência (Corballis, 2014; Fleming, 2021; Perner, 2012).

Muito embora se reconheçam os vários exemplos citados acima, a definição inicial de metacognição era um tanto mais restrita. Assim, em sua acepção original desenvolvida por Flavell (1979), a metacognição envolve tão somente o conhecimento e cognição acerca da própria cognição, ou seja, a utilização de recursos cognitivos sobre os próprios processos cognitivos. Algumas décadas depois, o conceito recebeu uma definição mais elaborada, se referindo então ao tipo de processo envolvido e ao autoconhecimento ganho em pensar sobre o próprio pensamento dadas as atividades de monitoramento e controle da própria cognição (Proust, 2013).

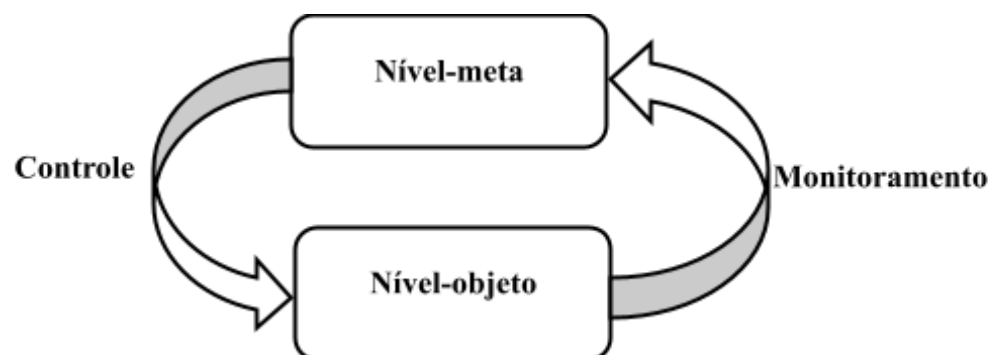
Uma definição mais hodierna é apresentada por Fleming (2024), a qual postula que metacognição é uma classe de mecanismos que permite aos indivíduos formarem crenças acerca de operações mentais. As crenças referem-se aos aspectos de monitoramento metacognitivo que podem ser utilizados para a autorregulação cognitiva, isto é, aspectos de controle metacognitivo que podem vir a ser utilizados para uma posterior avaliação metacognitiva de outras pessoas, ou seja, metacognição na esfera social. Assim, de acordo com Fleming (2024), há uma ampliação do conceito de metacognição, o qual não se restringiria apenas à esfera individual, mas também abarcaria uma esfera social.

A despeito da ampliação do conceito, há formulações clássicas que merecem destaque. Por exemplo, o modelo metacognitivo clássico proposto por Nelson e Narens (1990) postula que a atividade metacognitiva é um dos níveis do processo cognitivo, processamento este que também abarca dois níveis a saber: o nível-objeto e o nível-meta. O nível-objeto refere-se a todos os processos comumente compreendidos na psicologia cognitiva, tais como processos perceptuais, processos de memória, processos linguísticos, etc. Enquanto que o nível-meta é a atividade metacognitiva que avalia e modula os processos cognitivos, através de duas funções principais, monitoramento e controle.

A função de monitoramento é a atividade cognitiva de monitorar o estado de quaisquer atividades cognitivas com as quais o indivíduo está envolvido em determinado momento. Ilustrando, o julgamento de confiança acerca da própria cognição, ou seja, no quanto um indivíduo confia nos próprios processos cognitivos, é um exemplo de monitoramento metacognitivo (Nelson & Narens, 1990). Já a função de controle envolve alguma manipulação de conteúdo ou de estratégia da própria cognição. Por exemplo, a gestão de tempo para estudos, na qual uma pessoa, a partir do monitoramento de seus estudos, desenvolve uma estratégia para gerenciar o tempo de estudos (Nelson & Narens, 1990). Ambas funções estão envolvidas em uma miríade de processos psicológicos, tais como a introspecção e processos autorregulatórios (Efklides, 2008). Na Figura 1 a seguir, está disposto o processo metacognitivo envolvendo os níveis objeto e meta, assim como as duas funções discutidas.

### **Figura 1**

*Modelo Metacognitivo de Nelson e Narens (1990), com os Níveis e Funções de Monitoramento e Controle (Adaptado pelo autor)*



Conforme ilustrado na Figura 1, os processos de monitoramento permitem ao indivíduo avaliar seus pensamentos no nível-meta e, a partir daí, controlar os regular suas cognições sobre o objeto da cognição, evidenciando uma interação entre os processos de monitoramento e controle para fins adaptativos. Assim, como ressalta Fleming (2024), a

acurácia metacognitiva — isto é, o quanto os julgamentos autoavaliativos referem-se com precisão à performance cognitiva ou física de um indivíduo — é fundamental para o comportamento adaptativo em uma série de contextos. Outrossim, a disfunção metacognitiva, isto é, o julgamento metacognitivo enviesado, é uma característica prevalente no comportamento mal adaptativo em esferas educacionais, clínicas e sociais, sendo inclusive característica de uma série de transtornos mentais (Hoven et al., 2019), da sustentação de pensamentos extremistas radicais (Rollwage et al., 2018) e da maior probabilidade de uma pessoa ser influenciada por fake news (Bronstein et al., 2021; Gaillard et al., 2021) .

Consequentemente, para evitar disfunções metacognitivas e, portanto, conseguir realizar julgamentos acerca de seus próprios processos cognitivos de maneira eficaz e em consonância com a performance objetiva, é necessário o correto uso do monitoramento e controle metacognitivo. Entretanto, para que isso ocorra, o indivíduo deve averiguar a variação entre o julgamento metacognitivo e a performance objetiva, o que é denominado de sensibilidade metacognitiva e, caso haja discrepância, realizar uma calibragem (Fleming, 2024). Assim sendo, uma alta sensibilidade metacognitiva (metacognição calibrada) diz respeito à realização de julgamentos metacognitivos que estejam de acordo com os resultados das performances, assim como a discrepância refere-se à baixa sensibilidade metacognitiva (Fleming, 2024).

Dada a relevância do conceito de metacognição, é importante apontar a evolução do constructo desde a obra seminal de Flavell (1979) e a ampliação de seu uso em diversas áreas. No campo da psicologia, por exemplo, tem-se buscado compreender o fenômeno da metacognição em sua extensão e profundidade, além da metacognição como estratégia em contextos de pesquisa básica e aplicada nas áreas de Psicologia do Desenvolvimento, Psicologia Clínica, Psicologia Educacional, Psicologia Animal, Psicologia Experimental Cognitiva, Neurociência Cognitiva, Psicologia da Personalidade e Psicologia Social (Norman

et al., 2019). Para fins do presente estudo, serão discutidos aspectos relativos às áreas de Psicologia Experimental Cognitiva e Neurociência Cognitiva no estudo da metacognição.

### ***Metacognição na Psicologia Experimental Cognitiva***

Na pesquisa em Psicologia Experimental Cognitiva sobre metacognição, Koriat (2007) destaca algumas questões que têm orientado pesquisas na área: como se configuram, na esfera cognitiva, os julgamentos metacognitivos durante a fase de monitoramento? Qual a validade desses julgamentos e quais fatores os influenciam? Como o controle metacognitivo é influenciado pelo resultado (*output*) informacional do monitoramento? Como as performances cognitivas e comportamentais são influenciadas pelas fases metacognitivas de monitoramento e controle?

Koriat (2007) aponta ainda uma distinção importante: a diferença entre metacognição baseada na informação e metacognição baseada na experiência. A primeira refere-se ao julgamento metacognitivo derivado de sentimentos oriundos das crenças conscientes, conhecimentos e memórias explícitas de um indivíduo. A segunda envolve processos não conscientes influenciando o julgamento metacognitivo, tais como a familiaridade em um domínio de uma tarefa ou o tempo de reação para que uma resposta seja evocada, assim como a influência de outras memórias implícitas.

Posta esta distinção, a metacognição na função de monitoramento é costumeiramente mensurada por meio de tarefas de autorrelato de confiança (julgamentos) das próprias capacidades de performances cognitivas e comparadas com os resultados objetivos das tarefas. Enquanto que a metacognição, na função de controle, é avaliada por meio de alocação de tempo e por meio de estratégias de estudo (Fleming, 2024; Nelson & Narens, 1990; Norman et al., 2019).

Ressalta-se que, na esfera de estudos acerca da metacognição, há uma separação histórica entre as pesquisas de metacognição. Por um lado, há os estudos envolvidos com memória, denominada de metamemória ou metamnemônicas, e por outro lado, há as pesquisas de metacognição no campo da percepção visual, também denominada de metapercepção (Fleming, 2024). Entretanto, como a presente pesquisa faz uso do constructo de metamemória, o enfoque será em seus paradigmas teóricos e metodológicos.

Dado que o monitoramento cognitivo e autoconhecimento da memória são os exemplos mais subjetivamente vívidos da metacognição (Fleming & Frith, 2014), o conceito de metamemória se faz presente, sendo fulcral para o escopo da presente pesquisa. A metamemória pode ser definida como um componente da metacognição, portanto, sendo caracterizada por processos de monitoramento e controle cognitivos, porém, voltados à coleta de informações, autoconhecimento dos processos da própria memória, incluindo a codificação, o nível de conhecimento, a evocação da informação e o resultado de performance (Nelson & Narens, 1990).

Como o presente estudo tratará de uma das estratégias de avaliação da metacognição/metamemória em sua função de monitoramento, serão expostos adiante dois dos principais paradigmas de avaliação e mensuração do monitoramento metamnemônico, quais sejam a sensação de saber (*Feeling-of-Knowing* ou FOK) e o julgamento de aprendizagem (*Judgments of Learning* ou JOL) (Leonesio & Nelson, 1990; Nelson & Narens, 1990).

O paradigma FOK (Hart, 1965; Koriat & Levy-Sadot, 2001) envolve a realização de um julgamento acerca de informações que não foram evocadas em um dado teste, de modo que o indivíduo deve inicialmente relatar o quanto “sente que sabe” sobre elas, a despeito de não conseguir recuperá-las no momento. Em uma tarefa, posteriormente ao julgamento da “sensação de saber”, o indivíduo deve responder, dentre informações distratoras, qual a informação correta, realizando desse modo um reconhecimento. Por exemplo, em uma dada

tarefa envolvendo pares de palavras na Fase de Estudo, o participante deverá se lembrar, na Fase de Teste, de uma das palavras pareadas no estudo, mas falha em fazê-lo. Neste caso, ele deve realizar um julgamento de confiança sobre a probabilidade de “sentir que sabe” que irá conseguir recuperar a informação posteriormente. Por fim, o participante deve realizar uma etapa de reconhecimento contendo a palavra a ser evocada junto a outras palavras distratoras. Um fenômeno muito tipicamente associado ao FOK é o fenômeno da ponta da língua, onde a despeito da falha em explicitar uma memória, as pessoas ainda são capazes de estimar a probabilidade de se lembrarem da informação em um teste posterior de reconhecimento (Fleming & Dolan, 2012).

Outro importante paradigma para o estudo metamnemônico, em especial para a presente pesquisa, é o JOL, um paradigma inicialmente desenvolvido por Arbuckle e Cuddy (1969). Nele, o participante se depara com um item — o qual pode ser uma palavra, uma imagem, um estímulo sonoro, etc — que deve ser codificado e armazenado na memória. Posteriormente, o participante deve realizar um julgamento do quão provável é se lembrar do item apresentado previamente. Vale ressaltar que há dois modos de julgamento de aprendizagem: um deles pode ocorrer imediatamente à apresentação do item (JOLs imediatos) e, o outro, tardiamente (JOLs tardios), isto é, depois da apresentação de todos os itens (Nelson & Narens, 1990; Schwartz, 1994), sendo observado empiricamente que os últimos tendem a apresentar taxas de maior acurácia metacognitiva quando comparado aos JOLs imediatos (Dunlosky & Nelson, 1992; Kelemen & Weaver III, 1997; Rhodes & Tauber, 2011; Tauber et al., 2015). Entre as razões para tais resultados, Rhodes e Tauber (2011) consideram a existência de um possível processamento mais extenso e potencialmente otimizado pela integração de pistas múltiplas. Ainda em tempo, e diferentemente do FOK, o JOL é realizado antes da tentativa de evocação por parte do participante e não envolve uma etapa de reconhecimento.

Em ambos os paradigmas apresentados, o resultado é uma taxa que demonstra a relação entre o julgamento metamnemônico e a performance cognitiva objetiva (Nelson & Narens, 1990). Quando há diferenças significativas entre o julgamento e a performance objetiva, é refletido um prejuízo na calibragem metacognitiva, assim apresentando viés metacognitivo (Fleming & Lau, 2014; Pieschl, 2009). De outro modo, a correspondência/consonância entre uma maior confiança metacognitiva e uma melhor performance ou uma menor confiança metacognitiva e um pior desempenho na tarefa indicariam uma alta sensibilidade cognitiva, apontando para uma calibragem mais eficiente da metacognição.(Fleming, 2024; Fleming & Lau, 2014).

A seguir, será exposto um panorama acerca das discussões e pesquisas relativas à metacognição/ metamemória no campo da neurociência cognitiva, considerando a importância dos estudos das bases neurais da metacognição de interesse para a presente pesquisa.

### ***Metacognição na Neurociência Cognitiva***

Um norte para a pesquisa neurocientífica da metacognição abrange a identificação e mapeamento das regiões cerebrais correlacionadas aos processos metacognitivos de monitoramento e controle, assim como a identificação de algum mecanismo neural específico responsável pela calibragem metacognitiva (Norman et al., 2019).

Achados importantes na área demonstram que as funções, tanto de monitoramento quanto de controle metacognitivo, sobretudo relacionadas à memória, ativam regiões cerebrais semelhantes às funções executivas, tais como a memória de trabalho, ativando regiões do lobo frontal (Fleming & Dolan, 2012; Roebers, 2017). Ademais, diferentes regiões cerebrais são ativadas a depender da modalidade cognitiva engajada na metacognição, seja metacognição mnemônica, seja metacognição perceptual visual (Rouault et al., 2018).



A metacognição mnemônica (metamemória) costuma ativar regiões como córtex pré-frontal anterior medial (Baird et al., 2013; Saccenti et al., 2024) e o pré-cúneo (Ye et al., 2018), como também o córtices pré-frontal dorsolateral, orbitofrontal, pré-frontal rostrolateral e o estriado ventral, áreas importantes para os julgamentos metamnemônicos de monitoramento, tais como JOLs e FOKs (Chua et al., 2014; Fleming et al., 2012; Kwok et al., 2019; Miyamoto et al., 2017; Saccenti et al., 2024; Vaccaro & Fleming, 2018).

Outros achados importantes demonstram que a ínsula anterior está correlacionada com a memória prospectiva e correlacionada com a metaconsciência das emoções, ou seja, a monitoração e controle do nível 'meta' em relação às emoções (McCaig et al., 2011). O córtex cingulado anterior dorsal parece estar atrelado à confiança metacognitiva não consciente, enquanto o córtex cingulado posterior parece estar correlacionado à confiança metacognitiva consciente (Charles et al., 2013). No estudo de Zheng et al.(2021) foi verificada, durante atividades metacognitivas, tanto mnemônicas quanto perceptuais, forte conectividade entre o córtex pré-frontal e outras regiões dos lobos parietal e occipital, no que é chamado de fascículo longitudinal superior, sugerindo um padrão de forte atividade global neural subjacente à metacognição.

No que tange ao papel dos neurotransmissores, tanto a dopamina quanto a noradrenalina estão relacionados à atividade metacognitiva, em especial o incremento na performance metacognitiva com o bloqueio da noradrenalina (Hauser et al., 2017; Lak et al., 2017). Por outro lado, a prevalência de disfunções metacognitivas, ou seja, baixa acurácia metacognitiva, pode ser observada em diferentes quadros associados a déficits neurológicos como lesões no córtex pré-frontal e mal de Alzheimer (Janowsky et al., 1989) ou a transtornos mentais como esquizofrenia (Lysaker et al., 2011), transtornos de personalidade (Dimaggio & Lysaker, 2015), depressão maior (Capobianco et al., 2020; Coelho et al., 2023; Halvorsen et al., 2015; Huber et al., 2022), transtornos de ansiedade (Capobianco et al., 2020;

Nordahl et al., 2022; Silaj et al., 2021; Spada et al. 2006), transtorno de anorexia nervosa (McDermott & Rushford, 2011), etc.

### **Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua**

A estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC), ou no original *Transcranial Direct-Current Stimulation* (tDCS), variável independente no escopo do presente estudo, é uma tecnologia voltada para a neuromodulação não invasiva. O procedimento consiste em colocar eletrodos no escalpo cabeludo, a serem posicionados em função de objetivos específicos do pesquisador, de tal forma a promover excitabilidade cortical e comportamental através de corrente contínua de baixa intensidade (0,5 a 2.0 mA) entre 20 a 40 minutos (Brunoni et al., 2012). Tal procedimento — relativamente barato e fácil de usar, eficiente e pouco invasivo — tem aplicações diversas em uma série de cenários clínicos e experimentais envolvidos na cognição, no comportamento motor e nos transtornos de humor (Rosa & Lisanby, 2012; Stagg & Nitsche, 2011; Vitor-Costa et al., 2012). Considerando os potenciais riscos, a técnica é relativamente segura ou de baixo risco, já que produz efeitos brandos e transitórios (Brunoni et al., 2012), sendo mais comumente observadas as sensações de “picada”, “coceira”, “fadiga” e/ou “cefaleia”, passíveis ainda de habituação (Poreisz et al., 2007).

A ETCC funciona por meio de três modos de estimulação, sendo eles os modos anódico, catódico e *sham* (Woods et al, 2016). O modo anódico diz respeito ao aumento da excitabilidade cortical na região alvo, com o objetivo de aumentar a atividade neuronal daquela região. Já o modo catódico é o inverso, diminuindo-se a excitabilidade cortical da região, de modo a engendrar menor atividade neuronal. Por fim, o modo *sham* é o modo sem qualquer tipo de alteração cortical, ou seja, é um modo geralmente utilizado em pesquisas como condição controle.

Com relação às pesquisas que avaliaram a metamemória envolvendo ETCC no córtex pré-frontal dorsolateral (CPFDL) e outros métodos de estimulação transcraniana, foi demonstrado um aumento na acurácia metamnemônica, em geral utilizando ETCC de alta definição e o paradigma FOK de metamemória (Carbajal et al., 2019; Chua & Ahmed, 2016; Chua et al., 2016; Imperio & Chua, 2023). Entretanto, outras pesquisas não evidenciaram diferenças significativas nas performances de memória e acurácia metamnemônica utilizando o paradigma FOK (Imperio, 2023; Imperio & Chua, 2023; Li, 2024). Ressalta-se que apenas três pesquisas foram encontradas avaliando a influência da ETCC na acurácia metamnemônica utilizando o paradigma JOL, demonstrando resultados mistos em relação à acurácia metamnemônica em diferentes regiões do cérebro (Gaynor, 2018; Gaynor & Chua, 2017, 2019), havendo a necessidade de novos estudos que relacionem ETCC e JOL.

Na mesma esteira, na literatura há outras pesquisas que buscaram encontrar relações envolvendo o uso da ETCC e transtornos mentais tais como a depressão (Woodham et al., 2021), ansiedade (Stein et al., 2020) e esquizofrenia (Adam et al., 2022), comportamento pró-social (Wang et al., 2021), percepção de dor (Saldanha et al., 2020) assim como outros aspectos da performance cognitiva, sendo que a ETCC apresentou influência na cognição em alguns casos (Cavendish, 2021; Chou et al., 2020; Figeys et al., 2021; Hill et al., 2016; Serrano et al., 2022) e não em outros (Dedoncker et al., 2016; Ellis et al., 2020; Horvath et al., 2015; Müller et al., 2022; Rose et al., 2020). Ademais, há estudos que verificaram que o uso da ETCC, conjuntamente com uma tarefa cognitiva, a exemplo das tarefas *N-Back*, podem incrementar potenciais resultados com a estimulação da ETCC (Gill et al., 2015; Martin et al., 2014). Contudo, em virtude da ainda pouca quantidade de pesquisas que verificam a influência da ETCC na performance cognitiva e em especial a metacognitiva, há o apelo para que novas pesquisas sejam feitas nesta direção (Chase et al., 2020; Fleming, 2024).

## Força de Associação Semântica

A proposta da presente pesquisa também visa verificar a influência da força de associação semântica — ou força associativa [FA] — na metamemória. Na literatura, há uma gama de características relacionadas a como as pessoas codificam, armazenam e evocam palavras na memória de longo prazo, tendo em vista como redes associativas são desenvolvidas e quais características as modulam, aspectos geralmente contextualizados na tradição de modelos associacionistas de memória, como o PIER (*Processing Implicit and Explicit Representations*, Nelson et al., 1992; Nelson et al., 1998), o SAM (*Search of Associative Memory*, Raaijmakers & Shiffrin, 1981), o SALT (*Schema-Associative Long Term Memory*, Botelho & Coelho, 1995) dentre outros. Em comum, tais modelos estão assentados no conceito de ideias associadas, capturadas muito frequentemente por normas de associação livre (Clark, 1970; Deese, 1959, 1962). O interesse em associação livre é antigo, remontando a Galton (1879) e Cattell (1887), sendo ainda objeto de discussão em trabalhos de Aristóteles (Buckingham & Finger, 1997), além de ser um conceito central no campo da psicanálise como técnica para acessar conteúdos inconscientes (Monção & Honda, 2019).

No contexto da coleta de normas de associação livre, procedimento muito utilizado no campo da psicologia cognitiva experimental, é solicitado aos participantes que declarem uma ou mais palavras que venham à mente em resposta a uma palavra-pista (Nelson et al., 2004). Exemplos de associações livres incluem a produção da palavra “gato” em resposta à pista “cachorro”, ou então a palavra “moto” em resposta à pista “carro”. Entende-se, desde os estudos de Collins e Loftus (1975) e de Anderson (1983), que quando várias palavras são produzidas em resposta a uma palavra-pista, uma estrutura em rede com palavras semanticamente interconectadas pode ser ativada na memória de longo prazo. Inclusive, um dos procedimentos experimentais mais utilizados para produzir falsas memórias, o Paradigma DRM, está ancorado no princípio de ativação (*priming*) de uma palavra crítica a partir de suas

associadas em rede (Oliveira & Albuquerque, 2015; Roediger & McDermott, 1995). O paradigma DRM, um acrônimo de seus desenvolvedores Deese, Roediger e McDermott (Deese, 1959; Roediger & McDermott, 1995), é um protocolo onde há o uso de listas de associadas semânticas, normatizadas por associação livre, que são encabeçadas por uma palavra crítica e cujo conjunto de associadas é organizado em ordem decrescente de força associativa. Na fase de estudo, as listas são apresentadas, uma por uma e palavra por palavra, sem contudo exibir a palavra crítica que originou a lista. Em sequência, um teste de reconhecimento é conduzido e a palavra crítica é então introduzida na lista. Os resultados, sempre robustos, mostram que há uma significativa produção de falsas memórias (i.e., o falso reconhecimento positivo [falso alarme] para a palavra crítica) (Blair et al., 2002; Stein & Pergher, 2001).

O modelo PIER, proposto por Nelson et al. (1992, 1998) pode fornecer um arcabouço interessante para explicar tais efeitos decorrentes da FA. De acordo com o modelo, os conceitos com os quais temos experiência estão associados em uma rede semântica e as relações entre tais conceitos são capturadas por coleta de normas de associação livre. Como resultado, há a produção de listas de associadas onde é possível identificar uma resposta mais provável (i.e., mais frequente) para uma palavra pista em meio a outras respostas geradas com menor frequência. De acordo com Nelson e Schreiber (1992) e Janczura et al. (2016), a probabilidade de uma resposta é o que define a força associativa (FA), onde quanto mais provável (frequente) for uma resposta alvo a uma palavra pista, mais forte será a associação semântica (Nelson & Goodmon, 2003). No contexto do PIER, a força associativa e outros indexadores como o tamanho do conjunto de associadas (*set size*), a conectividade da rede, definida pelo número total de conexões e interconexões dentro de uma rede de associadas, e a ressonância (conexões bidirecionais) são considerados parâmetros estimadores para o cálculo da probabilidade de um item ser evocado (McEvoy et al., 1999; Nelson et al., 1992, 1998),

dado que definiriam o alcance, direção, quantidade e força da ativação. Em termos práticos, no que concerne à força associativa, isto significa que uma palavra mais fortemente associada é também mais fortemente ativada uma vez que é uma resposta mais provável, lembrando ainda que uma certa quantidade de ativação se espalha pela extensão da rede de associadas, embora com menos força.

Esta força pode ter diferentes direcionalidades entre uma palavra-pista e uma palavra-alvo. Como exposto por Nelson et al (1992) e Nelson et al. (1998), uma força associativa pode ser direta (Força de Associação Direta [*forward*]), isto é, quando uma palavra *A* evoca a palavra *B*; pode ser reversa (Força de Associação Reversa [*backward*]), que ocorre quando a palavra *B* produz a palavra *A*; pode ser bidirecional (Ressonância), que ocorre quando a palavra *A* produz a palavra *B* e *B* evoca *A*; e pode ser indireta, quando a associação entre a palavra *A* e *C* tem mediação pela palavra *B*. Adicionalmente, no caso das relações bidirecionais, é importante apontar que raramente as forças aferidas entre as relações ressonantes têm o mesmo valor (Nelson et al., 1998; Janczura et al., 2016).

Mas talvez o aspecto mais importante do padrão de ativação de uma rede semântica a partir de uma palavra pista qualquer, é a ocorrência de processamento tanto implícito quanto explícito (McEvoy et al., 1999; Nelson et al, 1992; Nelson et al., 1998), ou seja, não seríamos plenamente conscientes do que está sendo ativado (a exemplo do que ocorre no paradigma DRM) dados os processos implícitos subjacentes. Mas, em tarefas de metamemória, a percepção de uma FA diferencial não seria exatamente o fator balizador para as heurísticas e processos inferenciais subjacentes aos JOLs? Considerando que a força associativa imprime diferenças à ativação do alvo, poder-se-ia assumir que uma maior força associativa facilitaria os julgamentos de metamemória dada a existência de uma maior sensibilidade a esta relação, concorrendo para avaliações da tarefa como “fácil” e, portanto, mais provavelmente evocada. Por outro lado, taxas mais baixas nos JOLs ou um menor

calibragem entre os JOLS e a performance real refletiria um monitoramento menos extenso ou mais pobre das relação semântica, tanto em função de uma fraca força associativa quanto pela ocorrência de processamento implícito (não consciente), ou por vezes difuso e efetivamente menos intenso.

Diversos achados empíricos têm apontado a relação entre força associativa e metamemória, com resultados promissores. Por exemplo, julgamentos metacognitivos de sensação de saber (FOK) são afetados pela força de associação (Nelson et al., 1984; Thomas et al., 2012), assim como julgamentos de aprendizagem (JOL) (Hughes & Thomas, 2022). De modo que, quanto maior a força associativa semântica entre pares de palavras e outros estímulos utilizados nos paradigmas metamnemônicos, maior a probabilidade de evocação das palavras-alvo e estímulos-alvo em comparação aos pares com menor força associativa, contribuindo assim para o aumento das taxas de acurácia metamnemônica.

Contudo há uma grande lacuna na área acerca da investigação dos efeitos combinados da ETCC e força associativa, sendo particularmente interessantes as possibilidades de interação. Isto porque a ETCC parece produzir um efeito similar à potenciação de longo prazo (Fritsch et al., 2010) que pode perdurar por até cerca de uma hora após o cessamento da estimulação anódica (Nitsche & Paulus, 2001). Considerando a potenciação de longo prazo, é razoável assumir que a estimulação anódica poderia concorrer para uma maior duração também da ativação implícita (e também explícita!) entre palavras associadas, aumentando, potencialmente, as chances de ocorrência dos processos de monitoramento e controle conforme ilustrado na Figura 1. Por outro lado, na condição sham, uma força associativa fraca teria um efeito menos intenso, especialmente sobre o desempenho real na tarefa de memória. Por outro lado, se o participante perceber a tarefa como “mais difícil”, considerando o processamento no nível-objeto, pode haver maior consonância entre o JOL e

a performance real observada na condição de FA fraca e estimulação sham. Estas hipóteses são melhor delineadas em seção específica adiante.

### **Objetivos da pesquisa**

Os objetivos da presente pesquisa foram:

- a) Investigar a influência da estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) na taxa de precisão metamnemônica;
- b) Avaliar os efeitos da força de associação (FA) sobre os JOLs;
- c) Investigar efeitos de interação entre ETCC e a força de associação entre palavras.
- d) Avaliar a acurácia da metamemória a partir da comparação entre os JOLs e a performance da memória de recordação com pista.

Para atingir os objetivos acima delineados, foi realizado um estudo no qual se investigou o efeito da ETCC e da força de associação semântica entre palavras sobre o monitoramento metamnemônico utilizando o paradigma JOL.

### **Hipóteses**

A partir do delineamento proposto (vide seção de Método), três hipóteses são testadas no presente estudo, sendo duas de efeitos principais e uma de interação de 1º Grau:

- a) Efeito Principal do Tipo de Estimulação: é esperada uma melhor performance na tarefa de metamemória, com paradigma JOL, quando aplicada uma estimulação anódica (modo anodal) em oposição à ausência de estimulação (modo *sham*). Uma melhor performance implica em uma melhor taxa de precisão metamnemônica (ou acurácia metamnemônica), calculadas por correlação gama de Goodman-Kruskal (Goodman & Kruskal, 1954; Nelson, 1984). Tal resultado é esperado tendo em vista que a estimulação estimula a excitabilidade cortical na região de interesse, neste caso, na região do córtex



pré-frontal dorsolateral (CPF DL), responsável por parte da atividade metacognitiva de monitoramento (Saccenti et al., 2024), assim como por funções executivas tais como a memória de trabalho (Roebers, 2017);

b) Efeito Principal da Força Associativa: espera-se que palavras mais fortemente associadas semanticamente concorram para um melhor desempenho de acurácia metamnemônica dada a existência de maior otimização da ativação, tanto implícita quanto explícita, da palavra alvo pela sua associada semântica (Akdoğan et al., 2016; Castilho & Janczura, 2012; Nelson & Goodmon, 2003; Nelson et al., 1998; Rivers et al., 2021). Há um vasto e sólido conjunto na literatura evidenciando os efeitos, tanto da ativação implícita quanto explícita, sobre os processos de memória, a exemplo dos achados empíricos de Nelson e colaboradores (1998, 2013) onde a força associativa é um poderoso preditor da evocação de um item associado em um teste de memória explícita a exemplo dos testes de recordação com pistas.

c) Efeito de interação de 1º Grau entre Estimulação Transcraniana e Força Associativa: espera-se que a interação entre a estimulação anódica e a força de associação semântica forte demonstre níveis ótimos de acurácia metamnemônica, tendo em vista que a interação possa potencializar os processos de monitoramento e controle. Também no caso de uma fraca FA, mas com estimulação anódica, é esperado um efeito moderado sobre a metamemória, uma vez que os efeitos da estimulação podem tornar os processos de monitoramento e controle mais ativos em função de um efeito estimulante semelhante à potenciação de longo prazo (Fritsch et al., 2010). Por fim, na condição estimulação sham com estímulos associados fracamente, é esperado um valor mais baixo nos JOLs (isto é, uma menor confiança sobre o desempenho futuro), muito embora possa ser alta a consonância entre o julgamento e o desempenho real. Isto é, o participante pode perceber a tarefa como “difícil” e subestimar seu desempenho, e efetivamente ter um desempenho objetivo ruim.

Estas hipóteses foram testadas no Experimento descrito a seguir.

### **Experimento:**

#### ***Os efeitos da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua e da Força Associativa sobre a Metamemória***

Os objetivos gerais do Experimento foram avaliar os efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua e da força associativa sobre a metamemória através do paradigma JOL tardio. Dado que a região cerebral principal para a atividade de metamemória é a região do córtex pré-frontal (Kwok et al., 2019; Vaccaro & Fleming, 2018), duas condições de estimulação foram consideradas: anódica, visando a excitabilidade da região cortical de interesse, e a estimulação *sham*, caracterizando uma condição controle já que, a rigor, não há estimulação por corrente contínua neste modo. O experimento, realizado em uma sessão, teve uma tarefa de “aquecimento”, a Tarefa 2-back e, após sua realização, dois eletrodos foram colocados em áreas específicas do escalpo.

Durante a estimulação, tanto anódica quanto sham, os participantes aprenderam uma lista de palavras associadas, com associações semânticas fortes ou fracas entre palavras. Após o estudo, os participantes realizaram os JOLs tardios, onde estimaram a chance de se lembrarem do item alvo, a segunda palavra do par estudado, dada a primeira palavra (pista). Em seguida aos JOLs, os participantes fizeram uma tarefa de recordação com pistas. É esperado que a metamemória, medida pelos JOLs, seja mais acurada na condição de estimulação anódica e pares fortemente associados quando comparada às outras condições.

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais (CEP/CHS) – parecer 6.140.335 (Apêndice A) e recebeu apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

## Método

### Participantes

Cinquenta e quatro participantes foram recrutados por redes sociais para compor uma amostra de conveniência de estudantes universitários. No entanto, 14 deles foram excluídos da amostra final tendo em vista a não observância aos critérios de inclusão (N=3) e satisfação dos critérios de exclusão (N=11). A Tabela 1 abaixo discrimina os critérios aplicados e o número de participantes por critério.

**Tabela 1**

*Especificação dos critérios de inclusão e exclusão aplicados e número de participantes excluídos por critério*

<b>Nº de participantes excluídos</b>	<b>Tipo de Critério</b>	<b>Motivo de exclusão</b>
1	Critérios de Inclusão: nível de escolaridade	Não ser estudante universitário
2	Critérios de Inclusão: Idade mínima e máxima	Ter idade menor que 18 anos ou maior que 35 anos
5	Critérios de Exclusão: Escore de Ansiedade	Escore maior que 16 pontos na escala BAI
4	Critérios de Exclusão: Grau de Depressão	Escore maior que 20 pontos na escala BDI-II
2	Critérios de Exclusão: Grau de desconforto	Resposta superior a 7 na escala de sensações físicas

*Nota. BAI = Escala Beck de Ansiedade; BDI-II = Escala Beck de Depressão - II.*

Aplicados os critérios de exclusão ou a não observância aos critérios de inclusão adotados no presente estudo, a amostra final foi composta por 40 participantes (20 do gênero masculino, 16 do gênero feminino e 4 não-binários) com média de idade = 24,93 (DP = 4,05). Os 40 participantes foram alocados aleatoriamente para um dos dois grupos (anodal x

sham), de modo que 21 pertenceram ao grupo anodal e 19 ao grupo sham em um procedimento cego simples.

O tamanho amostral originalmente estimado foi de 34 participantes, número calculado por meio do G\*Power 3.1.9.7 (Faul et al., 2007), baseando-se em ANOVA com medidas repetidas, interação intra-inter sujeitos e adesão a um tamanho de efeito de 0,25, com  $\alpha$  de 0,05 e poder de 80%, a exemplo de estudos semelhantes (Chua & Ahmed, 2016; Chua et al., 2016; Gaynor, 2018; Gaynor & Chua, 2017, 2019; Imperio, 2023; Imperio & Chua, 2023). Entretanto, considerando uma possível mortalidade amostral, especialmente devido à aplicação dos critérios de exclusão (vide detalhamento na seção de procedimentos), um número maior de participantes foi considerado.

### **Delineamento**

Foi proposto um delineamento fatorial misto 2x2, tendo como variáveis independentes a ETCC (níveis anodal x sham), manipulada entre sujeitos, e a força da associação semântica, com os níveis forte e fraco, tratada intra sujeito. Já a variável dependente foi mensurada por meio da correlação gama, que verifica a correlação entre os JOLs e a performance objetiva da memória no teste de metamemória.

### **Instrumentos, Materiais e Equipamentos**

Os instrumentos utilizados na etapa pré-experimental incluíram um questionário “*Google Forms*” contendo uma escala de Ansiedade (BAI), com 21 itens, uma escala de Depressão (BDI-II), com 21 itens, e um questionário demográfico, com oito itens. Já na etapa experimental, os instrumentos utilizados incluíram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), Tarefa *2-back*, a tarefa de Metamemória utilizando o Paradigma JOL e a Escala de Percepção de Sensação Física. Entre os equipamentos, foi utilizado um notebook

ACER com processamento Intel core i3 e um aparelho de ETCC. Os instrumentos utilizados são detalhados a seguir, de acordo com a ordem de aplicação.

### ***Etapa Pré-Experimental***

#### **Formulário no Google Forms.**

Na fase de recrutamento ou pré-experimental, foi desenvolvido um formulário *Google Forms* (Apêndice B) dividido em quatro partes a saber: (1) convite para participar na pesquisa; (2) Escala de Ansiedade de Beck – BAI (Beck, Epstein et al., 1988; Cunha, 2001), com 21 itens; (3) Escala de Depressão de Beck – BDI-II (Beck et al., 1996; Gorenstein et al., 2011), com 21 itens; e (4) Questionário Demográfico, com oito itens.

A primeira parte do formulário era um convite que informava o objetivo geral do estudo, isto é, a avaliação dos efeitos da estimulação transcraniana sobre a memória e uma descrição geral da tarefa, ou seja, a recordação de estímulos visuais prévios. O formulário também apresentava os critérios de inclusão (faixa etária e grau de escolaridade) e indicava o local de coleta de dados, tempo estimado de coleta, potenciais riscos, pesquisadores responsáveis pelo estudo e e-mail para contato. O(a) aluno(a) convidado(a) também era informado(a) sobre o caráter sigiloso do tratamento dos dados. Tendo lido o convite, o(a) convidado(a) passava às telas seguintes do Google Forms para preenchimento das escalas de Ansiedade e Depressão de Beck (BAI e BDI-II, respectivamente). Por fim, o participante deveria preencher um questionário demográfico com informações gerais para a caracterização dos participantes. Estes instrumentos são detalhados a seguir.

#### **Escala de Ansiedade de Beck – BAI.**

A escala de ansiedade de Beck, também chamado de Inventário de Ansiedade de Beck (BAI), é um instrumento de mensuração da intensidade da ansiedade (Beck, Epstein et al., 1988), traduzido e adaptado para o contexto brasileiro por Cunha (2001). O BAI consiste em

21 itens de autorrelato, onde cada item é avaliado com quatro opções de respostas (0 a 3), que refletem a severidade do nível de ansiedade do item. Ilustrando, um item pode ser “medo que aconteça o pior”, e a pessoa deve indicar uma das seguintes opções correspondentes, respectivamente a 0, 1, 2 ou 3 pontos: ‘Absolutamente Não’, ‘Levemente/Não me incomodo muito’, ‘Moderadamente/Foi muito desagradável mas pude suportar’ e ‘Gravemente/Difícilmente pude suportar’. Assim sendo, o escore total do instrumento varia de 0 a 63 pontos, distribuídos em quatro estratos de severidade dos sintomas: de 0-7 (ansiedade mínima), 8-15 (ansiedade leve), 16-25 (ansiedade moderada), e 26-63 (ansiedade severa ou grave) (Silva et al., 2021). Este instrumento foi utilizado visando aferir o nível geral de ansiedade de um indivíduo, tendo em vista que os transtornos de ansiedade parecem interferir nos julgamentos metacognitivos/ metamemômicos (Capobianco et al., 2020; Nordahl et al., 2022; Silaj et al., 2021; Spada et al. 2006). Considerando este potencial efeito, já relatado na literatura, foi adotado o critério de exclusão “escore  $\geq$  16 pontos na escala BAI”.

### **Escala de Depressão de Beck – BDI-II.**

A escala de depressão de Beck, também denominada de Inventário de Depressão de Beck (BDI), é um instrumento de mensuração da intensidade da depressão, semelhante ao BAI, porém voltado para a depressão (Beck, Steer, et al., 1988; Beck et al., 1996). A escala foi traduzida e adaptada para o contexto brasileiro por Cunha (2001) e depois por Gorenstein et al. (2011), em sua segunda versão – BDI-II. Assim como o BAI, o BDI-II consiste em 21 itens de autorrelato, onde cada item é avaliado com quatro opções de respostas (0 a 3), que refletem a severidade do nível de depressão do item. Ilustrando, um item poderia ser “Tristeza”, e as opções de respostas e respectivos pontos são: ‘Não me sinto triste’ (0), ‘Eu me sinto triste grande parte do tempo’ (1), ‘Estou triste o tempo todo’ (2), e ‘Estou tão triste ou tão infeliz que não consigo suportar’ (3). Desse modo, o escore total varia de 0 a 63

pontos, distribuídos em quatro categorias de severidade dos sintomas: 0-13 (depressão mínima), 14-19 (depressão leve), 20-28 (depressão moderada), e 29-63 (depressão severa ou grave) (Gorenstein et al., 2011). Este instrumento visou verificar o nível de depressão dos participantes, e tendo em vista que a depressão parece interferir nos julgamentos metacognitivos/ metamnemônicos (Capobianco et al., 2020; Coelho et al., 2023; Halvorsen et al., 2015; Huber et al., 2022), adotou-se como critério de exclusão o escore mínimo de 20 pontos.

### **Questionário Demográfico.**

O questionário demográfico (Apêndice C) foi constituído de perguntas para a aquisição de informações gerais acerca dos participantes, contendo oito itens de resposta. Fizeram parte do questionário perguntas como: idade, gênero (masculino, feminino e não binário), curso universitário, e-mail, telefone, preferência do tipo de contato e dias e horários disponíveis. Ressalta-se que apenas as perguntas relacionadas à idade, gênero e curso perfazem os critérios para caracterização do perfil demográfico da amostra, sendo que as demais perguntas foram úteis para o posterior contato e agendamento da coleta de dados.

### ***Etapa Experimental***

Na Etapa Experimental ou Etapa de Coleta, foram utilizados, em ordem cronológica, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), a Tarefa 2-back, a Escala de Percepção de Sensação Física e a Tarefa de Julgamento de Aprendizagem com pares de palavras. Segue-se abaixo o detalhamento de tais instrumentos.

### **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE, Apêndice D).**

Este instrumento era muito semelhante ao convite apresentado previamente no Google Forms, uma vez que representava o objetivo geral da pesquisa e os pesquisadores responsáveis, além da garantia de tratamento sigiloso dos dados. O TCLE se diferenciava do

primeiro instrumento por ser no formato impresso em duas vias com campo para assinaturas do pesquisador e participante, e por incluir o esclarecimento de que a desistência na pesquisa não implicava em quaisquer penalidades ou constrangimentos, dado reconhecimento da participação voluntária no estudo. Adicionalmente o TCLE esclarecia a natureza de potenciais desconfortos pela estimulação transcraniana (e.g., coceira, arrepio) e os cuidados quanto ao monitoramento de tais sensações pelo uso da Escala de Percepção da Sensação Física e a sinalização de interrupção da coleta em caso de desconforto persistente e/ou considerável pelo uso da ETCC.

### **Tarefa 2-Back.**

A tarefa *2-back* é um instrumento de investigação da memória de trabalho (Cavendish, 2021; Kane et al., 2007) que consiste na apresentação de uma sequência variável de letras, onde o participante deve indicar se a letra apresentada duas posições antes (“two back”) é igual ou diferente da letra apresentada presentemente. No presente estudo foram utilizadas como estímulos as seis primeiras letras do alfabeto português (A-B-C-D-E-F) em diferentes arranjos sequenciais, totalizando 20 estímulos (*trials*) apresentadas sequencialmente na Fase de Treino e 40 estímulos apresentados sequencialmente na Fase de Teste. Em ambas as fases, as letras foram apresentadas na fonte *Open Sans*, tamanho 0.20 e centralizadas na tela do computador.

### **Escala de Percepção de Sensação Física (Apêndice E).**

A escala de percepção de sensação física é uma escala desenvolvida com o objetivo de promover a autoavaliação da percepção do participante acerca da sensação física gerada pela ETCC (Cavendish, 2021; com base no estudo de Clark et al., 2012). A escala tem dez descritores, sendo eles: (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. Os participantes devem escolher apenas um item que melhor descreva a sensação física na região abaixo dos eletrodos onde há a estimulação. Caso o participante assinale um item igual ou maior que sete na escala, o uso da ETCC deve ser interrompido e o participante dispensado do experimento. Com o uso desta escala é possível garantir a segurança e o conforto do participante durante o procedimento.

### **Tarefa de Julgamento de Aprendizagem (JOL).**

O teste de metamemória utilizado foi o paradigma de *Judgments Of Learning* (JOL), traduzidos como julgamentos de aprendizagem. Vale lembrar que há dois modos de julgamento de aprendizagem: um deles pode ocorrer imediatamente à apresentação do item (JOLs imediatos) e o outro ocorre tardiamente (JOLs tardios), isto é, depois da apresentação de todos os itens o participante deve realizar os julgamentos (Nelson & Narens, 1990; Zortea et al., 2014). Na presente pesquisa apenas foram realizados JOLs tardios.

Este paradigma foi inicialmente desenvolvido por Arbuckle e Cuddy (1969), com diversas adaptações para os materiais associados, a exemplo dos pares de palavras normatizadas no contexto brasileiro utilizados no estudo de Zortea et al. (2014). *Grosso modo*, o protocolo utilizado tem três etapas: 1) Apresentação dos pares de estímulos (Fase de Estudo), no formato A-B, onde “A” é a pista para evocar o alvo “B” na Fase de Teste; 2) julgamentos Prospectivos (JOLs), onde o participante avalia a probabilidade, enquanto grau de certeza, quanto à futura lembrança do item; 3) evocação do item alvo pareado (Fase de Teste). Para o presente estudo, foram utilizados 50 pares de palavras (vide Apêndice F) na Fase de Estudo, divididos em dois grupos com com 25 pares de palavras cada qual, sendo um grupo com palavras fortemente associadas semanticamente (e.g., Ladrão-Roubo) e outro grupo com palavras fracamente associadas (e.g., Relaxamento-Cabelo). Todos os pares de palavras foram extraídos do banco de palavras normatizadas pela força de associação

semântica produzido por Janczura et al., (2016), sendo a média da força associativa forte = 0,336 (DP = 0,126) e a média para força associativa fraca = 0,025 (DP = 0,006) . Todas as forças de associação foram aferidas do item “A” para o item “B” do par, ou seja, uma força associativa direta ou “forward”, indicando o quão forte é a associação entre “A” e “B”, dada a palavra na primeira posição do par. Os cinquenta pares de palavras foram escolhidos a partir dos seguintes critérios gerais, para ambas as condições: (a) a palavra pista do par devia ter associação direta (*forward*) com a palavra-alvo; (b) as normas utilizadas deveriam se aplicar à população universitária. Ademais, na condição de associação semântica forte, o par de palavras foi constituído pela palavra pista, que encabeça a lista de associadas, e a primeira palavra associada. Já na condição de associação semântica fraca, o par de palavras foi constituído pela palavra pista, que encabeça a lista de associadas, e a palavra associada na sétima posição.

Para o julgamento de probabilidade de evocação do item alvo associado (JOLs tardios), foram apresentadas as seguintes opções de respostas codificados pelos números de 1 a 4:

1 - Com certeza não vou lembrar; 2 - É pouco provável que eu vá lembrar; 3 - É bastante provável que eu vá lembrar; e 4 - Tenho certeza de que vou lembrar. Tais julgamentos se seguiam à pergunta Padrão: “Quanto você julga se lembrar do par de [ITEM A]”? Por fim, a última etapa do protocolo incluiu a pergunta “Qual a segunda palavra do Par [ITEM A]?”, com campo para digitação da palavra.

A tarefa de metamemória com paradigma JOL foi apresentada por meio do software PsychoPy 2022.2.4 (Peirce, 2007) no notebook.

### **Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC).**

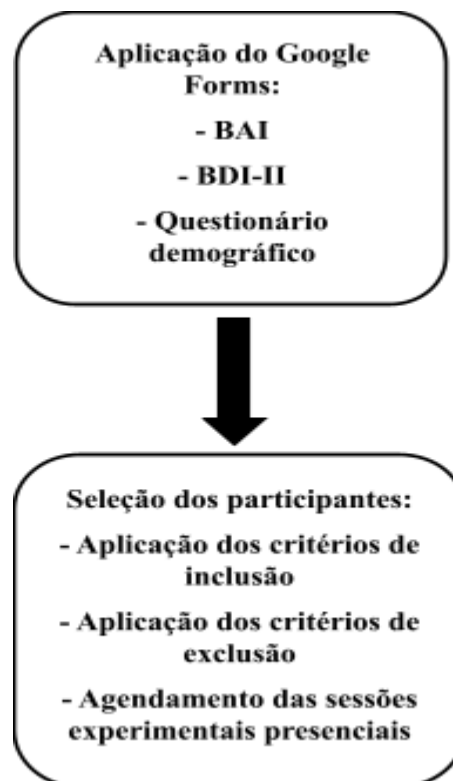
Foi utilizado um aparelho de ETCC carregado por bateria (TCT Research, Hong Kong). Nele a corrente é conduzida por meio de dois eletrodos envoltos por esponja embebida em solução salina, com área de 5 x 7 cm<sup>2</sup> cada uma.

### **Procedimentos de Coleta**

Após o aceite do CEP/CHS, o pesquisador iniciou a seleção dos participantes os quais foram contatados por redes sociais. A sequência de procedimentos pré-experimentais, a partir da divulgação da pesquisa, é ilustrada na Figura 2 abaixo:

**Figura 2**

*Procedimentos Pré-Experimentais*



Inicialmente, o pesquisador utilizou as redes sociais WhatsApp, Instagram e Facebook, onde disponibilizou o link de acesso para o formulário via *Google Forms* (Apêndice B, vide detalhamento na seção de Instrumentos, Materiais e Equipamentos), que incluía o convite para participação na pesquisa. Ainda no Google Forms, os participantes

respondiam às escalas BAI e BDI-II e, finalmente, ao questionário demográfico onde assinalavam seus horários disponíveis para participarem no experimento. O tempo para responder a todos os instrumentos nesta etapa foi livre.

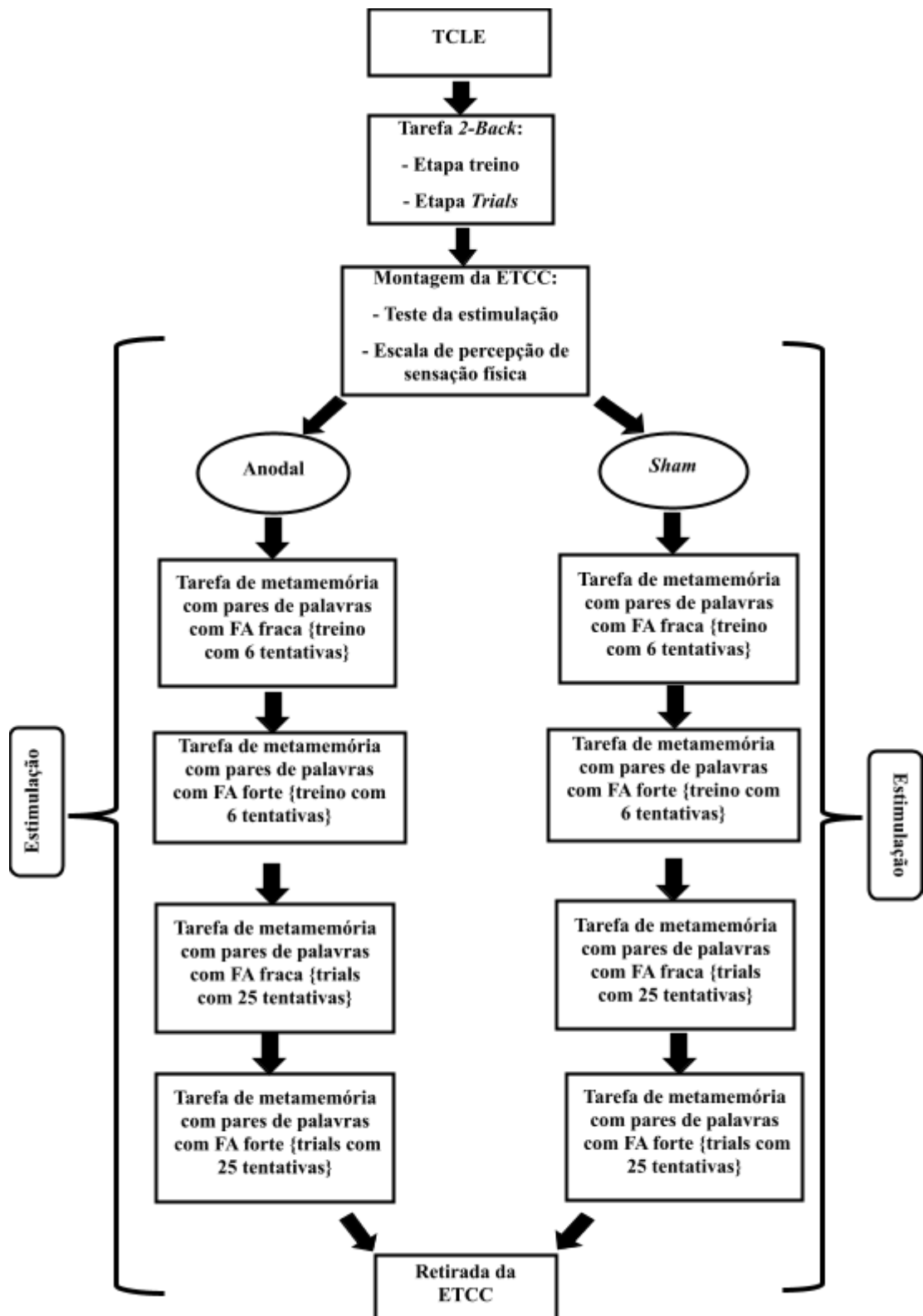
Após acessar as respostas no formulário, o pesquisador aplicou os critérios de inclusão e exclusão (vide Tabela 1), excluindo 14 participantes dos 54 respondentes. Em seguida, o pesquisador entrou em contato com os interessados, conforme preferência assinalada no Questionário Demográfico (Apêndice C): e-mail, WhatsApp ou Telegram, ou ligação por telefone. Uma vez agendada a coleta, o participante era recebido no laboratório de Processos Cognitivos/ IP/UnB. A partir daí, o Fluxograma da Figura 3 descreve a sequência de procedimentos na Fase Experimental ou de coleta, realizada, individualmente, em uma das salas do laboratório com área de 2x2m e vedação acústica. Na sala de coleta, o participante sentava-se à mesa, com o notebook à sua frente e, na sequência, o pesquisador apresentava o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE, Apêndice D) em formato impresso e, após ciência e concordância, o termo era assinado em duas vias por ambos, pesquisador e participante, ficando uma via do TCLE para cada. O procedimento então tinha início com o pesquisador abrindo o Programa Psychopy (Peirce, 2007) para apresentar as instruções da primeira tarefa, tarefa *2-back* (Apêndice G), as quais eram lidas pelo participante. As instruções indicavam uma Fase de Treino e uma Fase de Teste.

Ressalta-se que a Tarefa *2-back* foi realizada de maneira *offline* em relação à ETCC, isto é, a tarefa não foi utilizada concomitantemente à estimulação, mas sim antes da estimulação. Essa decisão foi tomada tendo em vista que a tarefa posterior, a de metamemória, já ocuparia o tempo máximo de 20 minutos do protocolo experimental de estimulação. A Fase de Treino da Tarefa *2-back* consistiu na apresentação randômica das letras A a F, uma por vez, onde cada letra era mostrada entre três a quatro vezes totalizando 20 exibições. A partir da terceira letra na tela, o participante deveria indicar se letra

apresentada era igual à letra mostrada duas posições antes (2-back) apertando a seta para esquerda no teclado; se, ao contrário, a letra mostrada fosse diferente das letra apresentada duas posições antes, então o participante deveria apertar a tecla com seta para direita no teclado. Não havia tempo limite para o participante responder, muito embora ele tenha sido instruído a responder o mais rapidamente possível.

Figura 3

## Fluxograma do Procedimento Experimental



Findo o treino, após um minuto aproximadamente, as instruções eram reapresentadas na tela do Psychopy e a ocorrência de dúvidas era explorada. Não havendo dúvidas, o participante iniciava a Fase de Teste, com a apresentação de uma letra por vez em um arranjo randômico das letras “A a F”, onde cada qual que se repetia entre seis e sete vezes, totalizando 40 apresentações. Contudo, os participantes executaram 38 tentativas (trials), dado que a resposta só podia ser emitida a partir da terceira letra apresentada. O tempo médio de realização da Fase de teste na Tarefa 2-back foi de cerca de 4,5 minutos.

A tarefa *2-back* foi introduzida no procedimento como um ‘aquecimento’ cognitivo e neural uma vez que envolve ativação no córtex pré-frontal dorsolateral do cérebro (Barbey et al., 2013). Um conjunto de dados empíricos (e.g., Gill et al., 2015; Martin et al., 2014) tem apontado uma maior efetividade da ETCC quando há a utilização de alguma tarefa cognitiva que ative a região cortical de interesse a exemplo Tarefa 2-back.

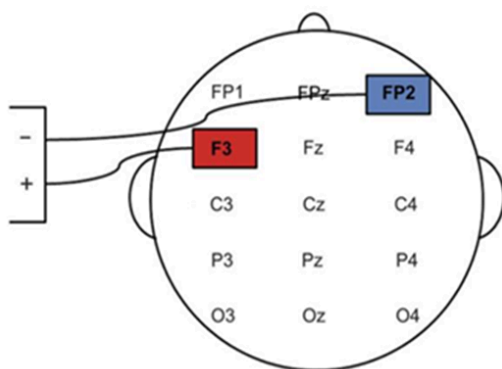
Logo após o término da Tarefa 2-back, uma tela com a seguinte mensagem era apresentada: “*Por favor, chame o experimentador para preparar a estimulação que será utilizada na segunda tarefa!*”. Em tempo, vale esclarecer que após a assinatura do TCLE e início da execução da programação no Psychopy, o pesquisador esperava em sala contígua pela sinalização do participante quanto à preparação da estimulação. Logo que retornava à sala de coleta, o experimentador fornecia esclarecimentos sobre o aparelho de estimulação e preparava a montagem dos eletrodos na cabeça do participante. Os locais dos eletrodos foram limpos com solução salina e os cabelos afastados.

Tanto na estimulação anódica quanto na *sham*, o eletrodo foi posicionado sobre a região F3, isto é, córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo. O eletrodo catódico foi posicionado sobre a região contralateral supraorbital, sendo representado pela região FP2.

A disposição do eletrodo na região F3 foi calculada com base nas diretrizes presentes na interface web de Beam e Borckardt (2010), baseada inicialmente no cálculo da posição do vértex e depois na distância de F3 em relação ao vértex. Ambos os eletrodos foram fixados por fitas elásticas com cerca de 4cm de largura que envolveram o crânio do participante como uma touca vazada. A Figura 4 abaixo ilustra as posições onde os eletrodos anódico/sham e catódico foram colocados.

**Figura 4**

*Posicionamento dos Eletrodos no Couro Cabeludo*



*Nota.* Em ambas as modalidades da ETCC, anódica e *sham*, o posicionamento dos eletrodos foi o mesmo. O eletrodo anodal está representado pela cor vermelha e o catodal, pela cor azul.

Os participantes foram designados aleatoriamente às condições de estimulação *sham* ou anódica em um procedimento cego simples, e, vale lembrar, conforme ilustrado na Figura 3, todos os participantes responderam a todos os instrumentos. No grupo experimental, com estimulação anódica, os participantes receberam uma corrente elétrica constante de 2 mA por 21 minutos - com aproximadamente um minuto para teste do aparelho e resposta da Escala de Percepção de Sensação Física (Apêndice E) e o tempo restante de 20 minutos para a execução dos JOLs. Por sua vez, os participantes do grupo de estimulação *sham* receberam uma corrente elétrica de 2 mA por dois minutos – um minuto para teste do aparelho e



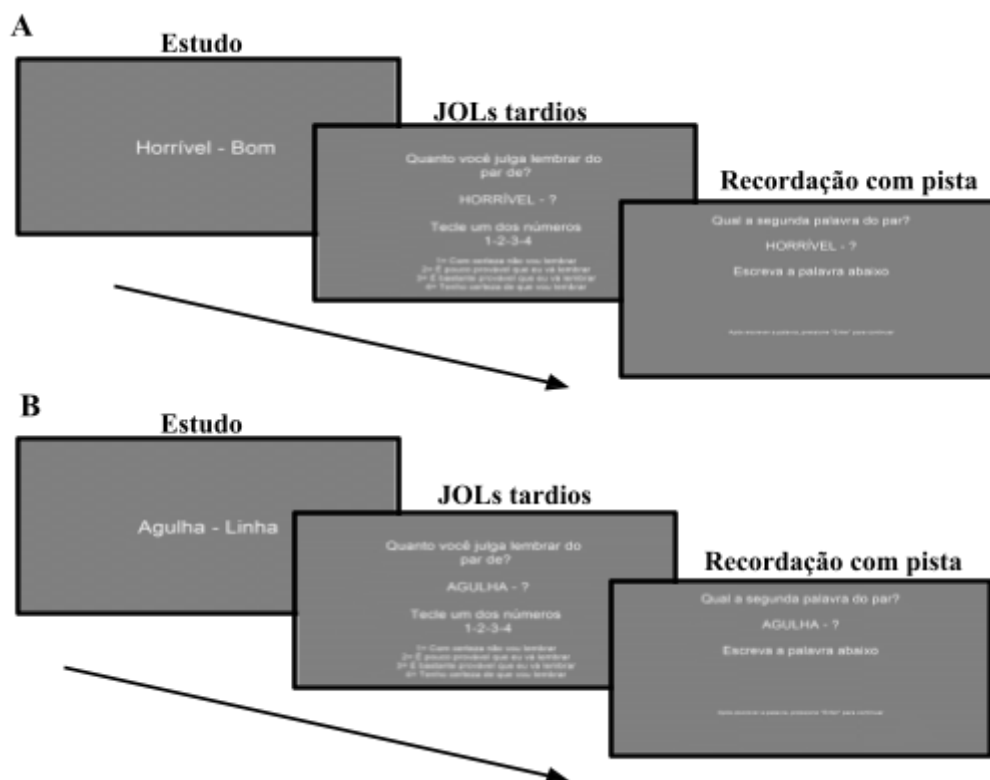
resposta da Escala de Percepção de Sensação Física (Apêndice E) e um minuto de estimulação para promover sensações à corrente elétrica, após o que dava-se o cessamento da estimulação. O preenchimento da Escala de Percepção da Sensação Física (Apêndice E), em ambos os grupos, tinha como critério para interrupção do procedimento o valor igual ou maior que 7 - considerando que os valores da Escala eram de 1 a 9 - indicando a já ocorrência de sensações muito desconfortáveis. A estruturação deste protocolo teve como base os estudos anteriores como o de Cavendish (2021), Chua e Ahmed (2016), Chua et al. (2017) e Deus (2021).

Dando seguimento, o teste de metamemória (JOL), programado no Psychopy (versão 2022.2.4) era apresentado ao participante. Inicialmente eram dadas instruções para a tarefa (vide Apêndice H), destacando-se a natureza explícita do teste, ou seja, o participante era informado que sua memória seria testada. A tarefa consistia em memorizar pares de palavras normatizadas por Janczura et al. (2016) (vide Apêndice F), apresentados um por vez, por cinco segundos. A tarefa tinha a seguinte sequência, em ambos os grupos, conforme ilustrado na Figura 3: 1) Treino com seis tentativas com pares de palavras fracamente associadas/ JOL para bloco de treino; 2) Treino com seis tentativas com pares de palavras fortemente associadas / JOL para bloco de Treino; 3) Tarefa com bloco de 25 pares de palavras fracamente associadas/ JOL para bloco de Tarefa; 4) Tarefa com bloco de 25 pares de palavras fortemente associadas/ JOL para bloco de Tarefa. Apesar da sequência de eventos ter sido a mesma para todos os participantes, a apresentação dos pares de palavras dentro de cada bloco foi randomizada entre sessões. Assim, ao final da apresentação de todos os pares de um bloco, o participante realizava os julgamentos prospectivos (tardios) em uma escala de 1- 4 do quão certa ou provável seria a recordação da palavra na segunda posição do par, dada a pista, isto é, a palavra na primeira posição do par. Ao final dos julgamentos, o participante passava à outra tela, onde ele(a) deveria digitar a resposta (i.e., a segunda palavra

do par) dada a pista (primeira palavra do par) em um procedimento de recordação com pista. Dois exemplos de JOLs estão demonstrados na Figura 5, o primeiro (A) com uma par de palavras fracamente associados e o segundo (B) com um par de palavras fortemente associados.

**Figura 5**

*Disposição de Telas da Tarefa de Metamemória com Paradigma JOL (Psychopy)*



*Nota. A = exemplo que contém um par com força associativa fraca; B = exemplo que contém um par com força associativa forte.*

Ao finalizar a tarefa de metamemória, o(a) participante relatava como foi a experiência de ter participado da pesquisa e esclarecia suas dúvidas com o pesquisador caso as tivessem. A duração média de toda a fase experimental (Vide Figura 3) foi de 40 minutos.

## Procedimentos de Análise de Dados

Foram empregadas correlações gama de Goodman-Kruskal (Goodman & Kruskal, 1954; Nelson, 1984) para o cálculo de precisão relativa dos julgamentos dos JOLs obtidos. Gama é um índice não paramétrico de associação que varia entre  $-1,0$  a  $+1,0$ , onde  $-1,0$  é uma correlação negativa perfeita e  $+1,0$  é uma correlação positiva perfeita entre a escala de julgamento utilizada e os acertos e erros da performance objetiva na etapa de recordação com pista. Neste método correlacional, quanto mais próximo de  $+1,0$ , maior é a acurácia metamnemônica e quanto mais próximo de  $-1,0$ , menor é a acurácia metamnemônica (Rhodes, 2016), valores estes que permitem verificar associação entre os julgamentos metamnemônicos e a performance objetiva da memória. Tal teste não paramétrico tem sido recorrente no tratamento de dados na literatura acerca da metamemória (Hughes & Thomas, 2022; Koriat & Bjork, 2006; Rhodes, 2016; Rhodes & Tauber, 2011; Tauber & Rhodes, 2010). Para o cálculo do gama, é utilizada a seguinte fórmula:

$$G = \frac{C - D}{C + D}$$

Onde  $G$  refere-se ao gama,  $C$  é o número total dos pares concordantes, ou seja, quando julgamento metamnemônico está de acordo com a performance de memória. Por fim,  $D$  é o número total dos pares discordantes, ou seja, quando o julgamento metamnemônico não está de acordo com a performance de memória (Goodman & Kruskal, 1954; Nelson, 1984).

Também foram empregadas análises estatísticas descritivas (média e desvio padrão) para as correlações gama individuais, para os escores de recordação com pista e para os escores da tarefa *2-back*.

Ademais, foi realizado um teste  $t$  de Student para amostras independentes com o objetivo de investigar se houve diferença entre os grupos anodal e *sham* na Tarefa de *2-back*.

Foram também realizados teste de normalidade dos resíduos (Teste de Shapiro-Wilk), teste de homogeneidade de covariância (Teste de Bon) e teste de esfericidade (Teste de

Mauchly). Estes três testes foram realizados para verificar os pressupostos para uma ANOVA fatorial com medidas repetidas. Entretanto, o pressuposto de normalidade dos resíduos não foi acatado, isto é, os dados não obtiveram distribuição normal dos resíduos, necessitando assim de análises não-paramétricas do tipo ANOVA fatorial com medidas repetidas.

Ressalta-se que as análises de correlações gama, as análises estatísticas descritivas, o Teste t de *Student* e as análises dos pressupostos da ANOVA fatorial com medidas repetidas foram realizadas no software de análises estatísticas IBM SPSS *Statistics* (versão 22).

Procedimentos não paramétricos foram utilizados para analisar os dados com o uso dos softwares R e RStudio. Os efeitos principais e de interação entre força de associação semântica e ETCC foram testados com a estatística não paramétrica do tipo ANOVA fatorial para medidas repetidas, conforme demonstrado por Brunner et al. (2017) e implementado no pacote nparLD (Noguchi et al., 2012). O *Relative Treatment Effect* (RTE) foi utilizado para estimar a diferença entre os grupos. O RTE indica a probabilidade de um caso, aleatoriamente sorteado de um grupo, exibir maior valor que outro caso sorteado da amostra completa (Konietschke et al., 2010; Noguchi et al., 2012). Além do mais, para a verificação das diferenças entre as condições intrassujeito por medidas repetidas, foi utilizado o Teste de *Wilcoxon Signed Rank*. A seção seguinte indica os resultados observados, considerando os objetivos e hipóteses testadas.

## Resultados

### Tarefa 2-Back

Em relação à Tarefa 2-back, foram calculadas as médias e desvios padrão dos escores da tarefa em relação às condições anodal e sham. O grupo anodal apresentou média de 32,23 (DP = 4,14), já o grupo sham apresentou média de 31,42 (DP = 4,91). O desempenho nos escores não diferiu entre os grupos,  $t(38) = -0,570$ ,  $p = 0,572$ . Tal resultado era esperado, tendo em vista que a tarefa 2-back foi apenas uma tarefa aquecedora, justificada como parte do protocolo dados os achados empíricos de Gill et al. (2015) e Martin et al. (2014) que indicaram um “incremento” na atividade cortical.

### Precisão Relativa (Gama)

Foram calculadas as taxas de precisão relativa (gama) de todos os participantes e posteriormente a média das taxas dos participantes. Abaixo, na Tabela 2, estão dispostas as estatísticas descritivas das médias dos gamas nas duas condições de força de associação semântica, assim como as estatísticas descritivas das médias dos escores de recordação com pista nas mesmas condições.

**Tabela 2**

*Estatísticas descritivas dos gamas e dos escores de recordação com pista nas condições de força de associação semântica*

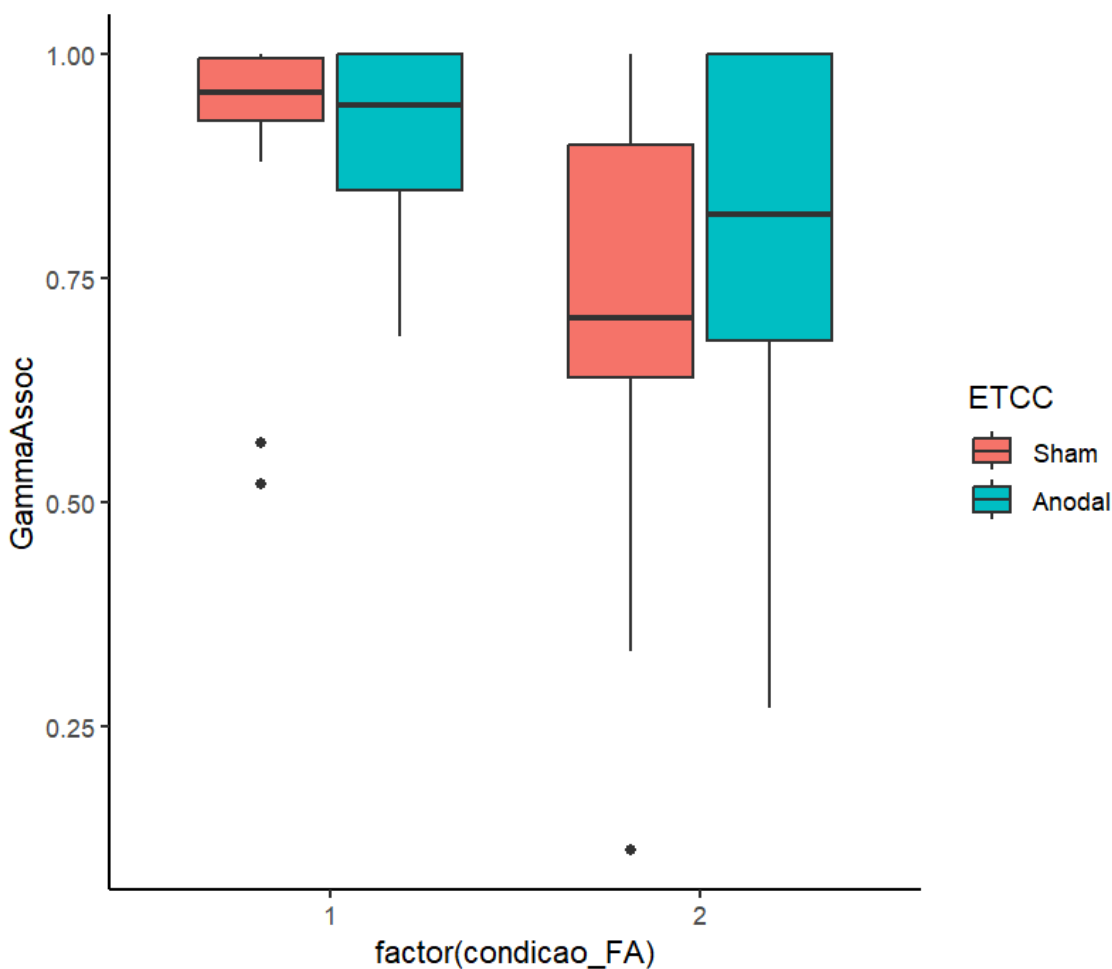
	Média (DP)	Mínimo	Máximo
GamaAssocFraca	0,91 (0,11)	0,52	1
GamaAssocForte	0,75 (0,24)	0,11	1
EscoreAssocFraca	14,08 (4,97)	5	22
EscoreAssocForte	20,40 (2,98)	13	25

*Nota. GamaAssocFraca = Gama na condição de associação fraca; GamaAssocForte = Gama na condição de associação forte; EscoreAssocFraca = Escore de recordação com pista na condição de associação fraca; EscoreAssocForte = Escore de recordação com pista na condição de associação forte.*

Destaca-se na Tabela 2 acima as fortes correlações Gama para as associações fortes e fracas, sendo observada uma maior correlação média na condição de fraca associação. Tal resultado parece sugerir que os participantes avaliaram a tarefa como mais difícil nesta condição, tendo, efetivamente, um pior desempenho objetivo na tarefa de recordação com pista. A seguir na Figura 6, é apresentado um gráfico com os resultados dos gamas, em relação às condições de ETCC e de Força de Associação Semântica (FA):

**Figura 6**

*Gráfico boxplot de resultados dos gamas em relação às condições de ETCC e de Força de Associação Semântica (FA)*

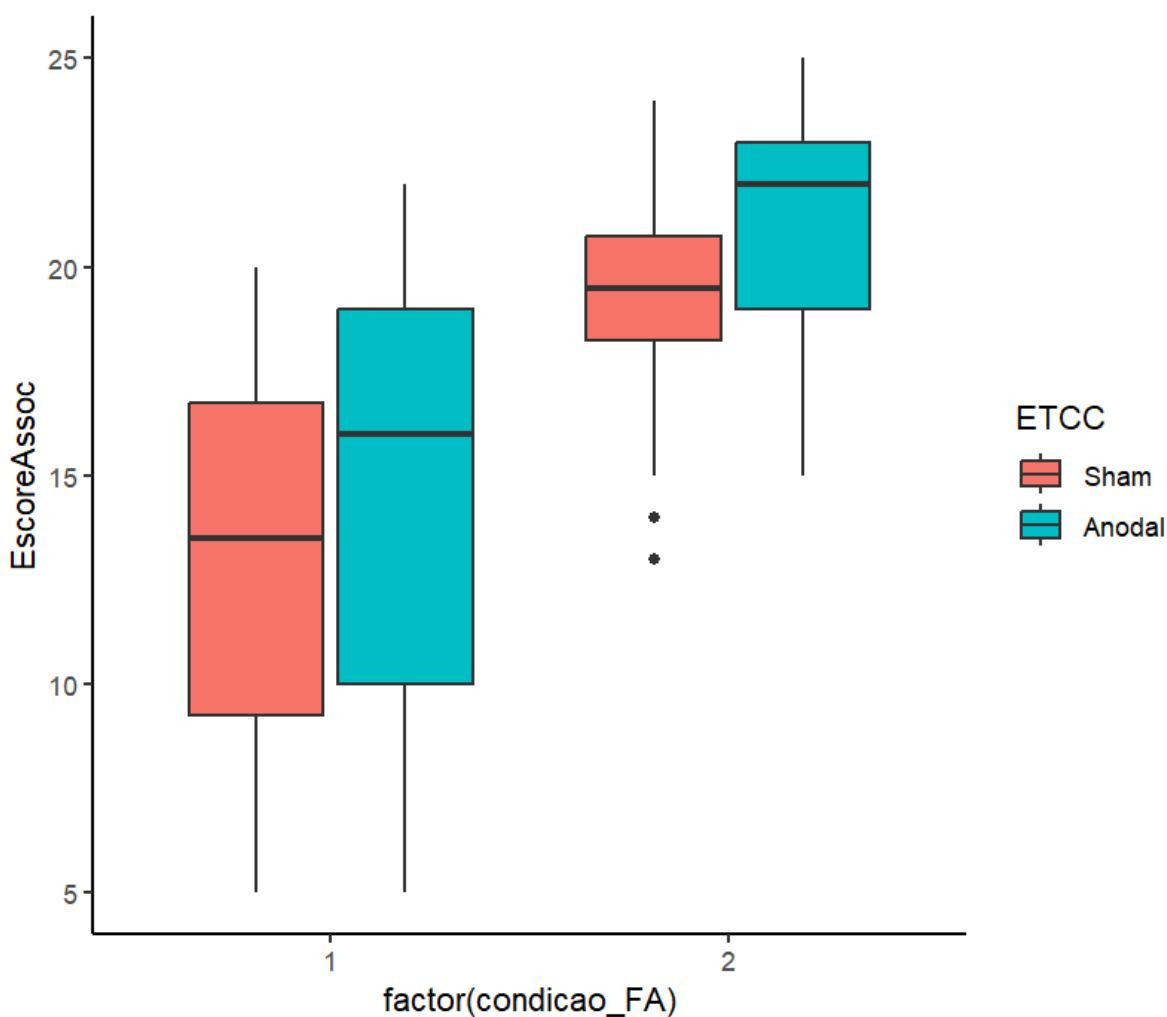


*Nota. 1 = condição de força de associação semântica fraca; 2 = condição de força de associação semântica forte.*

Percebe-se, no gráfico acima, que os valores dos gamas foram maiores na condição de força de associação semântica fraca, assim como os valores foram mais próximos entre as condições *sham* e anodal com relação à primeira condição de FA. A seguir na Figura 7, é apresentado um gráfico com os escores da etapa de memória com recordação com pista, em relação às condições de ETCC e de Força de Associação Semântica (FA):

**Figura 7**

*Gráfico boxplot dos escores da etapa de memória com recordação com pista em relação às condições de ETCC e de Força de Associação Semântica (FA)*



*Nota. 1 = condição de força de associação semântica fraca; 2 = condição de força de associação semântica forte.*

No gráfico anterior são percebidos escores maiores na condição de força de associação semântica forte, tanto nas condições *sham* e anodal, indicando um melhor desempenho nessa condição de FA.

Posteriormente, foram realizadas análises para verificar os pressupostos da ANOVA fatorial de medidas repetidas, onde o pressuposto de normalidade dos resíduos não foi acatado (Shapiro-Wilk,  $p < 0,05$ ), exigindo assim a realização de uma análise não paramétrica do tipo ANOVA fatorial com medidas repetidas.

Os resultados da análise não paramétrica do tipo ANOVA fatorial de medidas repetidas em relação às taxas de precisão relativa (*gama*) apontaram efeitos significativos na força de associação de semântica,  $F(1, \infty) = 8,601$   $p < 0,001$ . Entretanto, o efeito principal do ETCC não foi estatisticamente significativo ( $p = 0,225$ ), nem o efeito de interação entre ETCC e força de associação semântica ( $p = 0,179$ ). Nas Tabela 3 e Tabela 4 abaixo estão dispostos os valores de RTEs das quatro condições, assim como os RTEs das interações entre as VIs em relação às taxas de precisão relativa.

### **Tabela 3**

*Valores de RTE para cada condição em relação às taxas de precisão relativa*

	Sham	Anodal	Associação Fraca	Associação Forte
RTE	0,461	0,533	0,589	0,405

*Nota. RTE = Relative Treatment Effect.*

Percebe-se que o RTE da condição de força de associação semântica fraca (0,589) foi maior que a de força de associação forte (0,405), indicando que durante a primeira condição, os participantes apresentaram maior sensibilidade metacognitiva do que na segunda condição.



**Tabela 4**

*Valores de RTE para a interação entre Tipo de Estimulação e Força Associativa em relação às taxas de precisão relativa*

	Sham x Associação Fraca	Sham x Associação Forte	Anodal x Associação Fraca	Anodal x Associação Forte
RTE	0,595	0,327	0,583	0,483

*Nota. RTE = Relative Treatment Effect.*

Além do mais, foi realizado um teste de *Wilcoxon Signed Rank* para investigar em que medida as taxas de precisão relativa foram diferentes entre as condições de força de associação semântica. Os resultados foram estatisticamente significativos ( $z = -4,061$ ,  $p < 0,001$ ;  $r = -0,64$ ).

### **Recordação com Pista**

Uma análise secundária não paramétrica do tipo ANOVA fatorial de medidas repetidas foi conduzida para análise dos escores de recordação com pista. Os resultados apontaram efeitos significativos na força de associação de semântica,  $F(1, \infty) = 106,460$   $p < 0,001$ , e um efeito significativo com relação ao ETCC,  $F(1, \infty) = 4,105$   $p = 0,05$ . Contudo, o efeito de interação entre ETCC e força de associação semântica não foi significativo ( $p = 0,550$ ). Nas Tabela 5 e Tabela 6 abaixo estão dispostos os valores de RTEs das quatro condições, assim como os RTEs das interações entre as VIs em relação aos escores de recordação com pista.

**Tabela 5**

*Valores de RTE para cada condição em relação aos escores de recordação com pista*

	Sham	Anodal	Associação Fraca	Associação Forte
RTE	0,432	0,557	0,318	0,672

*Nota. RTE = Relative Treatment Effect.*

Ressalta-se que o valor da RTE da condição anodal (0,557) foi ligeiramente maior que o da condição sham (0,432), indicando que os participantes na condição anodal foram ligeiramente melhores que os da condição sham. Além do mais, o valor de RTE na condição de força de associação semântica forte (0,672) foi maior que a condição de força associação semântica fraca (0,318), demonstrando que os participantes tiveram desempenhos maiores na condição de associação semântica forte.

**Tabela 6**

*Valores de RTE para a interação entre Tipo de Estimulação e Força Associativa em relação aos escores de recordação com pista*

	Sham x Associação Fraca	Sham x Associação Forte	Anodal x Associação Fraca	Anodal x Associação Forte
RTE	0,265	0,599	0,370	0,745

*Nota. RTE = Relative Treatment Effect.*

Por fim, foi realizado um teste de *Wilcoxon Signed Rank* para investigar em que medida os escores de recordação com pista foram diferentes entre as condições de força de associação semântica. Os resultados foram estatisticamente significativos e com tamanho de efeito alto ( $z = -5,430$ ,  $p < 0,001$ ;  $r = -0,86$ ).

## Discussão

Na presente pesquisa, objetivou-se, primeiramente, verificar os efeitos principais e de interação da estimulação transcraniana por corrente (ETCC) e da força de associação semântica na metamemória. Para isso, foi realizado um experimento em uma amostra de conveniência com estudantes universitários entre 18 e 35 anos, sem sintomas clínicos significativos de depressão ou ansiedade. No experimento, todos os participantes realizaram uma tarefa do paradigma JOL tardio de monitoramento metamnemônico em relação à performance em tarefa de recordação com pista, sendo a força de associação, forte ou fraca, manipulada intra sujeito entre as palavras pistas e alvos no referido teste de recordação. Durante a realização da tarefa, metade dos participantes foram submetidos à ETCC anódica, e a outra metade à estimulação *sham*, ambas na região do córtex pré-frontal dorsolateral (CPFDL) esquerdo.

Como resultado, o ETCC não apresentou diferença nas taxas de precisão relativa metamnemônicas entre anodal e *sham*, resultado que corrobora outros achados empíricos que demonstraram a ineficácia da ETCC, na região CPFDL, na metamemória, seja utilizando o paradigma FOK (Imperio, 2023; Imperio & Chua, 2023; Li, 2024), seja com o paradigma JOL (Gaynor, 2018; Gaynor & Chua, 2017, 2019).

Com relação ao resultado da força de associação semântica, houve diferença significativa entre as condições. Os participantes na condição de força de associação semântica fraca obtiveram maior acurácia metamnemônica. Tal resultado é parcialmente contrário às expectativas iniciais que previam um melhor desempenho na condição de FA forte. Por outro lado, era esperado que na condição de FA fraca, os participantes avaliassem a tarefa como difícil dada a fraca associação semântica, isto é, os participantes tenderiam a estimar um baixo desempenho na tarefa e, efetivamente, apresentariam um pior desempenho objetivo. A questão sobre a percepção da dificuldade diferencial entre pares de palavras nos

JOLs — aspectos relacionados ao monitoramento metamnemônico — tem sido objeto de discussão em uma série de estudos, a exemplo dos achados de Akdoğan et al. (2016), Angel et al. (2022) e Doyle (2022) para citar alguns, onde tais percepções concorrerem para ajustes no processo de aprendizagem (i.e., maior tempo de estudo) e/ou uma boa calibragem entre metacognição e desempenho objetivo a exemplo dos resultados observados no presente estudo. A relação entre a percepção de alguma dificuldade diferencial entre os estímulos e os mecanismos de controle eliciados por estas percepções merecem aprofundamento uma vez que contextualizam questões ainda pouco exploradas no campo, a exemplo dos fatores que contribuem para variações na reatividade dos JOLs aos estímulos utilizados (Rivers et al., 2021).

Quanto à interação entre ETCC e FA na acurácia metamnemônica, não foram encontradas diferenças significativas, resultado que parece ser advindo, sobretudo, da ausência de um efeito significativo da ETCC sobre os JOLs. Contudo, é precoce assumir a ausência de um efeito significativo para esta interação, especialmente porque o mapeamento das regiões neurais relevantes para a metamemória ainda se encontra em um fase muito incipiente de investigação, mesmo no cenário internacional conforme dados de metanálise de Saccenti et al. (2024).

Entretanto, vale ressaltar que outras regiões neurais, além do córtex pré-frontal dorsolateral, já foram identificadas como componentes da rede neural de processamento metamnemônico. Regiões como a pré-frontal anterior medial (Baird et al., 2013; Saccenti et al., 2024) e o pré-cúneo (Ye et al., 2018), córtex orbitofrontal, córtex pré-frontal rostralateral e o estriado ventral (Chua et al., 2014; Fleming et al., 2012; Kwok et al., 2019; Miyamoto et al., 2017; Saccenti et al., 2024; Vaccaro & Fleming, 2018). Assim sendo, ressalta-se a importância de avaliar a influência da ETCC nestas regiões já identificadas.

Contudo, nas análises realizadas em relação à recordação com pista, foram demonstrados alguns resultados importantes. Primeiramente, houve diferenças em relação aos escores de recordação com pista, ou seja, a performance de memória, em relação à ETCC. A estimulação parece ter apresentado diferença na recordação com pista, de modo que a estimulação parece ter aumentado a probabilidade de recordação, o que condiz com outros estudos que demonstram resultados semelhantes em relação à performance de memória, em especial a recordação com pista (Chua et al., 2016; Imperio, 2023; Imperio & Chua, 2023).

Já no que diz respeito à variável de força de associação semântica, houve uma diferença entre as condições. Os participantes apresentaram taxas de recordação com pista maiores na condição de associação semântica forte, do que na condição de associação semântica fraca. Ou seja, a força de associação semântica influenciou na probabilidade de recordação com pista, dado que a FA pode ter contribuído para uma melhor codificação dos pares de palavras e, por consequência, potencializado a acessibilidade da palavra-alvo armazenada na memória, concorrendo para uma mais fácil evocação da palavra-alvo. Tal resultado apenas confirma a robustez da relação entre desempenho da memória e força de associação semântica (Hughes e Thomas 2022; Nelson et al., 1998; Nelson & Goodmon, 2003).

Quanto à ETCC, destaca-se primeiramente que na presente pesquisa a técnica foi utilizada apenas uma vez por participante, ou seja, não houve mais sessões com estimulação. A literatura demonstra que há diferenças nos resultados entre utilizar a ETCC apenas uma única vez e utilizá-la em mais de uma sessão de estimulação, tendo em vista que uma única sessão de estimulação não seria o suficiente para demonstrar uma melhoria na performance cognitiva, haja vista que a estimulação reforçaria o treinamento cognitivo constante (Dedoncker et al., 2016; Horvath et al., 2015; Senkowski et al., 2022) . Em segundo lugar, a maioria dos estudos verificando a influência da ETCC na metamemória utilizaram a ETCC

de alta definição, que apresenta um poder de estimulação mais focal para determinada região neuronal (Chua & Ahmed, 2016; Chua et al., 2016; Gaynor & Chua, 2019; Imperio, 2023; Imperio & Chua, 2023). Já na presente pesquisa, foi utilizada a versão convencional da ETCC, o que pode ter justificar, pelo menos parcialmente, os resultados encontrados, embora na revisão de Müller et al. (2022) não tenha sido apontada uma diferença significativa entre os tipos de ETCCs.

### **Considerações Finais**

Alguns indicativos para estudos futuros podem ser traçados com base na presente pesquisa. Inicialmente, sugere-se que sejam realizadas mais pesquisas que verifiquem a influência da ETCC na metamemória, em especial no controle metamnemônico, tendo que em vista a escassez de pesquisas avaliando o controle metamnemônico de um modo geral e com a ETCC em específico. Outra sugestão relaciona-se a pesquisas verificando a influência da ETCC na metamemória que contenha mais sessões de estimulação. Assim como pesquisas que utilizem outras regiões cerebrais para serem estimuladas, que façam parte do processamento metamnemônico.

Outra sugestão relaciona-se à força de associação semântica. Sugere-se mais pesquisas verificando a influência da força de associação semântica na metamemória, em especial em se tratando de JOL, em consonância com as orientações de Hughes e Thomas (2022) nesta mesma direção, assim como outros fatores que alterem a associação entre palavras, tais como conectividade e ressonância (Nelson et al., 1998).

No que tange aos materiais, sugere-se maior rigor em estudos futuros, a exemplo do uso de estímulos contrabalanceados em relação a outros atributos normatizados como valência, alerta, concretude, frequência ou mesmo força associativa reversa, aspectos estes não explorados na presente pesquisa.

Tais avanços teriam importância para aspectos práticos como o estabelecimento de novos protocolos de pesquisa envolvendo a relação entre ETCC, metamemória e performance de memória, assim como possíveis protocolos de treinamento cognitivo.

## Referências

- Adam, O., Blay, M., Brunoni, A. R., Chang, H. A., Gomes, J. S., Javitt, D. C., ... & Mondino, M. (2022). Efficacy of transcranial direct current stimulation to improve insight in patients with schizophrenia: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Schizophrenia Bulletin*, *48*(6), 1284-1294. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbac078>
- Akdoğan, E., Izaute, M., Danion, J.-M., Vidailhet, P., & Bacon, E. (2016). Is retrieval the key? Metamemory judgment and testing as learning strategies. *Memory*, *24*(10), 1390-1395. doi: 10.1080/09658211.2015.1112812
- Anderson, J. R. (1983). A spreading activation theory of memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *22*(3), 261-295. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(83\)90201-3](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(83)90201-3)
- Andrade, S. M., & Oliveira, E. A. (2015). Estimulação transcraniana por corrente contínua no tratamento do acidente vascular cerebral: Revisão de literatura. *Revista Neurociências*, *23*(2), 281-290.
- Angel, L., Guerrerro-Sastoque, L., Bernardo, M., Vanneste, S., Isingrini, M., Bouazzaoui, B., ... & Tacconnat, L. (2022). Metamemory mediates the protective effect of cognitive reserve on episodic memory during aging. *Acta Psychologica*, *228*, Article 103627. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2022.103627>
- Arbuckle, T. Y., & Cuddy, L. L. (1969). Discrimination of item strength at time of presentation. *Journal of Experimental Psychology*, *81*(1), 126-131.
- Baird, B., Smallwood, J., Gorgolewski, K. J., & Margulies, D. S. (2013). Medial and lateral networks in anterior prefrontal cortex support metacognitive ability for memory and perception. *Journal of Neuroscience*, *33*(42), 16657-16665. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0786-13.2013>



- 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>
- Beam, W.; & Borckardt, J. (2010). *BA9 BA8 BA43 Location System*. ClinicalResearcher.  
<https://clinicalresearcher.org/F3/>
- Beck, A. T., Epstein, N., Brown, G., & Steer, R. A. (1988). An inventory for measuring clinical anxiety: Psychometric properties. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *56*(6), 893-897. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0022-006X.56.6.893>
- Beck, A. T., Steer, R. A., & Brown, G. K. (1996). *Manual for the Beck Depression Inventory-II*. Psychological Corporation.
- Beck, A. T., Steer, R. A., & Carbin, M. G. (1988). Psychometric properties of the Beck Depression Inventory: Twenty-five years of evaluation. *Clinical Psychology Review*, *8*(1), 77-100. [https://doi.org/10.1016/0272-7358\(88\)90050-5](https://doi.org/10.1016/0272-7358(88)90050-5)
- Benjamin, A. S., & Bjork, R. A. (1996). Retrieval fluency as a metacognitive index. In L. Reder (Ed.), *Implicit memory and metacognition* (pp. 309-338). Erlbaum.
- Blair, I. V., Lenton, A. P., & Hastie, R. (2002). The reliability of the DRM paradigm as a measure of individual differences in false memories. *Psychonomic Bulletin & Review*, *9*(3), 590-596.
- Boggio, P. S. (2007). *Efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua sobre memória operacional e controle motor* [Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo]. Repositório da Produção USP. <https://repositorio.usp.br/item/001612843>
- Botelho, L. M., & Coelho, H. (1995). A schema-associative model of memory. In *Proceedings of the 4th Golden West International Conference on Intelligent Systems* (pp. 81-85).

- Bronstein, M. V., Pennycook, G., Buonomano, L., & Cannon, T. D. (2021). Belief in fake news, responsiveness to cognitive conflict, and analytic reasoning engagement. *Thinking & Reasoning*, 27(4), 510-535. <https://doi.org/10.1080/13546783.2020.1847190>
- Brunner, E., Konietschke, F., Pauly, M., & Puri, M. L. (2017). Rank-Based procedures in factorial designs: Hypotheses about non-parametric treatment effects. *Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology*, 79(5), 1463–1485. <https://doi.org/10.1111/rssb.12222>
- Brunoni, A. R., Nitsche, M. A., Bolognini, N., Bikson, M., Wagner, T., Merabet, L., ... & Fregni, F. (2012). Clinical research with transcranial direct current stimulation (tDCS): Challenges and future directions. *Brain Stimulation*, 5(3), 175-195. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2011.03.002>
- Buckingham, H. W., & Finger, S. (1997). David Hartley's psychobiological associationism and the Legacy of Aristotle\*. *Journal of the History of the Neurosciences*, 6(1), 21–37. doi:10.1080/09647049709525683
- Capobianco, L., Faija, C., Husain, Z., & Wells, A. (2020). Metacognitive beliefs and their relationship with anxiety and depression in physical illnesses: A systematic review. *PloS One*, 15(9), Article e0238457. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238457>
- Carbajal, I., O'Neil, J. T., Palumbo, R. T., Voss, J. L., & Ryals, A. J. (2019). Hemisphere-specific effects of prefrontal theta-burst stimulation on visual recognition memory accuracy and awareness. *Brain and Behavior*, 9(4), Article e01228. <https://doi.org/10.1002/brb3.1228>
- Camargo, S., Palhares, V. M. L., Sousa, B. C., Rodrigues, I. G., & Vieira, D. (2023). Utilização da neuromodulação para o tratamento da depressão maior e de outros problemas relacionados à saúde mental: Uma revisão de literatura. *Revista Master - Ensino, Pesquisa e Extensão*, 8(16). doi:10.47224/revistamaster.v8i16.363. Disponível em:

- <https://revistamaster.emnuvens.com.br/RM/article/view/363>. Acesso em 3 de junho de 2024.
- Castilho, G. M. D., & Janczura, G. A. (2012). Raciocínio condicional: A conclusão depende do conhecimento armazenado na memória. *Estudos de Psicologia (Natal)*, 17, 53-61.  
<https://doi.org/10.1590/S1413-294X2012000100007>
- Cavendish, B. A. (2021). *Recuperar para organizar e melhor lembrar: Efeitos da ETCC e da prática de recuperação sobre a memória episódica* [Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília]. Repositório Institucional da UnB.  
<https://repositorio.unb.br/handle/10482/40742>
- Cattell, J. M. (1887). Experiments on the association of ideas. *Mind*, 12(45), 68-74.  
<https://www.jstor.org/stable/2246989>
- Charles, L., Van Opstal, F., Marti, S., & Dehaene, S. (2013). Distinct brain mechanisms for conscious versus subliminal error detection. *Neuroimage*, 73, 80-94.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.01.054>
- Chase, H. W., Boudewyn, M. A., Carter, C. S., & Phillips, M. L. (2020). Transcranial direct current stimulation: a roadmap for research, from mechanism of action to clinical implementation. *Molecular Psychiatry*, 25(2), 397-407.  
<https://doi.org/10.1038/s41380-019-0499-9>
- Chou, T., Hooley, J. M., & Camprodon, J. A. (2020). Transcranial direct current stimulation of default mode network parietal nodes decreases negative mind-wandering about the past. *Cognitive Therapy and Research*, 44(1), 10-20. <https://doi.org/10.1007/s10608-019-10044-9>
- Chua, E. F., & Ahmed, R. (2016). Electrical stimulation of the dorsolateral prefrontal cortex improves memory monitoring. *Neuropsychologia*, 85, 74-79.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.03.008>

- Chua, E. F., Ahmed, R., & Garcia, S. M. (2017). Effects of HD-tDCS on memory and metamemory for general knowledge questions that vary by difficulty. *Brain Stimulation, 10*(2), 231-241. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2016.10.013>
- Chua, E. F., Pergolizzi, D., & Weintraub, R. R. (2014). The cognitive neuroscience of metamemory monitoring: Understanding metamemory processes, subjective levels expressed, and metacognitive accuracy. In S. M. Flaming, & C. D. Frith (Eds.), *The Cognitive Neuroscience of Metacognition* (pp. 267-291). Springer.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-642-45190-4>
- Clark, H. H. (1970). Word associations and linguistic theory. In J. Lyons (Ed.), *New Horizons in Linguistics* (pp. 271–286). Penguin (Pelican).
- Clark, V. P., Coffman, B. A., Mayer, A. R., Weisend, M. P., Lane, T. D., 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>
- Collins, A. M., & Loftus, E. F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review, 82*(6), 407-428.  
<https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0033-295X.82.6.407>
- Conn, M., M'Bale, K., & Josyula, D. (2018). Multi-level metacognition for adaptive behavior. *Biologically Inspired Cognitive Architectures, 26*, 174-183.
- Corballis, M. C. (2014). *The Recursive Mind: The origins of human language, thought, and civilization*. Princeton University Press.
- Coelho, C. S., Zuber, S., Künzi, M., Joly-Burra, E., & Kliegel, M. (2023). The relationship between depressive symptoms, metamemory, and prospective memory in older adults. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 45*(1), 69–83.  
<https://doi.org/10.1080/13803395.2023.2195618>

- Coelho, L. D. S. (2019). *Efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua cerebelar associada ao treino cognitivo na memória de trabalho em idosos saudáveis* (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco). Attena repositório digital da UFPE. <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/33954>
- Cunha, J. A. (2001). *Manual da versão em português das escalas de Beck*. Casa do Psicólogo.
- Cury, A. L. F. D. S. (2022). *O uso da estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) sobre a dor crônica em indivíduos com doenças reumáticas: Revisão integrativa* (Monografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte). Repositório institucional UFRN. <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/47618>
- 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>
- Deese, J. (1959). Influence of inter-item associative strength upon immediate free recall. *Psychological Reports*, 5(3), 305-312. <https://doi.org/10.2466/pr0.1959.5.3.305>
- Deese, J. (1962). On the structure of associative meaning. *Psychological Review*, 69(3), 161-175. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0045842>
- Deus, J. S. D. (2021). *O papel do córtex parietal posterior em memórias episódicas: uma investigação com estimulação transcraniana por corrente contínua* [Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília]. Repositório Institucional da UnB. <http://www.rlbea.unb.br/jspui/handle/10482/40578>
- Dimaggio, G., & Lysaker, P. H. (2015). Metacognition and mentalizing in the psychotherapy of patients with psychosis and personality disorders. *Journal of Clinical Psychology*, 71(2), 117-124. <https://doi.org/10.1002/jclp.22147>

- Doyle, M. E. (2022). *Thinking about making a connection: Exploring the role of metacognition in recognition memory for associative information* (Doctoral Thesis, Wilfrid Laurier University). <https://scholars.wlu.ca/etd/2428>
- Dunlosky, J., & Nelson, T. O. (1992). Importance of the kind of cue for judgments of learning (JOL) and the delayed-JOL effect. *Memory & Cognition*, *20*, 374-380.  
<https://doi.org/10.3758/BF03210921>
- Efklides, A. (2008). Metacognition: Defining its facets and levels of functioning in relation to self-regulation and co-regulation. *European Psychologist*, *13*(4), 277-287.  
<https://doi.org/10.1027/1016-9040.13.4.277>
- Ellis, D. M., Veloria, G. K., Arnett, C. R., Vogel, A. E., Pitães, M., & Brewer, G. A. (2020). No evidence for enhancing prospective memory with anodal transcranial direct current stimulation across dorsolateral prefrontal cortex. *Journal of Cognitive Enhancement*, *4*(3), 333-339. <https://doi.org/10.1007/s41465-019-00153-4>
- 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>
- Fernandes, T., Dias, A. L. A., & Santos, N. A. (2017). Estimulação transcraniana por corrente contínua no autismo: Uma revisão sistemática. *Revista Psicologia: Teoria e Prática*, *19*(1), 176-207. <https://doi.org/10.5935/1980-6906/psicologia.v19n1p192-207>
- Figeys, M., Zeeman, M., & Kim, E. S. (2021). Effects of transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on cognitive performance and cerebral oxygen hemodynamics: A Systematic review. *Frontiers in Human Neuroscience*, *15*, Article e623315.  
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.623315>

- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. *American Psychologist*, *34*(10), 906-911. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0003-066X.34.10.906>
- Fleming, S. M. (2021). *Know thyself: The science of self-awareness*. Basic Books.
- Fleming, S. M. (2024). Metacognition and confidence: A review and synthesis. *Annual Review of Psychology*, *75*, 241-268. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-022423-032425>
- Fleming, S. M., & Dolan, R. J. (2012). The neural basis of metacognitive ability. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *367*(1594), 1338-1349. <https://doi.org/10.1098/rstb.2011.0417>
- Fleming, S. M., Dolan, R. J., & Frith, C. D. (2012). Metacognition: computation, biology and function. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *367*(1594), 1280-1286. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0021>
- Fleming, S. M., & Frith, C. D. (2014). Metacognitive neuroscience: An introduction. In S. M. Fleming, & C. D. Frith (Eds.), *The Cognitive Neuroscience of Metacognition* (pp. 1-6). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-45190-4>
- Fleming, S. M., & Lau, H. C. (2014). How to measure metacognition. *Frontiers in Human Neuroscience*, *8*, Article e443. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00443>
- Fritsch, B., Reis, J., Martinowich, K., Schambra, H. M., Ji, Y., Cohen, L. G., & Lu, B. (2010). Direct current stimulation promotes BDNF-dependent synaptic plasticity: Potential implications for motor learning. *Neuron*, *66*(2), 198-204. doi:10.1016/j.neuron.2010.03.035
- Gaillard, S., Oláh, Z. A., Venmans, S., & Burke, M. (2021). Countering the cognitive, linguistic, and psychological underpinnings behind susceptibility to fake news: A review of current literature with special focus on the role of age and digital literacy. *Frontiers in Communication*, *6*, Article e661801. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2021.661801>

- Galton, F. (1879). Psychometric experiments. *Brain*, 2(2), 149-162.  
<https://doi.org/10.1093/brain/2.2.149>
- Gaynor, A. M. (2018). *The relationship between cognitive and neural bases of metamemory judgments* [Ph. D Dissertation, City University of New York]. CUNY Academic Works.  
[https://academicworks.cuny.edu/gc\\_etds/2798/](https://academicworks.cuny.edu/gc_etds/2798/)
- Gaynor, A. M., & Chua, E. F. (2017). tDCS over the prefrontal cortex alters objective but not subjective encoding. *Cognitive Neuroscience*, 8(3), 156-161.  
<https://doi.org/10.1080/17588928.2016.1213713>
- Gaynor, A. M., & Chua, E. F. (2019). Transcranial direct current stimulation over the prefrontal cortex alters encoding and judgments of learning based on fluency. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 31(11), 1710-1725. [https://doi.org/10.1162/jocn\\_a\\_01449](https://doi.org/10.1162/jocn_a_01449)
- 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>
- Goodman, L. A., & Kruskal, W. H. (1954). Measures of association for cross classifications. *Journal of the American Statistical Association*, 49, 732-764.  
<https://doi.org/10.1080/01621459.1954.10501231>
- Gorenstein, C., Pang, W. Y., Argimon, I. L., & Werlang, B. S. G. (2011). *Manual do Inventário de Depressão de Beck: BDI-II*. Casa do Psicólogo.
- Halvorsen, M., Hagen, R., Hjemdal, O., Eriksen, M. S., Sørli, Å. J., Waterloo, K., ... & Wang, C. E. (2015). Metacognitions and thought control strategies in unipolar major depression: A comparison of currently depressed, previously depressed, and never-depressed individuals. *Cognitive Therapy and Research*, 39(1), 31-40. <https://doi.org/10.1007/s10608-014-9638-4>
- Hart, J. T. (1965). Memory and the feeling-of-knowing experience. *Journal of Educational Psychology*, 56(4), 208-216 <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0022263>



- Hauser, T. U., Allen, M., Purg, N., Moutoussis, M., Rees, G., & Dolan, R. J. (2017). Noradrenaline blockade specifically enhances metacognitive performance. *Elife*, 6, Article e24901. <https://doi.org/10.7554/eLife.24901>
- 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>
- Horvath, J. C., Forte, J. D., & Carter, O. (2015). Quantitative review finds no evidence of cognitive effects in healthy populations from single-session transcranial direct current stimulation (tDCS). *Brain Stimulation*, 8(3), 535-550. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2015.01.400>
- Hoven, M., Lebreton, M., Engelmann, J. B., Denys, D., Luigjes, J., & van Holst, R. J. (2019). Abnormalities of confidence in psychiatry: an overview and future perspectives. *Translational Psychiatry*, 9(1), Article e268. <https://doi.org/10.1038/s41398-019-0602-7>
- Hubbard, R. J., Zadeh, I., Jones, A. P., Robert, B., Bryant, N. B., Clark, V. P., & Pilly, P. K. (2021). Brain connectivity alterations during sleep by closed-loop transcranial neurostimulation predict metamemory sensitivity. *Network Neuroscience*, 5(3), 734-756. [https://doi.org/10.1162/netn\\_a\\_00201](https://doi.org/10.1162/netn_a_00201)
- Huber, B. N., Fulton, E. K., & Gray, D. (2022). Meta-prospective memory accuracy in young adults with and without depressive symptoms. *Applied Neuropsychology: Adult*, 1-12. <https://doi.org/10.1080/23279095.2022.2068372>
- Hughes, G. I., & Thomas, A. K. (2022). When memory and metamemory align: How processes at encoding influence delayed judgment-of-learning accuracy. *Journal of Intelligence*, 10(4), Article e101. <https://doi.org/10.3390/jintelligence10040101>
- Hui, Y. (2019). *Recursivity and contingency*. Rowman & Littlefield.

- IBM Corp. (2013). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp. [Computer software].
- Imperio, C. M. (2023). *Transcranial direct current stimulation studies investigating the role of the DLPFC in memory and metamemory* [Doctoral dissertation, City University of New York]. CUNY Academic Works. [https://academicworks.cuny.edu/gc\\_etds/5314](https://academicworks.cuny.edu/gc_etds/5314)
- Imperio, C. M., & Chua, E. F. (2023). HD-tDCS over the left DLPFC increases cued recall and subjective question familiarity rather than other aspects of memory and metamemory. *Brain Research, 1819*, Article e148538. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2023.148538>
- Janczura, G. A., Castilho, G. M., Keller, V. N., & Oliveira, N. R. (2016). Normas de associação livre para 1004 palavras do português brasileiro. *Psicologia: Teoria e Pesquisa, 32*, 1-7. <https://doi.org/10.1590/0102-3772e32ne23>
- Janczura, G. A., Castilho, G. M., Rocha, N. O., Van Erven, T. D. J. C., & Huang, T. P. (2007). Normas de concretude para 909 palavras da língua portuguesa. *Psicologia: Teoria e Pesquisa, 23*, 195-204. <https://doi.org/10.1590/S0102-37722007000200010>
- Janczura, G. A., & Nelson, D. L. (2006). A hipótese da acessibilidade conceitual para a tipicidade e a produção linguística. *Psicologia: Reflexão e Crítica, 19*(3), 491–497. doi:10.1590/s0102-79722006000300018
- Janowsky, J. S., Shimamura, A. P., Kritchevsky, M., & Squire, L. R. (1989). Cognitive impairment following frontal lobe damage and its relevance to human amnesia. *Behavioral Neuroscience, 103*(3), 548-560. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0735-7044.103.3.548>
- Kane, M. J., Conway, A. R., Miura, T. K., & Colflesh, G. J. (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://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0278-7393.33.3.615>

- Kelemen, W. L., & Weaver III, C. A. (1997). Enhanced memory at delays: Why do judgments of learning improve over time? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 23(6), 1394–1409. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0278-7393.23.6.1394>
- Konietschke, F., Bathke, A. C., Hothorn, L. A., & Brunner, E. (2010). Testing and estimation of purely nonparametric effects in repeated measures designs. *Computational Statistics & Data Analysis*, 54(8), 1895–1905. <https://doi.org/10.1016/j.csda.2010.02.019>
- Koriat, A. (1997). Monitoring one's own knowledge during study: A cue-utilization approach to judgments of learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 126(4), 349-370. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0096-3445.126.4.349>
- Koriat, A. (2007). Metacognition and consciousness. In P. D. Zelazo, M. Moscovich, & E. Thompson (Eds.), *The Cambridge Handbook of Consciousness* (pp. 289-325). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816789>
- Koriat, A. (2012). The subjective confidence in one's knowledge and judgements: Some metatheoretical considerations. In M. J. Beran, J. L. Brandl, J. Perner, & J. Proust (Ed.), *Foundations of Metacognition* (pp. 213-233). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199646739.001.0001>
- Koriat, A., & Bjork, R. A. (2006). Mending metacognitive illusions: A comparison of mnemonic-based and theory-based procedures. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 32(5), 1133-1145. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.32.5.1133>
- Koriat, A., & Levy-Sadot, R. (2001). The combined contributions of the cue-familiarity and accessibility heuristics to feelings of knowing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 27(1), 34-53. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0278-7393.27.1.34>

- Kwok, S. C., Cai, Y., & Buckley, M. J. (2019). Mnemonic introspection in macaques is dependent on superior dorsolateral prefrontal cortex but not orbitofrontal cortex. *Journal of Neuroscience*, *39*(30), 5922-5934. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0330-19.2019>
- Lak, A., Nomoto, K., Keramati, M., Sakagami, M., & Kepecs, A. (2017). Midbrain dopamine neurons signal belief in choice accuracy during a perceptual decision. *Current Biology*, *27*(6), 821-832. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.02.026>
- Leonesio, R. J., & Nelson, T. O. (1990). Do different metamemory judgments tap the same underlying aspects of memory? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *16*(3), 464-470. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0278-7393.16.3.464>
- Li, T. T. (2024). *Effects of transcranial direct current stimulation on metamemory vary by task difficulty* [M.S. Thesis, City University of New York]. CUNY Academic Works. [https://academicworks.cuny.edu/gc\\_etds/5670](https://academicworks.cuny.edu/gc_etds/5670)
- Luna, K., Martín-Luengo, B., & Albuquerque, P. B. (2018). Do delayed judgements of learning reduce metamemory illusions? A meta-analysis. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *71*(7), 1626-1636. <https://doi.org/10.1080/17470218.2017.1343362>
- Lysaker, P. H., Erickson, M., Ringer, J., Buck, K. D., Semerari, A., Carcione, A., & Dimaggio, G. (2011). Metacognition in schizophrenia: The relationship of mastery to coping, insight, self-esteem, social anxiety, and various facets of neurocognition. *British Journal of Clinical Psychology*, *50*(4), 412-424. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8260.2010.02003.x>
- Martin, A. M. S., & Lysaker, P. H. (2022). Metacognition, adaptation, and mental health. *Biological Psychiatry*, *91*(8), Article e31-e32. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2021.09>
- 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>

- McCaig, R. G., Dixon, M., Keramatian, K., Liu, I., & Christoff, K. (2011). Improved modulation of rostral lateral prefrontal cortex using real-time fMRI training and meta-cognitive awareness. *Neuroimage*, *55*(3), 1298-1305. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.12.016>
- McDermott, C. J., & Rushford, N. (2011). Dysfunctional metacognitions in anorexia nervosa. *Eating and Weight Disorders-Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity*, *16*, Article e49-e55. <https://doi.org/10.1007/BF03327521>
- McEvoy, C. L., Nelson, D. L., & Komatsu, T. (1999). What is the connection between true and false memories? The differential roles of interitem associations in recall and recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *25*(5), 1177-1194.
- Miyamoto, K., Osada, T., Setsuie, R., Takeda, M., Tamura, K., Adachi, Y., & Miyashita, Y. (2017). Causal neural network of metamemory for retrospection in primates. *Science*, *355*(6321), 188-193. <https://doi.org/10.1126/science.aal0162>
- Monção, M. R. F., & Honda, H. (2019). O estatuto de regra fundamental da associação livre: Sobre as bases teóricas da técnica da psicanálise. *Estudos Interdisciplinares em Psicologia*, *10*(2), 41–58. <https://doi.org/10.5433/2236-6407.2019v10n2p41>
- Müller, D., Habel, U., Brodtkin, E. S., & Weidler, C. (2022). High-definition transcranial direct current stimulation (HD-tDCS) for the enhancement of working memory – A systematic review and meta-analysis of healthy adults. *Brain Stimulation*, *15*(6), 1475-1485. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2022.11.001>
- Nascimento, W. K., Queiroz, M. E. B. S., Costa, L. P., Oliveira, E. A., Fernández-Calvo, B., & Andrade, S. M. (2020). Estimulação transcraniana por corrente contínua na doença de Alzheimer: Uma revisão sistemática. *Research, Society and Development*, *9*(12), Article e43291210459-e43291210459. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i12.10459>

- Nelson, D. L., & Goodmon, L. B. (2003). Disrupting attention: The need for retrieval cues in working memory theories. *Memory & Cognition*, *31*(1), 65-76.  
<https://doi.org/10.3758/BF03196083>
- Nelson, D. L., Kitto, K., Galea, D., McEvoy, C. L., & Bruza, P. D. (2013). How activation, entanglement, and searching a semantic network contribute to event memory. *Memory & Cognition*, *41*, 797-819. doi.10.3758/s13421-013-0312-y
- Nelson, D. L., McEvoy, C. L., & Schreiber, T. A. (2004). The University of South Florida free association, rhyme, and word fragment norms. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, *36*(3), 402-407. <https://doi.org/10.3758/BF03195588>
- Nelson, D. L., McKinney, V. M., Gee, N. R., & Janczura, G. A. (1998). Interpreting the influence of implicitly activated memories on recall and recognition. *Psychological Review*, *105*(2), 299-324. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.105.2.299>
- Nelson, D. L., & Schreiber, T. A. (1992). Word concreteness and word structure as independent determinants of recall. *Journal of Memory and Language*, *31*(2), 237-260. doi:10.1016/0749-596X(92)90013-N
- Nelson, D. L., Schreiber, T. A., & McEvoy, C. L. (1992). Processing implicit and explicit representations. *Psychological Review*, *99*(2), 322-348.  
<https://doi.org/10.1037/0033-295x.99.2.322>
- Nelson, T. O. (1984). A comparison of current measures of the accuracy of feeling-of-knowing predictions. *Psychological Bulletin*, *95*(1), 109-133.  
<https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0033-2909.95.1.109>
- Nelson, T. O., Gerler, D., & Narens, L. (1984). Accuracy of feeling-of-knowing judgments for predicting perceptual identification and relearning. *Journal of Experimental Psychology: General*, *113*(2), 282-300. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0096-3445.113.2.282>

- Nelson, T. O., & Narens, L. (1990). Metamemory: A theoretical framework and new findings. *The Psychology of Learning and Motivation*, 26, 125-173.  
[https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60053-5](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60053-5)
- Nitsche, M. A., & Paulus, W. (2000). Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. *The Journal of Physiology*, 527(Pt 3), 633-639. doi: 10.1111/j.1469-7793.2000.t01-1-00633.x
- Nitsche, M. A., & Paulus, W. (2001). Sustained excitability elevations induced by transcranial DC motor cortex stimulation in humans. *Neurology*, 57(10), 1899-1901.  
<https://doi.org/10.1212/WNL.57.10.1899>
- Noguchi, K., Gel, Y. R., Brunner, E., & Konietzschke, F. (2012). nparLD: An R Software Package for the nonparametric analysis of longitudinal data in factorial experiments. *Journal of Statistical Software*, 50(12), 1-23. <https://doi.org/10.18637/jss.v050.i12>
- Nordahl, H., Anyan, F., Hjemdal, O., & Wells, A. (2022). Metacognition, cognition and social anxiety: A test of temporal and reciprocal relationships. *Journal of Anxiety Disorders*, 86, Article e102516. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2021.102516>
- Norman, E., Pfuhl, G., Sæle, R. G., Svartdal, F., Låg, T., & Dahl, T. I. (2019). Metacognition in psychology. *Review of General Psychology*, 23(4), 403-424.  
<https://doi.org/10.1177/1089268019883821>
- Oliveira, H. M., & Albuquerque, P. B. D. (2015). Mecanismos explicativos das falsas memórias no Paradigma DRM. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 28, 554-564.
- 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>
- Perner, J. (2012). MiniMeta: In search of minimal criteria for metacognition. In M. J. Beran, J. L. Brandl, J. Perner, & J. Proust (Eds.), *Foundations of Metacognition* (pp. 94-116). Oxford University Press.

- Pieschl, S. (2009). Metacognitive calibration: An extended conceptualization and potential applications. *Metacognition and Learning, 4*, 3-31.  
<https://doi.org/10.1007/s11409-008-9030-4>
- Pinker, S., & Jackendoff, R. (2005). The faculty of language: What's special about it? *Cognition, 95*(2), 201-236. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2004.08.004>
- 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.
- Proust, J. (2013). *The philosophy of metacognition: Mental agency and self-awareness*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199602162.001.0001>
- Raaijmakers, J. G., & Shiffrin, R. M. (1981). Search of associative memory. *Psychological Review, 88*(2), 93-134. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0033-295X.88.2.93>
- Rhodes, M. G. (2016). Judgments of learning: Methods, data, and theory. In J. Dunlosky, & S. K. Tauber (Eds.), *The Oxford Handbook of Metamemory* (pp. 65-80). Oxford University Press.
- Rhodes, M. G., & Tauber, S. K. (2011). The influence of delaying judgments of learning on metacognitive accuracy: a meta-analytic review. *Psychological Bulletin, 137*(1), 131–148.  
<https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/a0021705>
- Rivers, M. L., Janes, J. L., & Dunlosky, J. (2021). Investigating memory reactivity with a within-participant manipulation of judgments of learning: Support for the cue-strengthening hypothesis. *Memory, 29*(10), 1342-1353. doi: 10.1080/09658211.2021.1985143
- Roebbers, C. M. (2017). Executive function and metacognition: Towards a unifying framework of cognitive self-regulation. *Developmental Review, 45*, 31-51.  
<https://doi.org/10.1016/j.dr.2017.04.001>



- Roediger, H. L., & McDermott, K. B. (1995). Creating false memories: Remembering words not presented in lists. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *21*(4), 803-814.
- Rollwage, M., Dolan, R. J., & Fleming, S. M. (2018). Metacognitive failure as a feature of those holding radical beliefs. *Current Biology*, *28*(24), 4014-4021.  
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.10.053>
- Rosa, M. A., & Lisanby, S. H. (2012). Somatic treatments for mood disorders. *Neuropsychopharmacology*, *37*(1), 102-116. <https://doi.org/10.1038/npp.2011.225>
- Rose, N. S., Thomson, H., & Kliegel, M. (2020). No effect of transcranial direct-current stimulation to dorsolateral prefrontal cortex on naturalistic prospective memory in healthy young and older adults. *Journal of Cognitive Enhancement*, *4*(2), 211-218.  
<https://doi.org/10.1007/s41465-019-00155-2>
- Rouault, M., McWilliams, A., Allen, M. G., & Fleming, S. M. (2018). Human metacognition across domains: Insights from individual differences and neuroimaging. *Personality Neuroscience*, *1*, Article e17. <https://doi.org/10.1017/pen.2018.16>
- Saccenti, D., Moro, A. S., Sassaroli, S., Malgaroli, A., Ferro, M., & Lamanna, J. (2024). Neural correlates of metacognition: Disentangling the brain circuits underlying prospective and retrospective second-order judgments through noninvasive brain stimulation. *Journal of Neuroscience Research*, *102*(4), Article e25330.  
<https://doi.org/10.1016/j.nlm.2013.12.008>
- Saldanha, J. S. (2020). *Efeitos da estimulação transcraniana de corrente contínua no processamento sensorial e na memória de trabalho em diferentes faixas etárias* (Tese de Doutorado, Programa de Pós Graduação em Medicina: Ciências Médicas, UFRGS). Lume repositório digital UFRGS. <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/214007>

- Saldanha, J. S., Zortea, M., Deliberali, C. B., Nitsche, M. A., Kuo, M. F., Torres, I. L. D. S., ... & Caumo, W. (2020). Impact of age on tDCS effects on pain threshold and working memory: Results of a proof of concept cross-over randomized controlled study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *12*, Article e189. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2020.00189>
- Schneider, W. (2008). The development of metacognitive knowledge in children and adolescents: Major trends and implications for education. *Mind, Brain, and Education*, *2*(3), 114-121. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2008.00041.x>
- Schwartz, B. L. (1994). Sources of information in metamemory: Judgments of learning and feelings of knowing. *Psychonomic Bulletin & Review*, *1*(3), 357-375. <https://doi.org/10.3758/BF03213977>
- Schwartz, B. L., Benjamin, A. S., & Bjork, R. A. (1997). The inferential and experiential bases of metamemory. *Current Directions in Psychological Science*, *6*(5), 132–137. doi:10.1111/1467-8721.ep10772899
- Senkowski, D., Sobirey, R., Haslacher, D., & Soekadar, S. R. (2022). Boosting working memory: Uncovering the differential effects of tDCS and tACS. *Cerebral Cortex Communications*, *3*(2), Article etgac018. <https://doi.org/10.1093/texcom/tgac018>
- Serrano, P. V., Zortea, M., Alves, R. L., Beltrán, G., Bavaresco, C., Ramalho, L., ... & Caumo, W. (2022). The effect of home-based transcranial direct current stimulation in cognitive performance in fibromyalgia: A randomized, double-blind sham-controlled trial. *Frontiers in Human Neuroscience*, *16*, Article e992742. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.992742>
- Seow, T. X., Rouault M., Gillan, C.M., & Fleming, S.M. (2021). How local and global metacognition shape mental health. *Biological Psychiatry*, *90*(7), 436-446. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2021.05.013>

- Silaj, K. M., Schwartz, S. T., Siegel, A. L., & Castel, A. D. (2021). Test anxiety and metacognitive performance in the classroom. *Educational Psychology Review*, 33(4), 1809-1834. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09598-6>
- Silva, A. F., Volz, M. S., Bikson, M., & Fregni, F. (2011). Electrode positioning and montage in transcranial direct current stimulation. *Journal of Visualized Experiments (JoVE)*, 51, 1-11. doi:10.3791/2744
- Silva, M. C. D., Cruz, A. P. M., & Teixeira, M. O. (2021). Depression, anxiety, and drug usage history indicators among institutionalized juvenile offenders of Brasília. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 34, Article e17. <https://doi.org/10.1186/s41155-021-00184-x>
- Sousa, M. C. C., Medeiros, P. C. B., Silva, F. F., Silva, A. C. M. M., & Santos, L. B. (2024). Efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua na memória de trabalho de idosos. *Boletim de Conjuntura (BOCA)*, 17(49), 794-821.
- Spada, M. M., Nikcevic, A. V., Moneta, G. B., & Ireson, J. (2006). Metacognition as a mediator of the effect of test anxiety on a surface approach to studying. *Educational Psychology*, 26(5), 615-624. <https://doi.org/10.1080/01443410500390673>
- Stagg, C. J., & Nitsche, M. A. (2011). Physiological basis of transcranial direct current stimulation. *The Neuroscientist*, 17(1), 37-53. <https://doi.org/10.1177/1073858410386614>
- Stein, D. J., Fernandes Medeiros, L., Caumo, W., & Torres, I. L. (2020). Transcranial direct current stimulation in patients with anxiety: Current perspectives. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 16, 161-169. <https://doi.org/10.2147/ndt.s195840>
- Stein, L. M., & Pergher, G. K. (2001). Criando falsas memórias em adultos por meio de palavras associadas. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 14, 353-366.
- Tauber, S. K., Dunlosky, J., & Rawson, K. A. (2015). The influence of retrieval practice versus delayed judgments of learning on memory: Resolving a memory-metamemory paradox.

*Experimental Psychology*, 62(4), 254-263.

<https://psycnet.apa.org/doi/10.1027/1618-3169/a000296>

Tauber, S. K., & Rhodes, M. G. (2010). Metacognitive errors contribute to the difficulty in remembering proper names. *Memory*, 18(5), 522-532.

<https://doi.org/10.1080/09658211.2010.481818>

Tedla, J. S., Sangadala, D. R., Reddy, R. S., Gular, K., & Dixit, S. (2023). High-definition transcranial direct current stimulation and its effects on cognitive function: A systematic review. *Cerebral Cortex*, 33(10), 6077-6089. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhac485>

Thomas, A. K., Bulevich, J. B., & Dubois, S. J. (2012). An analysis of the determinants of the feeling of knowing. *Consciousness and Cognition*, 21(4), 1681-1694.

<https://doi.org/10.1016/j.concog.2012.09.005>

Vaccaro, A. G., & Fleming, S. M. (2018). Thinking about thinking: A coordinate-based meta-analysis of neuroimaging studies of metacognitive judgements. *Brain and Neuroscience Advances*, 2, Article e2398212818810591.

<https://doi.org/10.1177/2398212818810591>

Vitor-Costa, M., Pereira, L. A., Montenegro, R. A., Okano, A. H., & Altimari, L. R. (2012). A estimulação transcraniana por corrente contínua como recurso ergogênico: Uma nova perspectiva no meio esportivo. *Revista da Educação Física/UEM*, 23, 167-174.

<https://doi.org/10.4025/reveducfis.v23i2.10670>

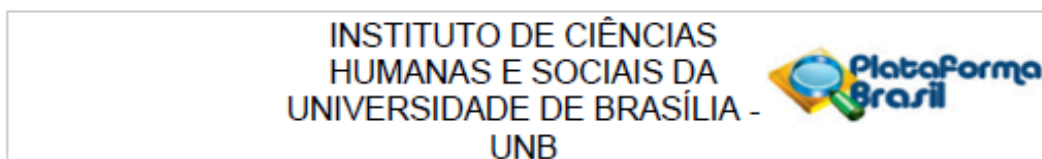
Wang, J., Li, Y., Wang, S., Guo, W., Ye, H., Shi, J., & Luo, J. (2021). Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) over the Frontopolar Cortex (FPC) alters the demand for precommitment. *Behavioural Brain Research*, 414, 113487.

<https://doi.org/10.1016/j.bbr.2021.113487>

- Woodham, R., Rimmer, R. M., Mutz, J., & Fu, C. H. (2021). Is tDCS a potential first line treatment for major depression? *International Review of Psychiatry*, 33(3), 250-265.  
<https://doi.org/10.1080/09540261.2021.1879030>
- Woods, A. J., Antal, A., Bikson, M., Boggio, P. S., Brunoni, A. R., Celnik, P., Cohen, L. G., Fregni, F., Herrmann, C. S., Kappenman, E. S., Knotkova, H., Liebetanz, D., Miniussi, C., Miranda, P. C., Paulus, W., Priori, A., Reato, D., Stagg, C., Wenderoth, N., & Nitsche, M. A. (2016). A technical guide to tDCS, and related non-invasive brain stimulation tools. *Clinical Neurophysiology*, 127(2), 1031-1048. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2015.11.012>
- Ye, Q., Zou, F., Lau, H., Hu, Y., & Kwok, S. C. (2018). Causal evidence for mnemonic metacognition in human precuneus. *Journal of Neuroscience*, 38(28), 6379-6387.  
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0660-18.2018>
- Zheng, Y., Wang, D., Ye, Q., Zou, F., Li, Y., & Kwok, S. C. (2021). Diffusion property and functional connectivity of superior longitudinal fasciculus underpin human metacognition. *Neuropsychologia*, 156, Article e107847.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2021.107847>
- Zortea, M., Jou, G. I. D., & Salles, J. F. D. (2014). Tarefa experimental de metamemória para avaliar monitoramento e controle de memória. *Psico-USF*, 19, 329-344.  
<https://doi.org/10.1590/1413-82712014019002012>

## Apêndice A

## Parecer CEP/CHS



Continuação do Parecer: 6.140.335

Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1995687.pdf	26/05/2023 15:30:21		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	cep_CHS_modelo_termo_de_aceite_institucional_revisado_Assinado_Diretora_IP.pdf	26/05/2023 15:28:59	GABRIEL GAUSS DE MORAES MORAIS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	cep_CHS_modelo_termo_de_aceite_institucional_revisado_Assinado_Decana_de_Pesquisa_e_Inovacao.pdf	26/05/2023 15:28:40	GABRIEL GAUSS DE MORAES MORAIS	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Carta_de_revisao_etica.pdf	26/05/2023 15:26:12	GABRIEL GAUSS DE MORAES	Aceito
Declaração de Pesquisadores	cep_CHS_modelo_carta_de_encaminhamento_preenchido.pdf	26/05/2023 15:21:49	GABRIEL GAUSS DE MORAES	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	26/05/2023 15:20:50	GABRIEL GAUSS DE MORAES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_Pesquisa.pdf	26/05/2023 15:20:29	GABRIEL GAUSS DE MORAES MORAIS	Aceito
Outros	Instrumentos_de_Coleta_de_Dados.pdf	26/05/2023 15:19:31	GABRIEL GAUSS DE MORAES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	26/05/2023 15:18:46	GABRIEL GAUSS DE MORAES MORAIS	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Curriculo_Lattes_Goiara_Mendonca_de_Castilho.pdf	08/03/2023 20:16:47	GABRIEL GAUSS DE MORAES	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Curriculo_Lattes_Gabriel_Gauss_de_Morais_Morais.pdf	08/03/2023 20:16:11	GABRIEL GAUSS DE MORAES	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRosto_Assinada.pdf	18/01/2023 18:00:40	GABRIEL GAUSS DE MORAES	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BRASÍLIA, 25 de Junho de 2023

Assinado por:  
ANDRE VON BORRIES LOPES  
(Coordenador(a))

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

## **Apêndice B**

### **Formulário Google Forms (Convite)**

Convidamos você para participar da pesquisa: O Efeito da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua na Performance da Memória

Essa pesquisa tem por objetivo investigar a influência da estimulação transcraniana por corrente contínua nas performances de memória. Assim, gostaria de consultá-lo/a sobre seu interesse e disponibilidade em cooperar com a pesquisa, permitindo avanços científicos na pesquisa de neurociência cognitiva, assim como na avaliação do potencial uso da estimulação transcraniana como um recurso útil em contexto de aprendizagem ou como intervenção em contextos clínicos.

Para que participe desta pesquisa é necessário que tenha idade entre 18 e 35 anos, que seja estudante universitário ou tenha concluído uma graduação e que responda às duas escalas presentes neste formulário. Caso aceite participar deste experimento e tenha preenchido os critérios de participação, você será convidado(a) a realizar tarefas de memória enquanto utiliza o aparelho de estimulação transcraniana por corrente contínua, no qual consiste em dois eletrodos postos sobre o couro cabeludo onde uma levíssima corrente elétrica será aplicada durante o tempo das tarefas de memória. O procedimento será realizado em um computador no Laboratório de Processos Cognitivos, na Universidade de Brasília (UnB), localizado no mezanino do ICC Sul (Sala A1-068/7). Neste experimento, você verá estímulos visuais apresentados e deverá lembrar-se deles para responder a algumas perguntas. É previsto cerca de 40 minutos de duração da pesquisa, desde a entrada no laboratório até a finalização do experimento.

O responsável por esta pesquisa é o mestrando Gabriel Gauss de Moraes Morais, estudante pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento (PPG-CdC) da Universidade de Brasília (UnB), tendo como orientadora a Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Goiara Mendonça de Castilho.

As identidades dos participantes serão mantidas em sigilo e os dados desta pesquisa serão divulgados apenas em reuniões e publicações científicas. Não haverá reembolso em dinheiro pela participação.

Serão fornecidos comprovantes de participação.

Caso tenha quaisquer dúvidas em relação a pesquisa, você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável por meio do email: [moraisgabrielgauss@gmail.com](mailto:moraisgabrielgauss@gmail.com)

Agradecemos a participação!

A seguir, por favor responda duas escalas e o questionário demográfico, para que possamos combinar um dia e horário para sua participação na pesquisa.





## Apêndice D

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “O efeito da estimulação transcraniana por corrente contínua na performance da memória”, de responsabilidade de Goiara Mendonça de Castilho, professora e pesquisadora da Universidade de Brasília, e de Gabriel Gauss de Moraes Morais, mestrando da Universidade de Brasília. O objetivo desta pesquisa é o de investigar a influência da estimulação transcraniana por corrente contínua nas performances de memória. Assim, gostaria de consultá-lo/a sobre seu interesse e disponibilidade em cooperar com a pesquisa.

Você receberá todos os esclarecimentos necessários antes, durante e após a finalização da pesquisa, e lhe asseguro que o seu nome não será divulgado, sendo mantido o mais rigoroso sigilo mediante a omissão total de informações que permitam identificá-lo/a. Os dados provenientes de sua participação na pesquisa, tais como questionários, entrevistas, fitas de gravação ou filmagem, ficarão sob a guarda do/da pesquisador/a responsável pela pesquisa.

A coleta de dados será realizada por meio de um questionário demográfico, escala de percepção de sensação física, escala de ansiedade, escala de depressão e duas tarefas de memória utilizando-se da estimulação transcraniana por corrente contínua sobre o couro cabeludo. É para estes procedimentos que você está sendo convidado a participar. Sua participação na pesquisa pode implicar em riscos tais como: O risco decorrente da participação na pesquisa é o de sentir um leve incômodo na cabeça em virtude do uso da estimulação transcraniana, relatado frequentemente como uma "coceira" ou "arrepio" na região, mas passíveis de habituação com o tempo. Para a verificação do nível de incômodo, será utilizada a Escala de Percepção de Sensação Física. Estes riscos serão minimizados com as seguintes estratégias: será utilizada a escala de percepção de sensação física para aferir a sensação física decorrente da estimulação transcraniana, caso apresente desconforto considerável, você será dispensado(a) da presente pesquisa.

Espera-se, com esta pesquisa, que sua participação venha a contribuir para o avanço científico na pesquisa de neurociência cognitiva, assim como na avaliação do potencial uso da estimulação transcraniana como um recurso útil em contexto de aprendizagem ou como intervenção em contextos clínicos.

Sua participação é voluntária e livre de qualquer remuneração ou benefício. 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.

Se você tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, você pode me contatar através do telefone (61) 991537729 ou pelo e-mail [goiaracastilho@gmail.com](mailto:goiaracastilho@gmail.com) ou através do telefone (61) 993152094 ou pelo e-mail [moraismoraisgabrielgauss@gmail.com](mailto:moraismoraisgabrielgauss@gmail.com). A equipe de pesquisa garante que os resultados do estudo serão devolvidos aos participantes por meio de devolução por e-mail, podendo ser publicados posteriormente na comunidade científica.

Este projeto foi revisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais (CEP/CHS) da Universidade de Brasília. As informações com relação à assinatura do TCLE ou aos direitos do participante da pesquisa podem ser obtidas por meio do e-mail do CEP/CHS: [cep\\_chs@unb.br](mailto:cep_chs@unb.br) ou pelo telefone: (61) 3107 1592.

Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com o/a pesquisador/a responsável pela pesquisa e a outra com você.

Assinatura do/da participante

Assinatura do/da pesquisador/a

Brasília, \_\_ de \_\_ de \_\_

## **Apêndice E**

### **Escala de Percepção de Sensação**

Indique qual das sensações abaixo representam melhor o momento atual com o aparelho:

- (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)
- (9) Muita Dor

## Apêndice F

**Tabela 7**

*Lista de Pares de Palavras (Pista-Alvo) por Associações Semânticas Forte e Fraca utilizados nas Fases de Treino e Estudo*

FASE	Pares de Palavras com Associação Semântica Fraca		Pares de Palavras com Associação Semântica Forte	
<b>Treino</b>	<b>PISTA</b>	<b>ALVO</b>	<b>PISTA</b>	<b>ALVO</b>
	Agonia	Pavor	Pé	Calo
	Chá	Gelado	Feio	Bonito
	Melodia	Letra	Moradia	Casa
	Pão	Fome	Saco	Lixo
	Sentar	Andar	Voz	Som
	Viajar	Carro	Latido	Cachorro
<b>Estudo</b>	Angústia	Coração	Árvore	Verde
	Saudade	Longe	Acordar	Cedo
	Funeral	Ruim	Corpo	Humano
	Acariciar	Afeto	Majestade	Rei
	Inverno	Quente	Pneu	Carro
	Juventude	Beleza	Ladrão	Roubo
	Rodoviária	Carro	Vestir	Roupa
	Veneno	Amargo	Zeloso	Cuidado
	Cesto	Pão	Música	Som
	Relaxamento	Cabelo	Grosso	Fino
	Refazer	Preguiça	Fermento	Bolo
	Objeto	Moto	Preto	Branco
	Horrível	Bom	Descartável	Copo
	Grade	Proteção	Elevado	Alto
	Emoção	Forte	Mesa	Cadeira
	Comprido	Calça	Caixão	Morte
Copo	Leite	Bola	Futebol	
Paladar	Olfato	Ritmo	Dança	

FASE	Pares de Palavras com Associação Semântica Fraca		Pares de Palavras com Associação Semântica Forte	
<b>Treino</b>	<b>PISTA</b>	<b>ALVO</b>	<b>PISTA</b>	<b>ALVO</b>
	Agonia	Pavor	Pé	Calo
	Chá	Gelado	Feio	Bonito
	Melodia	Letra	Moradia	Casa
	Pão	Fome	Saco	Lixo
	Sentar	Andar	Voz	Som
	Viajar	Carro	Latido	Cachorro
	Zoológico	Macaco	Mastro	Bandeira
	Repouso	Rede	Agulha	Linha
	Sossego	Bom	Inferior	Superior
	Bandeira	Branca	Empresário	Dinheiro
	Calcanhar	Dor	Amargo	Doce
	Novo	Casa	Higiene	Limpeza
	Onça	Medo	Couve	Flor

## Apêndice G

### Instruções Gerais do Experimento e Instruções para a Tarefa 2-back

Olá!

Neste experimento você irá realizar tarefas em que você deverá manter algumas informações na memória. Por isso, preste bastante atenção!

Começaremos com um treino da primeira tarefa para você compreender melhor as instruções.

#### Instruções para tarefa 2-Back

Instruções:

Será exibida uma sequência de 20 letras. A sua tarefa é determinar se a letra apresentada na tela foi exibida duas posições antes.

Se a letra for igual, então deverá apertar a tecla para a seta da "ESQUERDA".

Se a letra for diferente, então deverá apertar a tecla para a seta da "DIREITA".

Exemplo:

C-E-C-A-B-C...

Observe que letra C, na terceira posição, é igual à letra apresentada em duas posições antes (C), então a tecla a ser apertada é a tecla da ESQUERDA.

A letra A, na quarta posição, é diferente da letra apresentada em duas posições antes (E). Então você deve apertar a tecla com a seta para a DIREITA. E assim por diante.

Comece a responder apenas a partir da apresentação da 3ª letra na tela.

Seja o mais rápido possível, tendo em vista que a sequência de letras somente será exibida após a sua resposta.

Alguma dúvida?

*[TREINO REALIZADO]*

Agora que você treinou, fará mais uma rodada da tarefa com mais letras (40 letras).

Lembre-se novamente das instruções:

Tecla "ESQUERDA" se a letra que aparece na tela é igual à letra que apareceu à duas posições antes.

Tecla "DIREITA" se a letra que aparece na tela não é igual à letra que apareceu à duas posições antes.

Comece a responder apenas a partir da apresentação da 3ª letra na tela.

Alguma dúvida? Valendo a rodada!

## Apêndice H

### Instruções para a Tarefa de Metamemória

Agora você fará a última tarefa. Esta tarefa, assim como a anterior, envolverá sua memória. Por isso, preste bastante atenção!

Nesta tarefa, você deverá:

(1) Prestar atenção em uma série de pares de palavras apresentadas em 2 blocos. Cada par de palavras ficará em tela por 5 segundos.

(2) Após a apresentação de cada bloco de palavras, será apresentada uma palavra de cada par por vez. A sua tarefa é julgar o quanto você se lembra da palavra emparelhada. Para fazer o julgamento do quanto você se lembra, aperte uma das teclas de 1 à 4. Onde 1 é Com certeza não vou lembrar; 2 é "É pouco provável que eu vá lembrar"; 3 é "É bastante provável que eu vá lembrar"; e 4 é "Tenho certeza de que vou lembrar".

Siga para a próxima tela para mais instruções.

(3) Por fim, você deverá tentar lembrar qual era a palavra emparelhada e então escrevê-la. Caso não se lembre da palavra, tente adivinhar e escrever.

Obs: acento nas palavras não são importantes.

Primeiro vamos fazer um treino para você se familiarizar com a tarefa. No treino serão apresentados 2 blocos de 6 pares de palavras em cada.

Alguma dúvida?

Vamos começar então?

*[TREINO REALIZADO]*

Agora que realizou o treino, você continuará a tarefa com 25 pares de palavras por bloco (2 blocos).

Alguma dúvida? Dessa vez valendo!

Boa tarefa!