

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE PSICOLOGIA

DEPARTAMENTO DE PROCESSOS PSICOLÓGICOS BÁSICOS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO

COMPORTAMENTO

**INFLUÊNCIAS DA CARGA NA MEMÓRIA DE TRABALHO E
INTENSIDADE DE EXPRESSÕES FACIAIS NO
RECONHECIMENTO DE FACES DE RAIVA E NOJO EM
UNIVERSITÁRIOS**

MARTA KERR PONTES

Brasília

2017



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE PSICOLOGIA

DEPARTAMENTO DE PROCESSOS PSICOLÓGICOS BÁSICOS

PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO COMPORTAMENTO

**INFLUÊNCIAS DA CARGA NA MEMÓRIA DE TRABALHO E
INTENSIDADE DE EXPRESSÕES FACIAIS NO RECONHECIMENTO
DE FACES DE RAIVA E NOJO EM UNIVERSITÁRIOS**

MARTA KERR PONTES

Brasília

2017

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE PSICOLOGIA
DEPARTAMENTO DE PROCESSOS PSICOLÓGICOS BÁSICOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO COMPORTAMENTO

**INFLUÊNCIAS DA CARGA NA MEMÓRIA DE TRABALHO E
INTENSIDADE DE EXPRESSÕES FACIAIS NO RECONHECIMENTO
DE FACES DE RAIVA E NOJO EM UNIVERSITÁRIOS**

MARTA KERR PONTES

Orientadora: WÂNIA CRISTINA DE SOUZA, Ph. D.

Coorientador: LUCIANO GRÜDTNER BURATTO, Ph D.

Tese 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 grau de Doutor em Ciências do Comportamento (Área de Concentração: Cognição e Neurociência do Comportamento).

Brasília

2017

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE PSICOLOGIA
DEPARTAMENTO DE PROCESSOS PSICOLÓGICOS BÁSICOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO COMPORTAMENTO

Banca Examinadora

Presidente: Prof^a. Dra. Wânia Cristina de Souza

Departamento de Processos Psicológicos Básicos

Universidade de Brasília

Membro externo: Dr. Daniel de Paula Lima e Oliveira Lopes

Serviço de Psicologia

Rede Sarah de Hospitais de Reabilitação

Membro externo: Prof^a. Dr^a. Héliida Arrais Costa Vieira

Curso de Psicologia

Universidade de Fortaleza

Membro interno: Prof^a. Dr^a. Vânia Moraes Ferreira

Departamento de Processos Psicológicos Básicos

Universidade de Brasília

Membro suplente: Prof. Dr. Ricardo José de Moura

Departamento de Processos Psicológicos Básicos

Universidade de Brasília

Dedicatória

Dedico essa tese ao meu filho, Heitor, e à todas as mulheres que enfrentam desafios enormes para continuar estudando após se tornarem mães. Em especial, à minha mãe, Ligia, por ser fonte de inspiração por sua força e sabedoria, ensinando-me a ter consciência da minha responsabilidade para transformar essa realidade. Ser mãe é um ato político; ser mãe e continuar estudando é um ato revolucionário. Essa tese é para todas nós que daremos continuidade a essa revolução.

Agradecimentos

Agradeço à minha mãe por cada palavra de apoio, pelas lágrimas enxugadas, pela paciência para atender meus telefonemas todos os dias nos últimos dois meses para falar sobre essa tese e proporcionar "minha dose diária de autoconfiança". Por sempre ter me incentivado a seguir em frente. Gratidão por estar sempre ao meu lado e por acreditar.

Ao meu pai, por nunca ter medido esforços para proporcionar uma boa educação para mim e meus irmãos. Por ter me incentivado ao longo desse percurso, tentando me convencer de que eu facilmente escreveria "cinco páginas por dia" para defender a tese no prazo! Gratidão por ter me ensinado que a família é meu porto seguro e minha fortaleza.

Ao meu filho, por ter transformado meu mundo e ter se mantido firme na minha ausência enquanto me dediquei a essa tese. Agora estou de volta.

À minha orientadora, Wânia, por compartilhar seus conhecimentos e ter acreditado e investido em mim. Por sempre buscar uma solução para os problemas. Por proporcionar um ambiente de estudo confortável para que eu pudesse estudar e me dedicar à elaboração da tese. Por ter oferecido suporte e compreensão nos momentos difíceis. Gratidão pelo carinho.

Ao meu coorientador, Luciano, por compartilhar seus conhecimentos, colaborar com meu trabalho e contribuir com minha formação. Por ter tido paciência quando precisei refazer as planilhas e análises diversas vezes, fazendo suas contribuições sempre de forma delicada. Gratidão pela disponibilidade e dedicação à minha pesquisa.

À presidência, direção, lideranças e equipe da Rede Sarah de Hospitais de Reabilitação, pelo apoio e incentivo através da liberação semanal e licenças para que eu pudesse trabalhar na pesquisa.

Às minhas irmãs e ao meu irmão, por acreditarem em mim e estarem sempre ao meu lado e nas minhas melhores lembranças.

Ao meu padrasto, Carl, por todas as palavras de sabedoria e incentivo, celebrando comigo cada pequena conquista ao longo da pós-graduação.

Às minhas amigas e irmãs de coração, Eugênia e Débora, pela presença mesmo na ausência, pela força nos momentos de desânimo e pelas comemorações diante de cada vitória como se fossem de vocês (porque com as Três Marias é assim).

À minha família brasiliense, Caroline, Jônatas, Leandro e Lica, por todo o apoio, incentivo e força nos últimos anos. Carol, gratidão pelos cafés e pela disposição em ir à UnB comigo tarde da noite quando precisei. Jônatas, pela companhia nos almoços breves do fim de semana, que me davam força para continuar os estudos no período da tarde. Leandro, pela presença e companhia nos almoços, jantares e sorvetes. Lica, pelos cafés e por cuidar do Heitor para que eu pudesse estudar.

Às minhas "irmãs", Ana Karina, Cora, Izabela, Priscila e Suzana, por terem sido uma das principais redes de apoio em Brasília para que eu conseguisse trabalhar na minha pesquisa e cuidar do meu filho. Gratidão pela presença. Sigamos plenas.

À Fernanda, pela dedicação em me ajudar a cuidar do meu filho aos finais de semana para que eu pudesse estudar, proporcionando-me a tranquilidade de saber que ele estava com uma pessoa amorosa e responsável na minha ausência. Gratidão pelo carinho e compromisso.

Aos amigos e grupo de pesquisa do doutorado, por compartilharem as alegrias e os desafios da pós-graduação, em especial, à Ana Idalina e Adriana, parceiras nessa jornada.

À Luiza, por ter me ajudado na coleta dos dados com muita dedicação e compromisso.

À Andrea, por ter me ajudado a encontrar os caminhos para continuar seguindo em frente com essa pesquisa.

Aos participantes, por colaborarem com esse trabalho, disponibilizando tempo e esforço voluntariamente.

Resumo

Reconhecer expressões faciais de emoções sinalizadoras de ameaças é fundamental para a interação social humana. A memória de trabalho pode ter um papel relevante na cognição social para expressões faciais, em especial aquelas indicando algum tipo de ameaça. Esta pesquisa investigou se a carga na memória de trabalho interfere no reconhecimento de expressões faciais de raiva e nojo em duas intensidades, bem como se essa influência varia em função da capacidade de memória de trabalho, considerada uma medida das diferenças individuais na habilidade de controlar a atenção diante de elevada demanda atencional. Os participantes realizaram uma tarefa em que era necessário reconhecer expressões faciais de raiva e nojo ao mesmo tempo em que memorizavam a localização de quadrados apresentados na tela do computador. Os resultados mostraram que o aumento da carga na memória de trabalho diminuiu a discriminabilidade dos participantes, não sendo este apenas um resultado de mudança no viés de resposta, e que o efeito da carga variou em função da capacidade de memória de trabalho, diminuindo a discriminabilidade no grupo de baixa capacidade de memória de trabalho. É possível que esta mudança tenha relação com as possibilidades de alocação dos recursos de atenção controlada de cada grupo.

Palavras-chave: percepção de emoção, expressão facial, memória de trabalho, capacidade de memória de trabalho

Abstract

Recognizing facial expressions of threatening emotions is central to human social interaction. Working memory may play a role in social cognition for facial expressions, especially those indicating some kind of threat. This research investigated whether working memory load influences recognition of facial expressions of anger and disgust at two intensities, as well as whether this influence varies according to working memory capacity, which is a measure of individual differences in the ability to control attention under high attentional demand. Participants were asked to recognize facial expressions of anger and disgust while memorizing the location of squares displayed on a computer screen. The results indicate that increasing working memory load reduced participants' ability to discriminate facial expressions of anger and disgust. This was not a result of changes in response bias, and the effect of load varied according to working memory capacity. Discriminability decreased in low working memory capacity group, possibly due to more difficulty in allocating resources for controlled attention.

Keywords: emotion perception, facial expression, working memory, working memory capacity

Lista de figuras e tabelas

Figura 1. Variáveis do estudo na primeira fase de análises.....	35
Figura 2. Exemplos de fotos utilizadas no experimento.....	37
Figura 3. Instrumentos utilizados na pesquisa.....	39
Figura 4. <i>Span</i> complexos de memória de trabalho.....	41
Figura 5. Procedimento da tarefa de faces.....	43
Figura 6. Procedimento do estudo.....	46
Figura 7. Discriminabilidade em função da carga na memória de trabalho.....	50
Figura 8. Viés de resposta para expressões faciais em função da intensidade.....	52
Figura 9. Discriminabilidade em função da capacidade de memória de trabalho.....	55
Figura 10. Viés de resposta em função da capacidade de memória de trabalho.....	57
Figura 11. Acertos para expressões faciais de raiva em função da capacidade de memória de trabalho.....	60
Figura 12. Acertos para expressões faciais de nojo em função da capacidade de memória de trabalho.....	62
Tabela 1. Discriminabilidade em função da carga na memória de trabalho.....	50
Tabela 2. Viés de resposta em função da intensidade da expressão facial.....	51
Tabela 3. Discriminabilidade em função da capacidade de memória de trabalho.....	53
Tabela 4. Viés de resposta em função da capacidade de memória de trabalho.....	56
Tabela 5. Proporção de acertos em função da carga na memória de trabalho e intensidade da expressão.....	59

Sumário

Introdução	11
Processamento de estímulos e faces sinalizando ameaças	13
Cognição e processamento de estímulos emocionais	16
Memória de trabalho e capacidade de memória de trabalho.....	19
<i>Span</i> complexos como medidas de capacidade de memória de trabalho.....	22
Memória de trabalho e processamento de estímulos emocionais	23
Carga na memória de trabalho e reconhecimento de expressões faciais de raiva e nojo	27
Reconhecimento das expressões faciais de raiva e nojo em diferentes intensidades	31
Justificativa do estudo	32
Objetivos	33
Objetivos específicos	33
Método	34
Participantes	34
Delineamento experimental	34
Equipamentos	35
Estímulos.....	36
Instrumentos	38
<i>Span</i> complexos de memória de trabalho.....	39
Tarefa de reconhecimento de faces.....	41
Matrizes Progressivas Avançadas de Raven	44
Inventário de Depressão (BDI) e Ansiedade (BAI) das Escalas Beck.....	44
Procedimento	45
Análise dos dados	47
Resultados	49
Discriminabilidade	49
Viés de resposta	50
Capacidade de memória de trabalho e medida de inteligência fluida	52
Discriminabilidade em função da capacidade de memória de trabalho.....	53
Viés de resposta em função da capacidade de memória de trabalho	56
Proporção de acertos para o reconhecimento de expressões faciais de emoções	57
Proporção de acertos para o reconhecimento de expressões faciais de emoções em função da capacidade de memória de trabalho.....	62
Discussão.....	64
Discriminabilidade	64
Discriminabilidade em função da capacidade de memória de trabalho.....	66
Viés de resposta	69
Proporção de acertos para o reconhecimento de expressões faciais de emoções	71
Considerações finais	73

Referências	75
Anexos.....	95
Anexo A: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	95
Anexo B: Instruções do Piloto Para Seleção das Imagens Utilizadas no Experimento	98
Anexo C: Instruções dos <i>Span</i> Complexos de Memória de Trabalho	99
Anexo D: Instruções da Tarefa de Faces.....	112

A face humana revela uma variedade de sinais sociais importantes que podem ser detectados por outra pessoa. Informações como identidade, sexo, idade, intenção e estados emocionais, por exemplo, podem ser obtidas a partir da face, sendo a habilidade de reconhecê-las, bem como suas expressões emocionais, um fator essencial para o comportamento social (Bruce & Young, 2012).

Emitir e reconhecer expressões faciais de emoções tem um papel adaptativo na interação social humana, sendo importante para uma comunicação efetiva e, conseqüentemente, uma participação social satisfatória, já que é necessário o processamento de um conjunto de informações contextuais, inclusive não verbais, para que haja uma boa interação (Babbage et al., 2011; Hornak, Rolls, & Wade, 1996; Knox & Douglas, 2009; Schmidt & Cohn, 2001).

Indivíduos que apresentam doenças psiquiátricas, neurológicas ou lesões cerebrais frequentemente demonstram alterações de funções cognitivas e comprometimento da capacidade de reconhecer expressões faciais de emoções (Bornhofen & McDonald, 2008; Daros, Ruocco, Reilly, Harris, & Sweeney, 2014; Davies et al., 2016; Dujardin et al., 2004; Rangel et al., 2015). O déficit na habilidade de reconhecimento de expressões faciais devido a alterações no funcionamento cerebral está associado com pior funcionamento social (Babbage et al., 2011; Hornak et al., 1996), que se refere à forma como o indivíduo opera no ambiente com base em suas habilidades sociais e sua interação com os outros (Beauchamp & Anderson, 2010). Nesse sentido, a dificuldade no reconhecimento de expressões faciais está associada a pior prognóstico durante o processo de reabilitação, especialmente quanto à interação social (Knox & Douglas, 2009; Kucharska-Pietura, Phillips, Gernand, & David, 2003).

Tendo em vista que os encontros sociais podem ser extremamente breves, a rápida detecção e categorização das expressões faciais de emoções é de extrema relevância para o julgamento social (Sweeny, Suzuki, Grabowecky, & Paller, 2013).

Embora não seja consenso na literatura, existem evidências de que o repertório de expressões exibidas por humanos apresenta certa universalidade tanto na forma de expressão quanto no seu reconhecimento, uma vez que há semelhanças marcantes entre diversas culturas.

Darwin (1872) propôs que certas expressões faciais têm origem biológica clara e são universalmente reconhecíveis, tendo como contribuição marcante o fato de relacionar a tese da

universalidade à teoria da evolução. Em sua obra, ele afirma que diversos animais apresentam habilidades de emitir e reconhecer expressões faciais e que, portanto, essas características devem ter sido selecionadas ao longo do processo evolutivo. Esse autor considera que algumas dessas emoções parecem ter sido adquiridas mais cedo e, portanto, são compartilhadas por muitas espécies, enquanto outras se desenvolveram apenas em um período mais recente, sendo estritamente humanas.

Para testar a ideia de que as expressões e o reconhecimento das expressões faciais de emoções são universais, Ekman (Ekman & Friesen, 2003) visitou um grupo isolado na Nova Guiné que tinha praticamente nenhum contato com outras culturas. Ele contou algumas histórias com conteúdos emocionais e pediu que as pessoas demonstrassem como suas faces ficariam diante daquelas situações, sendo observado que suas expressões eram essencialmente as mesmas encontradas em outros lugares do mundo. Ele testou o reconhecimento de expressões a partir de um procedimento de escolha forçada, contando histórias e mostrando algumas fotos em que os participantes deveriam relacioná-las com uma categoria de emoção.

A partir dessas observações, ele sugeriu que existem seis emoções básicas compartilhadas pelas diferentes culturas: alegria, tristeza, raiva, medo, nojo e surpresa (Ekman & Friesen, 2003). Há controvérsia em relação à surpresa, sendo levantada a hipótese de que ela não seria uma emoção básica; bem como a inclusão de desprezo como uma dessas emoções (Bruce & Young, 2012). Estes aspectos foram mencionados pelo próprio Ekman (1992), mas a maioria dos estudos na área continua considerando as seis emoções mencionadas inicialmente.

As expressões faciais envolvem a movimentação de músculos específicos da face. Ekman e Friesen (1978) desenvolveram um sistema de registro que permite a codificação dos músculos em unidades de ação que participam das expressões faciais, o *Facial Action Coding System*. Este instrumento tem sido uma ferramenta útil para pesquisas, uma vez que fornece medidas objetivas para a descrição de expressões faciais.

Assim, considerando a tese da universalidade, as emoções básicas se referem àquelas que se desenvolveram para preparar os indivíduos para lidarem com uma série de tarefas fundamentais à vida, sendo selecionadas devido ao seu valor adaptativo: cada emoção básica compreende uma

associação entre um estado afetivo, uma expressão facial, uma atividade fisiológica e eventos antecedentes específicos (Ekman, 1992).

Processamento de estímulos e faces sinalizando ameaças

Um aspecto de valor adaptativo fundamental para a sobrevivência da espécie é ser capaz de identificar ameaças no ambiente, o que inclui reconhecer expressões faciais sinalizando algum tipo de perigo.

Sendo assim, o sistema neural humano se desenvolveu no sentido de permitir a detecção rápida e precisa de potenciais estímulos aversivos, possibilitando a decodificação de informação emocional e a seleção de comportamentos apropriados aos contextos específicos (Baxter & Croxson, 2012; Zhang, Liu, Zhou, Chen, & Luo, 2014; Zhang, Wang, Luo, & Luo, 2012). Diante disso, os indivíduos costumam alocar atenção de forma prioritária para estímulos e faces sinalizando ameaças (Öhman, Flykt, Esteves, 2001; Öhman & Mineka, 2001), além de apresentarem mais dificuldade para desengajar a atenção de eventos potencialmente perigosos (Belopolsky, Devue, & Theeuwes, 2011; Schupp et al., 2007).

Tem sido sugerido, portanto, que o processamento de estímulos emocionais é priorizado em relação aos neutros (Globisch, Hamm, Esteves, & Öhman, 1999; Hartikainen, Ogawa, & Knight, 2000; Vuilleumier, 2005), em especial aqueles que sinalizaram ameaça no passado evolutivo da espécie, como animais, faces ameaçadoras e estímulos condicionados a eles (Adolphs, 2008; Öhman, 1986; Öhman, Flykt, & Esteves, 2001; Öhman, Lundqvist, & Esteves, 2001).

Assim, os indivíduos teriam desenvolvido um sistema capaz de avaliar automaticamente eventos ameaçadores relacionados à sobrevivência da espécie, com acesso preferencial aos sistemas perceptuais e de alerta, o que explicaria porque se identificam mais rapidamente imagens de cobras e aranhas em comparação com flores e cogumelos (Öhman, Flykt, Esteves, 2001) e faces emocionais de raiva em relação às neutras e amigáveis (Öhman, Lundqvist, & Esteves, 2001), por exemplo.

Esses achados estimularam um extenso debate na literatura acerca de como os estímulos sinalizadores de ameaça são detectados: se automaticamente, ou seja, através de controle *bottom-*

*up*¹ por vias subcortiais e sem envolvimento da atenção e consciência, ou se haveria participação *top-down*² desde o início do processamento do estímulo. Este tema direcionou diversos estudos e resultados conflitantes foram apresentados ao longo dos anos (Brosch & Wieser, 2011).

Tradicionalmente, a principal hipótese para o processamento de estímulos emocionais considera que aqueles com relevância biológica seriam processados por vias especializadas e/ou substratos neurais dedicados ao processamento desse tipo de estímulo, operando de forma rápida, automática e não consciente.

De acordo com essa perspectiva, a amígdala tem um papel central no modelo de ativação do medo (Öhman, 2005; Phelps & LeDoux, 2005), ao qual LeDoux (2014) posteriormente denominou circuitos de defesa de sobrevivência para se referir aos sistemas de detecção e respostas à ameaças, distinguindo-os de respostas subjetivas e conscientes de medo. A amígdala poderia ser acessada através de duas rotas distintas: uma rota específica subcortical, a "rota-baixa", em que a informação sensorial passaria diretamente da retina para o colículo superior, seguindo para o núcleo pulvinar do tálamo e, então, chegaria à amígdala, possibilitando o processamento rápido e automático pela amígdala; a outra seria cortical, a "rota-alta", em que as informações passariam da retina para o núcleo lateral geniculado, seguindo para as áreas corticais de processamento visual onde ocorre o reconhecimento de objetos, e, por fim, a informação chegaria à amígdala para ativação emocional (LeDoux, 1996).

A amígdala, portanto, teria um papel relevante no processamento de estímulos emocionais, priorizando aqueles ameaçadores em relação aos neutros (Isenberg et al., 1999; Lang, Davis, & Öhman, 2000; Phelps & LeDoux, 2005) apresentados em múltiplas modalidades sensoriais, como olfativa, gustativa, visual e auditiva (Zald, 2003). Há evidências de que ela também participa do fornecimento de feedback para o córtex visual, modulando o processamento visual da informação em estágios iniciais (Anderson & Phelps, 2001; Vuilleumier, Richardson, Armony, Driver, & Dolan, 2004), influenciando o tipo de informação a que a atenção visual será direcionada (Adolphs et al., 2005) e atuando na distinção de expressões faciais ambíguas (Whalen, 1998).

¹ Processamento da informação procedente exclusivamente de *input* sensorial decorrente de análise perceptual (Corbetta & Shulman, 2002).

² Fluxo da informação proveniente de áreas corticais superiores para áreas subcortiais que contém conhecimento derivado de experiência prévia ao invés de apenas estimulação sensorial (Corbetta & Shulman, 2002)

Essa estrutura tem sido historicamente associada com a automaticidade do processamento de estímulos ameaçadores pelo fato de terem sido observadas respostas da amígdala independente de modulação atencional (Dolan & Vuilleumier, 2003; Killgore & Yurgelun-Todd, 2004; Pichon, de Gelder, & Grèzes, 2012; Rauch et al., 2000; Vuilleumier et al., 2002; Vuilleumier, Armony, Driver, & Dolan, 2001; Williams & Mattingley, 2004; Winston, O'Doherty, & Dolan, 2003), embora haja diferença na sua ativação de acordo com o tipo de emoção sinalizada (Anderson, Christoff, Panitz, De Rosa, & Gabrieli, 2003).

Morris, DeGelder, Weiskrantz e Dolan (2001) avaliaram um paciente com lesão no córtex visual primário que, embora não tenha apresentado sensação visual para os objetos mostrados, apresentou ativação da amígdala direita para faces de medo no campo cortical cego; eles sugeriram que essa ativação não consciente da amígdala seria mediada pelo colículo superior e o núcleo pulvinar do tálamo. Essas mesmas estruturas foram ativadas diante de imagens de faces de medo filtradas para baixas frequências espaciais (Vuilleumier, Armony, Driver, & Dolan, 2003).

Embora muitos estudos associem respostas da amígdala com estímulos emocionais negativos, há fortes evidências de que estímulos visuais novos (Weierich, Wright, Negreira, Dickerson, & Barrett, 2010), inesperados ou pouco comuns também parecem ativar essa estrutura (Blackford, Buckholz, Avery, & Zald, 2010). No entanto, é possível que apenas estímulos novos que contêm informações biologicamente relevantes sejam capazes de evocar respostas na amígdala (Balderston, Schultz, & Helmstetter, 2011; Sander, Grafman, & Zalla, 2003).

Portanto, a amígdala parece responder a uma classe de estímulos novos específicos, influenciada pelas características do estímulo e pelo contexto em que ele é apresentado, sendo particularmente sensível às faces, e uma de suas funções pode ser de avaliá-las para evidências de ameaças (Balderston et al., 2011; Balderston, Schultz, & Helmstetter, 2013).

Além da capacidade de avaliar automaticamente possíveis eventos ameaçadores, há indícios de que as faces podem ser representadas internamente por um período de tempo sem que haja consciência, e que essa representação pode ser mediada pela amígdala (Balderston, Schultz, Baillet, & Helmstetter, 2014). No estudo realizado por Balderston et al. (2014), os participantes aprenderam implicitamente a temer faces que não haviam sido percebidas em decorrência de mascaramento em tarefa de condicionamento, associando-as com choques apresentados após curto período de tempo.

Os autores concluíram que mesmo faces não percebidas conscientemente podem sinalizar presença de ameaça, e que a ativação rápida e automática da amígdala parece contribuir para esse processo.

Cognição e processamento de estímulos emocionais

Apesar da ampla literatura sugerindo que há processamento automático de estímulos sinalizadores de ameaça, há também evidências relevantes de que uma elevada demanda atencional da tarefa pode comprometer a resposta da amígdala diante de estímulos emocionais ameaçadores, indicando influência *top-down* para o processamento desses estímulos (Bishop, Jenkins, & Lawrence, 2007; Mitchell et al., 2007; Pessoa, 2005; Pessoa, McKenna, Gutierrez, & Ungerleider, 2002; Pessoa, Padmala, & Morland, 2005). Diante de situações em que os recursos atencionais estão direcionados a uma tarefa com maior demanda, o processamento emocional pode não ocorrer de forma tão automática como vinha sendo sugerido (Schupp et al., 2007).

Um dos principais estudos cujos resultados vão de encontro à noção de automaticidade do processamento de estímulos ameaçadores foi realizado por Pessoa, McKenna, Gutierrez e Ungerleider (2002). Com objetivo de manipular a atenção visual espacial, os pesquisadores solicitaram aos participantes para focar nas faces de diferentes gêneros (com expressão de medo, alegria ou neutra) ou em barras com orientações distintas, todas apresentadas na tela ao mesmo tempo. Em alguns blocos, eles deveriam indicar se a face central era masculina ou feminina e, em outros, determinar se as duas barras periféricas tinham ou não a mesma orientação em uma tarefa com elevada complexidade.

Os autores observaram que todas as regiões cerebrais responsivas de forma diferencial às faces emocionais, incluindo a amígdala, só foram ativadas quando havia recursos atencionais suficientes disponíveis para processar essas faces; ou seja, se a tarefa concorrente for complexa o suficiente para consumir significativamente os recursos atencionais, as respostas diferenciais às expressões faciais são eliminadas (Pessoa, McKenna et al., 2002). Diante desses achados, os autores concluíram que as expressões faciais não são uma categoria privilegiada de estímulos imunes aos efeitos da atenção como vinha sendo sugerido anteriormente, devendo competir para uma representação neural, assim como os estímulos neutros.

Essa perspectiva pode ser justificada a partir do modelo de competição integrada de atenção (Desimone & Duncan, 1995; Duncan, Humphreys, & Ward, 1997), em que a atenção é considerada uma propriedade emergente de muitos mecanismos neurais que atua para resolver a competição para o processamento dos estímulos que chegam ao organismo. Essa competição ocorre porque é impossível processar todos os estímulos de uma vez, e pode ser influenciada por mecanismos *bottom-up*, como características físicas do estímulo, ou *top-down*, como metas e objetivos do indivíduo; aquele estímulo que vencer a competição para representação neural tem acesso aos sistemas de memória e motor (Desimone & Duncan, 1995).

No entanto, ainda que as faces demandem atenção para seu processamento, é evidente que os humanos são capazes de responder muito rapidamente a faces sinalizando ameaças que não estejam necessariamente no foco de atenção.

O que explicaria esse fenômeno é que estímulos emocionais, especialmente negativos, incluindo faces sinalizando ameaças, podem influenciar a competição para os recursos de processamento, apresentando vantagem competitiva em relação aos neutros (Pessoa McKenna et al., 2002). Dessa forma, a modulação atencional da atividade no córtex visual e a modulação emocional podem acontecer tanto em estágios bem iniciais quanto posteriores do processamento de estímulos (Breiter et al., 1996; Lane, Chua, & Dolan, 1999; Lang et al., 1998).

Isso significa que o córtex tem um papel mais importante no processamento emocional do que vinha sendo considerado pela hipótese tradicional mencionada anteriormente, que considerava esse processamento rápido como sendo automático e decorrente apenas de atividade subcortical.

Pessoa e Adolphs (2010) e Pessoa (2013) sugerem que o processamento de estímulos biologicamente significativos deve ser compreendido através de múltiplas rotas em substituição à influente noção de baixa e alta rota proposta por LeDoux (1996), propondo uma visão alternativa, a que denominam modelo de múltiplas ondas e enfatizam o papel do córtex no processamento da informação afetiva visual.

O modelo de múltiplas ondas considera que existem diversas rotas paralelas para o processamento visual da informação que permitem respostas com baixas latências, incluindo regiões corticais e o circuito colículo superior-núcleo pulvinar-amígdala, que estão integrados (Pessoa, 2013; Pessoa & Adolphs, 2010). Isso porque, nessa perspectiva, o núcleo pulvinar do tálamo e a amígdala

têm um papel diferente do considerado na hipótese tradicional à medida em que são consideradas suas conexões com regiões corticais do cérebro.

Segundo esse modelo, o núcleo pulvinar do tálamo é uma estrutura relevante para o processamento visual e tem um papel mais dinâmico que o proposto pela hipótese tradicional, integrando informações de muitas regiões cerebrais: recebe *input* direto da retina, indireto de camadas superficiais do colículo superior e extenso *input* provenientes dos córtices visuais estriado e extraestriado. Assim, o núcleo pulvinar participa das redes corticais, enquanto seus *input* subcorticais são apenas modulatórios, estando envolvido no processamento emocional visual para determinar a relevância biológica do estímulo, dirigir a atenção a ele e participar da percepção consciente do estímulo (Pessoa, 2013; Pessoa & Adolphs, 2010).

De acordo com essa proposta, a amígdala contribui para o processamento de informação visual com conteúdo emocional devido às suas amplas conexões com regiões corticais e subcorticais, sendo uma zona de convergência de informações processadas nos córtices pré-frontal e visual, incluindo áreas visuais de associação (Pessoa, 2013; Pessoa & Adolphs, 2010). Os autores afirmam que essa estrutura aumenta o processamento sensorial para estímulos biologicamente relevantes através de vias diretas para o córtex visual e vias indiretas da amígdala em direção ao córtex pré-frontal e depois para o córtex visual.

Dentre as regiões do córtex pré-frontal para onde a amígdala envia suas projeções para controle de alocação dos recursos atencionais, está o córtex pré-frontal dorsolateral (Pessoa, McKenna et al., 2002). Historicamente, o córtex medial e orbitofrontal têm sido associados com o processamento de informações emocionais, enquanto a região dorsolateral com funções cognitivas (Dias, Robbins, & Roberts, 1996), como processos atencionais e memória de trabalho (Osaka et al., 2003).

No entanto, regiões cerebrais relacionadas com a memória de trabalho apresentam conexões recíprocas com áreas envolvidas no processamento emocional (Curtis & D'Esposito, 2003; Ghashghaei, Hilgetag, & Barbas, 2007; Sah, Faber, Lopez De Armentia, & Power, 2003), ocorrendo, inclusive, integração de informações cognitivas e emocionais nessas regiões, como no córtex pré-frontal dorsolateral (Gray, Braver, & Raichle, 2002; Perlstein, Elbert, & Stenger, 2002; Pessoa, 2013). Perlstein, Elbert e Stenger (2002) mostraram que a resposta do córtex pré-frontal dorsolateral foi

influenciada pela valência do estímulo, aumentando a ativação para estímulos prazerosos e reduzindo para não-prazerosos em comparação com neutros apenas nas tarefas em que houve demanda de memória de trabalho.

Assim, o processamento de estímulos visuais pode envolver múltiplas áreas cerebrais, como a amígdala, o córtex frontal, a ínsula anterior e o córtex cingulado anterior, direcionando o processamento no sentido daqueles com relevância biológica (Pessoa, 2013; Pessoa & Adolphs, 2010).

No caso do processamento de expressões faciais de emoções sinalizando ameaças, a hipótese tradicional considera haver processamento automático e não consciente, da mesma forma que outros estímulos emocionais ameaçadores. No entanto, há evidências de que a rota para processamento de expressões faciais segue a mesma lógica proposta pelo modelo de múltiplas ondas e tem início na área visual primária, seguindo para áreas do extraestriado, incluindo o giro fusiforme e o sulco temporal superior, e, por fim, para a amígdala (Pessoa, McKenna et al., 2002). Nesse sentido, o processamento para obter as informações detalhadas necessárias para a percepção de faces também requer atenção, uma vez que se esses recursos não estiverem disponíveis a informação não atinge a amígdala e, portanto, não há reconhecimento da expressão facial (Pessoa, Kastner, & Ungerleider, 2002).

Essa hipótese é reforçada por dados indicando reconhecimento de expressões já em estágios muito iniciais de processamento. Existem evidências de que a média de tempo em torno de 100 ms é suficiente para a correta categorização das expressões faciais (Calvo & Lundqvist, 2008), inclusive para aquelas relacionadas à ameaça, conforme evidenciados por dados eletrofisiológicos (Olofsson, Nordin, Sequeira, & Polich, 2008; Vuilleumier & Pourtois, 2007). Pesquisas recentes mostram que não apenas os indivíduos são capazes de identificar que há uma ameaça, mas também que é possível distinguir entre os tipos de ameaça (medo, nojo e raiva) já em estágios iniciais do processamento (Krusemark & Li, 2013; Y. Liu, Zhang, & Luo, 2015; You & Li, 2016), possibilitando respostas eficientes diante de estímulos ameaçadores. Esta perspectiva está de acordo com a proposta de múltiplas rotas de processamento das emoções descrita anteriormente (Pessoa & Adolphs, 2010).

Memória de trabalho e capacidade de memória de trabalho

Diante dos achados indicando influência *top-down* para o processamento de estímulos emocionais, em especial para expressões faciais de ameaças, e a interrelação de regiões cerebrais envolvidas com memória de trabalho e processamento emocional, torna-se interessante compreender se processos cognitivos, como a memória de trabalho, participam do reconhecimento de expressões faciais sinalizadoras de ameaças.

Em situações de interação social é necessário assimilar uma diversidade de informações que exige o uso da atenção para filtrar aquilo que é irrelevante, e da memória de trabalho para monitorar, atualizar e integrar os eventos em curso (Jackson, Linden, & Raymond, 2012). Essas informações precisam ser constantemente relacionadas no sentido de possibilitar o planejamento de comportamentos apropriados e, portanto, a memória de trabalho pode ter um papel importante na cognição social para faces humanas e suas expressões emocionais (Jackson, Linden, & Raymond, 2014).

Memória de trabalho é um termo que foi primeiramente utilizado na psicologia por Miller, Galanter e Pribram (1960) para descrever um conjunto organizado de dados e procedimentos que uma pessoa deve reter para planejar e executar ações. Esse construto evoluiu a partir do conceito de memória de curto prazo, sendo diferenciados à medida em que a memória de curto prazo se refere ao simples armazenamento temporário de informações, enquanto memória de trabalho implica a combinação de armazenamento e manipulação do conteúdo, envolvendo um componente atencional (Baddeley, 2012; Conway, Cowan, Bunting, Therriault, & Minkoff, 2002).

Atualmente, não há uma única definição para memória de trabalho, mas há um consenso de que sua função é manter a informação relevante ativa direcionada a uma meta, sustentando atividades cognitivas complexas (Baddeley, 2009; Diamond, 2013).

O modelo multicomponente é o mais influente na literatura, proposto inicialmente por Baddeley e Hitch (1974) e posteriormente reformulado por Baddeley (2000), sugere que a memória de trabalho é um sistema composto por quatro componentes: 1) a alça fonológica, responsável pelo armazenamento temporário das informações verbais; 2) o esboço visuoespacial, responsável pela manutenção temporária de informações visuais e espaciais; 3) o executivo central, componente que controla todo o sistema e atua quando uma resolução automática de conflitos não é possível ou em situações em que há necessidade de realizar duas tarefas ao mesmo tempo, por exemplo; 4) o

episodic buffer, que é um sistema de armazenamento multidimensional, conectando os subsistemas da memória de trabalho e ligando-os à *input* da memória de longa duração e percepção (Baddeley, 2010, 2012).

Outros modelos de memória de trabalho foram sugeridos ao longo dos anos, alguns complementares ao multicomponente, mas enfocando algum aspecto específico desse modelo (Miyake & Shah, 1999). Alguns deles sintetizaram um amplo conjunto de resultados empíricos sobre a atenção e memória, considerando memória de trabalho como um sistema cognitivo em que memória e atenção interagem para produzir a cognição complexa (Cowan, 2005, 2016; Engle, Tuholski, Laughlin, & Conway, 1999).

De acordo com essa perspectiva, alguns pesquisadores passaram a investigar as diferenças individuais relacionadas às diversas habilidades de ordem superior (e.g. habilidades em testes acadêmicos, de leitura, escrita, matemática), sendo elaborado o conceito de capacidade de memória de trabalho para se referir à medida das diferenças em eficácia com que os sistemas de memória e atenção funcionam (Shipstead, Harrison, & Engle, 2015), ou seja, quão eficiente é o sistema de memória de trabalho de um indivíduo (Harrison, Shipstead, & Engle, 2015).

Diversas propriedades parecem contribuir com as diferenças individuais na memória de trabalho, como a capacidade de alocar recursos cognitivos (Just & Carpenter, 1992), a extensão do *buffer* (Cowan, 2001), a capacidade de processamento (Halford, Wilson, & Phillips, 1998) e, o que tem sido mais consistentemente descrito na literatura, a capacidade de controlar e sustentar a atenção em face de interferência ou distração (Barrett, Tugade, & Engle, 2004; Engle, 2002; Kane, Bleckley, Conway, & Engle, 2001; Shipstead et al., 2015).

Assim, as diferenças individuais de capacidade de memória de trabalho estão relacionadas às diferenças no funcionamento do componente executivo central (Baddeley & Hitch, 1974), também chamado de atenção controlada (Posner & Snyder, 1975; Shiffrin & Schneider, 1977) e de Sistema Supervisor Atencional (Norman & Shallice, 1986), que é um aspecto do sistema de memória de trabalho necessário para o processamento controlado - em oposição à processamento automático (Barrett et al., 2004).

Existem instrumentos desenvolvidos para uso na pesquisa cognitiva que visam medir a capacidade de memória de trabalho e, na realidade, o que eles fornecem são medidas das

diferenças individuais na habilidade de controlar a atenção em circunstâncias com maior demanda atencional (Engle, Kane, & Tuholski, 1999; Shipstead et al., 2015). Essas diferenças são relevantes porque parecem prever o desempenho em testes acadêmicos, de inteligência fluida³, compreensão de linguagem e matemática (Conway et al., 2002; Cowan, 2005; Daneman & Merikle, 1996; Unsworth & Engle, 2007; Zeller, Wang, Reiß, & Schweizer, 2017).

Um outro aspecto mais operacional da memória de trabalho é que ela é limitada em termos da quantidade de informações que um indivíduo consegue reter em determinado momento. Isso corresponde à média de quatro aglutinações (variando de três a cinco), que se referem às associações entre conceitos na memória de longo prazo e são definidas como um conjunto de conceitos fortemente associados uns com os outros e com fracas associações com outras aglutinações simultaneamente em uso (Cowan, 2001; Vogel, Woodman, & Luck, 2001).

Dados neurofisiológicos indicam relação entre atividade neural e capacidade de memória de trabalho, sendo apresentado aumento crescente da ativação cerebral conforme a elevação do número de itens apresentados visualmente, atingindo um valor máximo em média com três a quatro itens, o que foi registrado a partir de ondas de potencial evocado (Vogel & Machizawa, 2004) e ressonância funcional magnética (Todd & Marois, 2004).

Existem algumas condições específicas em que se pode observar esse limite, sob a suposição central de haver uma situação que impede os indivíduos de agruparem os itens em cadeias de ordem superior: 1) quando há uma sobrecarga de informações que limita a aglutinação de itens individuais; 2) quando são tomadas algumas medidas que bloqueiam a recodificação dos estímulos em aglutinações maiores através, por exemplo, de repetições mentais; 3) quando se examina a mudança de desempenho causada pelo limite da capacidade, como uma piora no desempenho conforme há aumento da quantidade de itens apresentados ao indivíduo; 4) quando se avaliam efeitos indiretos do limite de capacidade, como a tendência das pessoas em agrupar uma lista de itens em aglutinações de cerca de quatro itens para recordação (Cowan, 2001).

Span complexos como medidas de capacidade de memória de trabalho

³ Inteligência fluida se refere à habilidade de resolver problemas novos, majoritariamente não verbal e relativamente independente da cultura (Horn & Cattell, 1967).

Os *span* complexos de memória de trabalho (Daneman & Carpenter, 1980; Turner & Engle, 1989) se caracterizam por atividades que envolvem a apresentação de duas tarefas concorrentes apresentadas alternadamente, de modo que requerem manipulação de informação com mudança do foco de atenção de cada estímulo a ser lembrado para que a outra tarefa concorrente possa ser executada (Chein, Moore, & Conway, 2011).

Normalmente, apresenta-se uma lista de itens que devem ser lembrados pelos participantes, como uma sequência de letras, por exemplo. Além disso, eles devem completar uma tarefa secundária, como resolver um problema matemático, entre a apresentação dos itens da sequência a ser lembrada. De forma geral, o número de itens a ser lembrado varia entre dois e sete estímulos, sendo apresentado um por vez, intercalado com a tarefa secundária, que também varia de uma prova para outra (Foster et al., 2015).

Os *span* complexos fornecem medidas válidas e confiáveis da capacidade de memória de trabalho (Bayliss, Jarrold, Baddeley, & Gunn, 2005; Chein et al., 2011; Felez-Nobrega, Foster, Puig-Ribera, Draheim, & Hillman, 2017; Redick & Lindsey, 2013). Diferem dos instrumentos mais tradicionais que avaliam apenas a capacidade de memória de curta duração, como o *span* de dígitos ou palavras, por demandar a realização de duas tarefas em que os participantes necessitam simultaneamente processar e armazenar informações, exigindo mais que um armazenamento passivo de itens (Conway et al., 2005; Miyake, 2001).

As demandas impostas pelos *span* complexos se adequam ao modelo multicomponente de memória de trabalho de Baddeley e Hitch (1974) em termos da ênfase no processamento e armazenamento simultâneo de informações, o que parece caracterizar as demandas de tarefas cognitivas complexas, e suas medidas têm sido consideradas bons preditores do desempenho em tarefas cognitivas complexas (Kane, Hambrick, & Conway, 2005; Miyake, 2001).

Memória de trabalho e processamento de estímulos emocionais

No que se refere ao processamento de estímulos visuais, sabe-se que processos de memória de trabalho e seleção visual parecem interagir de forma recíproca devido à sobreposição de representações abstraídas de características físicas do estímulo (Grecucci, Soto, Rumiati, Humphreys, & Rotshtein, 2010). A seleção visual é o mecanismo pelo qual os humanos selecionam

informações visuais relevantes enquanto ignoram aquelas sem importância ao contexto, e a memória de trabalho visual é o mecanismo pelo qual eles ativamente retêm as informações relevantes e previnem interferências de informação visual irrelevante para a tarefa (Olivers, Meijer, & Theeuwes, 2006).

Diversos estudos sugerem que a seleção visual é direcionada ao estímulo correspondente ao conteúdo da memória de trabalho (Castelhano & Heaven, 2010; Downing, 2000; Hodsoll, Humphreys, & Braithwaite, 2006; Schmidt & Zelinsky, 2009), mesmo que o conteúdo na memória de trabalho seja irrelevante à tarefa (Olivers & Eimer, 2011; Olivers et al., 2006; Soto & Humphreys, 2006; Soto, Humphreys, & Heinke, 2006). Isso poderia facilitar a habilidade de um indivíduo rapidamente compreender novas situações através da associação de informações não familiares com outras já armazenadas, contribuindo para a formação de memórias mais robustas pela criação de associações entre estímulos novos e antigos (Chanon & Hopfinger, 2008).

Downing (2000) sugeriu que o conteúdo da memória de trabalho visual direcionou a atenção seletiva para os itens que correspondiam ao conteúdo retido, e esse resultado foi generalizado para dois tipos de estímulos (faces e objetos), duas medidas de atenção seletiva e duas tarefas de memória de trabalho, mas não para tarefas que não demandavam uso da memória de trabalho.

Ainda seguindo essa linha de investigação, Soto, Heinke, Humphreys e Blanco (2005) estudaram as relações entre memória de trabalho, atenção e movimentos oculares, identificando que a busca visual foi mais eficiente quando o conteúdo da memória de trabalho correspondia ao alvo da tarefa, e menos eficiente quando esse conteúdo continha um distrator. Esse efeito foi observado já nos primeiros movimentos sacádicos da busca visual, mesmo quando o item retido era sempre inválido (contendo um distrator ao invés do alvo), mas não quando o item não precisava ser mantido na memória. Diante dos resultados, os autores sugeriram que pode haver direcionamento involuntário da atenção seletiva por mecanismos *top-down* para os estímulos correspondentes ao conteúdo da memória de trabalho.

Essa interação entre atenção visual e memória de trabalho pode ser compreendida em termos do modelo de competição integrada de atenção (Desimone & Duncan, 1995) mencionado anteriormente: a competição pode ser modulada por ativação *top-down* de características dos objetos a partir de representações armazenadas na memória de trabalho, influenciando a atividade

neural no sentido de favorecer o processamento dos estímulos cujas características foram ativadas previamente na memória de trabalho (Downing, 2000; Grecucci et al., 2010; Soto et al., 2005).

Assim, há indícios de que, para material não emocional, a memória de trabalho facilita o processamento do estímulo que corresponde ao seu conteúdo. Diante disso, torna-se relevante compreender se conteúdos emocionais na memória de trabalho, como o estado emocional do indivíduo e a apresentação de estímulos emocionais específicos também interferem no desempenho de tarefas executadas pelos participantes.

Existem evidências de que o estado emocional do indivíduo, como traços de ansiedade (Eysenck, Derakshan, Santos, & Calvo, 2007), e a capacidade de memória de trabalho interferem no desempenho em testes de memória de trabalho e de capacidade intelectual, melhorando os resultados para aqueles com maior capacidade de memória de trabalho e piorando para aqueles com menor capacidade (Owens, Stevenson, Hadwin, & Norgate, 2014). Owens, Stevenson, Hadwin e Norgate (2014) acreditam que essa diferença de desempenho ocorre porque os indivíduos com traços de ansiedade e maior capacidade de memória de trabalho apresentam recursos cognitivos para lidar com os efeitos negativos da ansiedade e conseguem melhorar seu desempenho para se esquivar de resultados negativos; por outro lado, aqueles com baixa capacidade de memória de trabalho teriam seu desempenho prejudicado porque a ansiedade atrapalharia o desempenho já que eles não teriam os recursos cognitivos necessários para lidar com a situação ansiogênica.

Faces emocionais sinalizando estímulos ameaçadores apresentadas durante tarefas de memória de trabalho também influenciam o desempenho dos participantes nesse tipo de tarefa (Jackson et al., 2012, 2014), com evidências de que expressões de raiva e medo são melhor armazenadas na memória de trabalho quando comparadas com neutras e de alegria (Jackson, Wu, Linden, & Raymond, 2009; Sessa, Luria, Gotler, Jolicoeur, & Dell'acqua, 2011).

Em um estudo realizado por Kensinger e Corking (2003), a apresentação de faces expressando medo levou ao aumento no tempo de resposta em uma tarefa *n-back* em comparação com faces neutras. Os autores sugeriram que a ativação de sistemas de processamento emocional diante da expressão de medo enviariam informações adicionais aos sistemas de memória de trabalho para lidar com a situação, havendo necessidade de inibir diversos processos para continuar resolvendo a tarefa *n-back*, aumentando, assim, o tempo de resposta.

O efeito da modulação da memória de trabalho pode ser observado até mesmo no processamento não consciente de emoção (Liu, Wang, Wang, & Jiang, 2016; Pan, Lin, Zhao, & Soto, 2014). Liu, Wang e Jiang (2016) observaram que faces de medo sob efeito de mascaramento tiveram acesso à consciência mais rapidamente quando sua emoção era compatível com a da face retida na memória de trabalho em relação à quando a emoção era diferente, e esse efeito de facilitação da memória de trabalho não foi observado quando a face apresentada era neutra.

Poucas pesquisas até o momento investigaram os efeitos do conteúdo na memória de trabalho no processamento de informação emocional, mas os resultados mostram que há interferência desse conteúdo no processamento de faces (Grecucci et al., 2010; Lim, Bruce, & Aupperle, 2014; D. Liu et al., 2016; Moriya, Koster, & De Raedt, 2014).

Em um estudo de neuroimagem, Gregucci et al. (2010) investigaram a interação entre o conteúdo emocional na memória de trabalho e a atenção visual para expressões faciais. Participantes memorizaram palavras emocionais para posterior reconhecimento e, em seguida, procuraram uma face (feminino ou masculino) apresentada em uma tela com duas faces que diferiam em sexo e expressão emocional (medo, alegria e neutro), mas a emoção era irrelevante para a tarefa. O tempo de reação foi menor nas tarefas de memória quando a face alvo correspondia à palavra emocional retida na memória de trabalho em relação a quando a palavra correspondia à expressão do distrator, indicando que há interação entre memória de trabalho e seleção visual também ao nível semântico, e que isso pode ser decorrente do fato do conteúdo emocional na memória de trabalho corresponder à expressão facial apresentada. Eles também identificaram que a resposta no córtex visual era significativamente maior quando a palavra emocional retida na memória de trabalho correspondia à expressão facial alvo em relação a quando não havia essa correspondência.

Um estudo comportamental que investigou diretamente os efeitos da memória de trabalho para informação emocional na atenção visual direcionada à expressões faciais foi realizado por Moriya, Koster e De Raedt (2014). Os autores conduziram uma série de experimentos para investigar

se a retenção de informações emocionais na memória de trabalho poderia modular a busca visual subsequente para expressões faciais; mais especificamente o efeito de superioridade da raiva⁴.

Os resultados demonstraram que a retenção de informação emocional na memória de trabalho influencia o processamento de faces emocionais antes e após a busca em uma tarefa de busca visual com expressões faciais, e que o conteúdo da memória de trabalho não guiou automaticamente a atenção para a face cujo conteúdo correspondia àquele na memória de trabalho, indicando influência *top-down* no efeito de superioridade da raiva (Moriya et al., 2014). Eles observaram que a informação de raiva na memória de trabalho retardou a percepção de estímulos distratores de alegria, possivelmente porque os participantes tinham que proteger o conteúdo de raiva na memória de trabalho pelo seu valor de sobrevivência de novos *input* perceptuais, diminuindo, portanto, o efeito de superioridade da raiva quando um alvo de raiva estava cercado por distratores de alegria. Por outro lado, informação de alegria na memória de trabalho aumentou o processamento de distratores de alegria e os participantes detectaram o alvo raiva mais rapidamente, sendo mantido o efeito de superioridade da raiva.

Assim, quando as expressões das faces distratoras ou a emoção da maioria do grupo eram diferentes do conteúdo da memória de trabalho, o processamento das expressões faciais era mais demorado, indicando que quando o conteúdo emocional na memória de trabalho difere da emoção apresentada pela maioria do grupo, ocorre um conflito cognitivo entre a memória de trabalho e percepção antes e após a busca, interferindo na busca visual e retardando o processamento da maioria do grupo (Moriya et al., 2014).

Carga na memória de trabalho e reconhecimento de expressões faciais de raiva e nojo

Ainda considerando a influência da memória de trabalho no reconhecimento de expressões sinalizando ameaças, existem dados sugerindo aumento do tempo para categorização de faces em feminino e masculino quando elas expressam raiva em relação às neutras ou de alegria (Van Dillen, Lakens, & den Bos, 2011), evidenciando que a expressão de raiva captura a atenção da tarefa. Porém, esse efeito para faces expressando raiva não ocorre se houver alta carga na memória de

⁴ O efeito de superioridade da raiva se refere à capacidade de detectar mais rapidamente uma face expressando raiva em um grupo de faces emitindo alegria, em relação à alegria cercada por faces de raiva, muitas vezes justificado pelo processamento automático (pré-atencional) da face de raiva (Hansen & Hansen, 1988; A. L. Öhman, D.; Esteves, F., 2001)

trabalho, indicando que a memória de trabalho interfere com esse processo de priorização do processamento de faces ameaçadoras (Van Dillen & Koole, 2009).

Os efeitos do aumento da carga na memória de trabalho no processamento de estímulo distratores foram identificados recentemente por Simon, Tusch, Holcomb e Daffner (2016), sendo observado que a carga reduziu a acurácia e aumentou o tempo de reação em uma tarefa visual. Nesse mesmo estudo, indivíduos com maior capacidade de memória de trabalho, a que eles se referiram como melhor controle executivo, foram capazes de mobilizar mais recursos atencionais para a tarefa.

Apesar do estudo de Simon, Tusch, Holcomb e Daffner (2016) não ter utilizado estímulos emocionais, com base no que foi exposto anteriormente quanto à relação entre memória de trabalho e o reconhecimento de expressões faciais de ameaça, é possível supor que a carga na memória de trabalho pode interferir no reconhecimento de expressões faciais sinalizando ameaça de forma distinta conforme o tipo de expressão e a capacidade de memória de trabalho dos indivíduos.

Até o momento não existem estudos investigando a influência da carga na memória de trabalho no reconhecimento de duas expressões faciais sinalizando ameaça, mais especificamente a raiva e o nojo, e se esses efeitos variam conforme a capacidade de memória de trabalho dos indivíduos. Além disso, a literatura sobre o processamento de estímulos sinalizadores de ameaça foca, em sua maioria, na emoção medo, tornando o conhecimento limitado em relação às outras emoções, como a raiva e, principalmente, o nojo (Krusemark & Li, 2011).

No entanto, raiva e nojo são emoções que fazem parte do sistema de proteção, alertando o organismo para circunstâncias que ameaçam objetivos relevantes e coordenam reações cognitivas e comportamentais de modo que se possa responder efetivamente à ameaça (Neuberg, Kenrick, & Schaller, 2011).

Neuberg, Kenrick e Schaller (2011) consideram que existem dois sistemas de gestão de ameaças: o sistema de autoproteção e o de esquiva de doenças (aos quais raiva e nojo pertencem, respectivamente), que têm estruturas fisiológicas e processos neuroquímicos distintos. Segundo os autores, cada um desses sistemas é caracterizado por um conjunto coordenado de mecanismos adaptativos preparados para perceber tipos específicos de pistas sinalizando ameaças (e.g. expressões faciais de raiva e nojo, *rashes* cutâneos); quando percebidas, essas pistas geram reações

emocionais específicas (e.g. medo, nojo, raiva), ativando determinadas associações cognitivas na memória de trabalho (e.g. inferências sobre intenção hostil ou contaminação), e, conseqüentemente, motivando certas ações (e.g. fuga e esquiva de contato) para lidar com a possível situação de ameaça.

Assim, embora as emoções raiva e nojo estejam relacionadas à ameaça da integridade do indivíduo, elas sinalizam riscos diferentes. Por um lado, a raiva indica a possibilidade de ataque físico (Marsh, Ambady, & Kleck, 2005); por outro, o nojo está associado ao risco de contaminação física (Rozin & Fallon, 1987) ou psicológica, sendo uma emoção predominante em diversas psicopatologias, como fobia a animais pequenos, transtorno obsessivo-compulsivo e fobia tipo sangue-injeção-ferimentos (Davey, 2011; Jones, 2007).

A expressão facial de nojo tem relação com sua função primária de proteção: a presença de movimentos ao redor da boca e nariz, não havendo consenso em relação ao conjunto preciso de movimentos (Rozin, Lowery, & Ebert, 1994), mas tem como característica central enrugar a porção superior do nariz e retrair o lábio superior (Ekman, Friesen, & Hager, 2002). No caso da raiva, a expressão facial se caracteriza por abaixar a sobrancelha, flexionar a pálpebra inferior e levantar a superior, que frequentemente pode vir acompanhada pela pressão dos lábios inferiores e superiores, mantendo a boca aberta ou fechada (Ekman, 2004).

De forma geral, as pessoas utilizam primordialmente informações ao redor dos olhos e da boca para reconhecer expressões faciais, sendo as áreas com maior valor diagnóstico para a identificação da raiva os olhos, e do nojo, a boca (Wegrzyn, Vogt, Kireclioglu, Schneider, & Kissler, 2017). Apesar disso, algumas emoções são sistematicamente confundidas com outras, sugerindo um padrão de semelhança entre elas, como medo e surpresa, raiva e nojo (Jack, Garrod, & Schyns, 2014; Palermo & Coltheart, 2004; Pochedly, Widen, & Russell, 2012; Recio, Schacht, & Sommer, 2014).

No estudo realizado por Palermo e Coltheart (2004), foram analisados os erros apresentados pelos participantes na tarefa de julgamento de expressões faciais de fotos retiradas de diferentes bancos de expressões faciais frequentemente utilizados em pesquisas científicas. Nesses casos, as faces de raiva foram frequentemente rotuladas como neutras ou nojo; e aquelas expressando nojo foram classificadas como raiva ou tristeza.

Pochedly, Widen e Russel (2012) observaram que a maioria das pessoas julgou corretamente a expressão de nojo quando já haviam visto uma foto de raiva na mesma sequência de imagens a serem rotuladas por uma das seis expressões básicas. No entanto, quando a expressão de raiva não estava entre as opções de fotos apresentadas, mas havia a possibilidade de escolher esse rótulo por ser um procedimento de escolha forçada, a maioria designou a expressão de nojo como raiva.

Um outro aspecto em relação à importância de se estudar os efeitos da memória de trabalho no reconhecimento de expressões de raiva e nojo é que elas podem ter efeito diferente no controle atencional, o que poderia interferir na capacidade de reconhecimento dessas expressões durante uma tarefa complexa de memória de trabalho. Embora não se saiba a influência da raiva e do nojo na atenção controlada, já existem evidências de que a atenção seletiva⁵ é modulada diferencialmente por emoções de raiva e nojo, com estímulos relacionados à raiva atraindo a atenção para facilitar respostas comportamentais e os de nojo gerando um padrão de efeito oposto (Liu et al., 2015).

Padrão semelhante foi identificado para o medo e nojo em um estudo de Krusemark e Li (2011), em que foram combinados índices de potencial evocado visual relacionado ao evento com uma tarefa simples de busca visual para demonstrar efeitos de medo e nojo na percepção sensorial e atenção. Os resultados mostraram que, diante das imagens evocando medo, houve aumento da amplitude de ondas do potencial evocado visual relacionado ao evento e da densidade de corrente elétrica em córtices visuais de associação, paralelamente à facilitação da busca visual. Por outro lado, um padrão oposto foi gerado pelas imagens evocando nojo, com redução dos potenciais evocados visuais relacionados ao evento, diminuição da densidade de corrente visual cortical e redução da busca visual, indicando a atividade inibitória como representando um estado específico relacionado com a emoção nojo. Os autores consideram que esses resultados demonstram supressão do processamento perceptual sensorial e atencional da informação de nojo, congruente com seu propósito evolutivo de minimizar contato com determinados estímulos para evitar contaminação e doença.

⁵ A atenção seletiva se refere à capacidade de selecionar parte do estímulos que chegam às vias sensoriais para processamento posterior em detrimento de outros aspectos desse *input* (Smith & Kosslyn, 2007).

Reconhecimento das expressões faciais de raiva e nojo em diferentes intensidades

Conforme mencionado anteriormente, em situações cotidianas de interação social, o reconhecimento das expressões faciais deve ser realizado ao mesmo tempo em que o indivíduo retém múltiplas informações na memória de trabalho, como pistas do ambiente físico, dados da conversa, planejamento e elaboração do seu próprio discurso, percepção em relação às suas emoções desencadeadas pelo contexto, dentre outras.

Nesse sentido, uma interação social adequada requer a habilidade de realizar o reconhecimento de expressões faciais com precisão e ainda em seu estágio inicial de formação, uma vez que nem sempre as emoções são expressas em sua máxima intensidade nas situações cotidianas (Ekman, 2004). As diferenças individuais em relação à capacidade de memória de trabalho podem ser aspectos importantes que justifiquem maior ou menor habilidade das pessoas para o reconhecimento adequado nesses contextos de maior carga e ambiguidade da expressão facial.

A maioria das pesquisas utiliza como estímulo fotos de expressões emocionais em sua máxima intensidade, o que pode reduzir a validade ecológica das tarefas experimentais (Biele, 2006; Torro-Alves, Bezerra, Claudino, & Pereira, 2013). Porém, nos contextos de interação social, em especial para identificação de ameaças, é necessário que o indivíduo reconheça as expressões faciais de uma ou mais pessoas que se modificam rapidamente; inclusive, é fundamental ser capaz de reconhecê-las não apenas em sua máxima intensidade, mas já em estágios iniciais da formação da expressão, pois muitas vezes os interlocutores emitem expressões mais ambíguas durante a interação.

A intensidade da expressão facial pode interferir no reconhecimento, que é facilitado quando a expressão é apresentada em alta intensidade, em que se pode observar a contração completa da musculatura, do que em baixa, quando podem ser percebidas apenas mudanças mais sutis na face (Guo, 2012; Jack et al., 2014; Matsumoto & Hwang, 2014).

Assim, identificar uma expressão facial sinalizando ameaça em baixa intensidade e diante de elevadas demandas em relação à carga na memória de trabalho pode ser um aspecto fundamental à boa adaptação ao ambiente. Pollak, Messner, Kistler e Cohn (2009) mostraram que crianças expostas à elevados níveis de violência doméstica e, portanto, à faces de raiva e ameaças físicas,

reconheceram a raiva em estágios mais iniciais da formação da expressão, indicando que o reconhecimento de expressões de ameaça em baixas intensidades pode ser uma habilidade relevante aos sistemas de proteção.

Justificativa do estudo

Diante do que foi exposto, torna-se relevante investigar se a quantidade de informações na memória de trabalho, ou seja, alta ou baixa carga na memória de trabalho, tem impacto no reconhecimento das expressões faciais de raiva e nojo em duas diferentes intensidades e se essas diferenças variam em função da capacidade de memória de trabalho, aspectos inéditos abordados nesta pesquisa.

Considerando a importância da rápida percepção das expressões negativas para a sobrevivência da espécie e o possível papel modulatório da memória de trabalho no reconhecimento das expressões, a presente pesquisa busca investigar se o aumento progressivo de informações retidas na memória de trabalho interfere no reconhecimento das expressões raiva e nojo, apresentadas em duas intensidades diferentes, uma em estágio mais inicial da formação da expressão e outra com a expressão mais próxima da intensidade máxima apresentada na face.

Assim, três hipóteses foram formuladas conforme os objetivos da pesquisa: 1) a carga na memória de trabalho reduz a capacidade de discriminar as duas emoções; 2) a carga na memória de trabalho reduz a capacidade de discriminar as duas expressões, sendo o efeito maior para aquelas apresentadas em baixa intensidade; 3) a carga na memória de trabalho reduz a capacidade de discriminar as duas expressões principalmente no grupo com baixa capacidade de memória de trabalho.

Objetivos

Avaliar se a carga na memória de trabalho em uma tarefa de *span* complexo e a intensidade das expressões faciais interferem na habilidade de reconhecimento de faces de raiva e nojo em jovens universitários.

Objetivos específicos

1) Avaliar se a influência da carga (baixa ou alta) na memória de trabalho no reconhecimento de expressões de raiva e nojo depende do tipo de expressão apresentada;

2) Investigar se a influência da carga na memória de trabalho no reconhecimento de expressões de raiva e nojo depende da intensidade (baixa ou alta) da expressão;

3) Avaliar se a influência da carga na memória de trabalho no reconhecimento de expressões de raiva e nojo varia em função da capacidade de memória de trabalho dos participantes.

Método

Participantes

Cinquenta participantes adultos se voluntariaram para fazer parte do estudo, sendo todos estudantes universitários, falantes da língua portuguesa, visão normal ou corrigida com óculos ou lentes de contato.

Destes, foram analisados os dados de quarenta e seis (19 do sexo masculino, 27 do sexo feminino; idade entre 18 e 31, $M = 21,2$ anos, $DP = 2,66$), pois quatro foram excluídos por preencherem critérios de exclusão para participação no estudo, como pontuação classificada como "grave" nos Inventários de Depressão e/ou Ansiedade das Escalas Beck (Cunha, 2001) ou desempenho abaixo de 60% na tarefa distratora dos *span* complexos de memória de trabalho. Os participantes com classificação "grave" em qualquer um dos Inventários foram encaminhados para atendimento em serviço especializado.

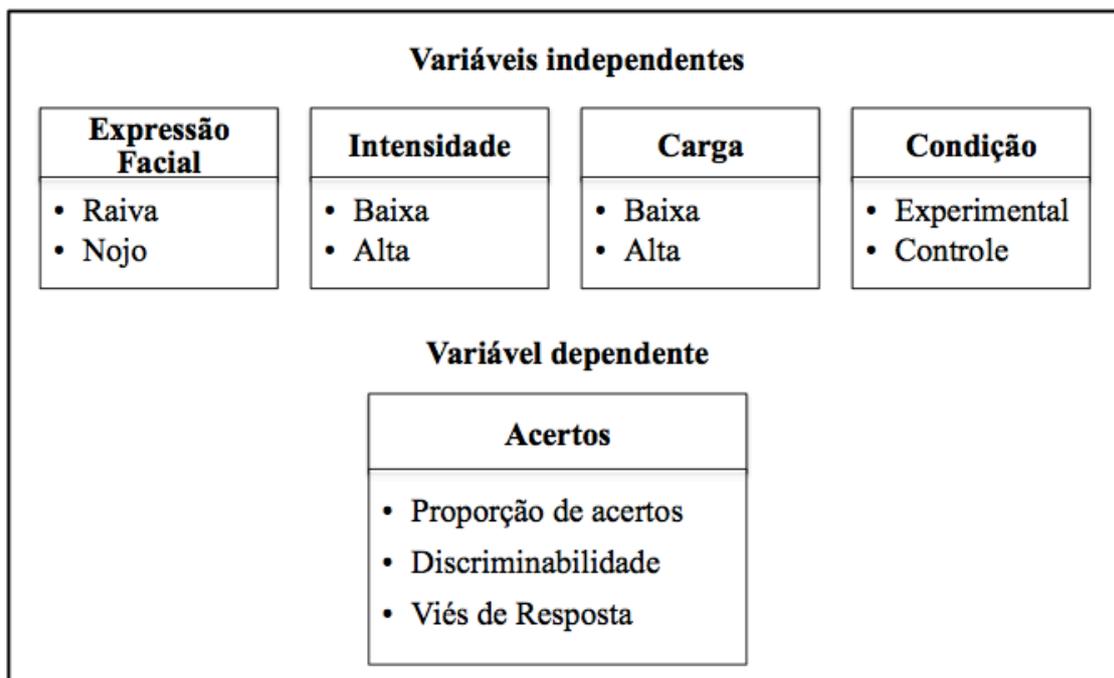
A participação na pesquisa foi voluntária e os participantes foram esclarecidos quanto à natureza das tarefas e dos procedimentos a que seriam submetidos. Esclarecimentos foram fornecidos ao final do procedimento e demais cuidados éticos foram observados em consonância com a Resolução CNS Nº 466 de 12 de dezembro de 2012, sendo a pesquisa aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília (CAAE 55833316.0.0000.0030). Os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo A), cabendo a eles a decisão de participar do estudo.

Delineamento experimental

O experimento apresentou delineamento $2 \times 2 \times 2 \times 2$ intrassujeitos, sendo manipuladas as variáveis emoção da expressão facial (raiva e nojo), intensidade (baixa ou alta), carga na memória de trabalho (baixa e alta) e condição experimental (experimental e controle). A variável dependente inicial (bruta) foi a proporção de acertos durante a tarefa apresentada (p_A : proporção de respostas "raiva" para imagens de raiva; p_B : proporção de respostas "nojo" para imagens de nojo). Esses dados brutos foram então transformados em medidas de discriminabilidade e viés de resposta (descritas na

seção Análise de Dados) e analisados em um delineamento 2 (intensidade) × 2 (carga) × 2 (condição) (Figura 1).

Figura 1. Variáveis do Estudo na Primeira Fase de Análises



Como as capacidades de memória de trabalho variam entre os participantes e podem influir no desempenho das tarefas experimentais, foram também analisados os efeitos dessa variável. Dessa forma, uma análise adicional foi realizada com delineamento $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$, com expressão facial (raiva e nojo), intensidade emocional (baixa ou alta), carga na memória de trabalho (baixa e alta) e condição experimental (experimental e controle) como fatores intrassujeitos e capacidade de memória de trabalho (baixa e alta) como fator entressujeitos.

Equipamentos

A atividade foi apresentada em um uma tela de computador HP L190hb, 4:3 de largura, e o experimento foi programado utilizando-se o programa E-prime (Psychology Software Tools, Pittsburgh, PA).

Estímulos

Para seleção das imagens utilizadas no experimento, realizou-se um estudo prévio com 25 universitários, em que foram apresentadas imagens do Cohn–Kanade Facial Expression Database (Kanade, Cohn, & Tian, 2000), que contém fotos em preto e branco de indivíduos emitindo algumas das seis expressões básicas em intensidades variadas, iniciando em neutro até a expressão completa, em sequências de 640 x 480 pixel com resolução de cor de 24-bit; cada sequência inicia com uma expressão neutra e termina com as unidades de ação alvo (Figura 2).

Figura 2. Exemplos de Fotos Utilizadas no Experimento



Figura 2. Exemplos de fotos utilizadas no experimento. A. Expressão facial de nojo em baixa intensidade. B. Expressão facial de nojo em alta intensidade. C. Expressão facial de raiva em baixa intensidade. D. Expressão facial de raiva em alta intensidade. Figuras reproduzidas com autorização, Kanade, Cohn, & Tian, 2000.

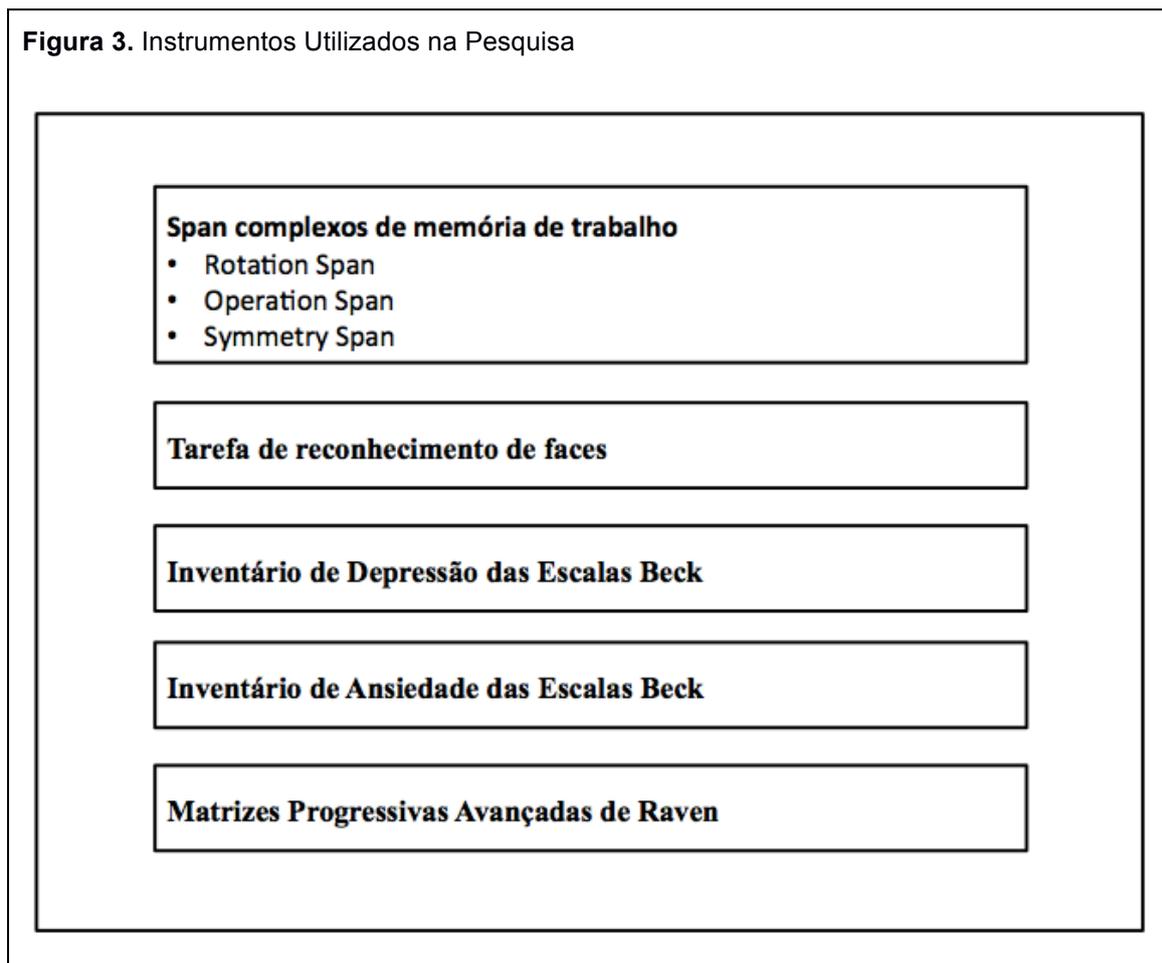
Neste banco de faces, aquelas que continham as emoções raiva e nojo emitidas pelos mesmos indivíduos foram selecionadas para este estudo. Dentre elas, foram escolhidas três imagens que os pesquisadores julgaram como emitindo o início de cada expressão facial, representando a intensidade baixa, e as três últimas da sequência, representando a intensidade máxima. As fotos foram editadas com objetivo de as tornar semelhantes em termos de brilho e saturação.

Nessa etapa da pesquisa, as fotos foram apresentadas na tela do computador, com o participante sentado a cerca de 0,5 m da tela. As imagens das faces foram apresentadas em uma tela com fundo preto por 100 ms e, na tela seguinte, o participante indicava o nome da emoção visualizada dentre duas opções, sendo necessário mover com as setas do teclado uma barra azul que aparecia aleatoriamente embaixo de uma das duas palavras ("raiva" ou "nojo").

Assim, a partir dessa primeira etapa do estudo, as fotos que obtiveram percentual de acerto da identificação da emoção entre 51% e 70% foram consideradas como baixa intensidade da expressão facial; aquelas entre 80% e 90% foram consideradas como alta intensidade da expressão facial. Quando mais de uma foto estava entre as faixas de percentual de acerto estabelecido, a opção era feita por aquela com percentual mais próximo de 60% para a baixa intensidade e de 90% para a alta.

Instrumentos

Foram utilizados os instrumentos listados na figura 3, que serão descritos detalhadamente a seguir.

Figura 3. Instrumentos Utilizados na Pesquisa

Span complexos de memória de trabalho

Considerando-se a utilidade, validade e confiabilidade das medidas de capacidade de memória de trabalho obtidas através de *span* complexos, no presente estudo foram utilizados o *Operation Span*, *Symmetry Span* e *Rotation Span* (Figura 4), que estão entre os instrumentos de medidas de capacidade de memória de trabalho mais utilizados nas pesquisas em psicologia cognitiva (Foster et al., 2015), disponíveis no site <http://englelab.gatech.edu> sob autorização dos autores.

Um dos problemas envolvendo o uso dos *span* complexos é o fato de ser uma atividade que requer muito tempo para sua administração. Foster et al. (2015) propuseram alguns modelos reduzidos que levam menos tempo de administração, mas mantêm a validade de medida de capacidade de memória de trabalho. Na pesquisa em questão, portanto, utilizou-se apenas o primeiro bloco de cada um dos *span* (*Operation Span*, *Symmetry Span* e *Rotation Span*), nesta

ordem, conforme o modelo 11 proposto pelos autores, que reduz em 28% o tempo em relação ao instrumento completo (Foster et al., 2015).

No *Operation Span* os itens a serem lembrados são letras e a tarefa secundária, cálculos matemáticos; assim, os participante primeiramente resolveram um cálculo matemático, em seguida visualizaram uma letra, depois outro cálculo, e assim por diante, com essa sequência "cálculo-letra" variando de duas a cinco letras por tentativa. A quantidade de letras varia aleatoriamente; ao final de cada tentativa, o participante tem que informar, na ordem, as letras apresentadas, e a pontuação é feita somando-se a quantidade de letras informadas na ordem correta (Foster et al., 2015).

O *Simmetry Span* é semelhante ao *span* anterior, com três diferenças fundamentais: primeiro, na tarefa secundária, o participante julga se uma imagem apresentada é uma figura simétrica ao longo do eixo vertical, clicando com o mouse em uma das duas opções "sim" (para as simétricas) ou "não" (para as assimétricas) que estão visíveis na tela após o desaparecimento da imagem; segundo, os itens a serem lembrados são, ao invés de letras, as localizações de quadrados vermelhos na tela em uma grade 4×4 ; terceiro, o número de pares "simetria-localização" varia de duas a cinco vezes por prova; os escores são calculados somando-se a quantidade de localizações dos quadrados vermelhos na ordem correta (Foster et al., 2015).

Por fim, o *Rotation Span* também se assemelha às outras duas tarefas, sendo as três diferenças fundamentais: na tarefa secundária, o participante julga se uma letra apresentada rotacionada está escrita corretamente ou espelhada; os itens a serem lembrados são setas curtas ou longas, apontando para uma de oito direções diferentes; a sequência "rotação-seta" é repetida de duas a cinco vezes por tentativa; os escores são calculados somando-se a quantidade de setas informadas na ordem correta (Foster et al., 2015)..

Figura 4. *Span* Complexos de Memória de Trabalho

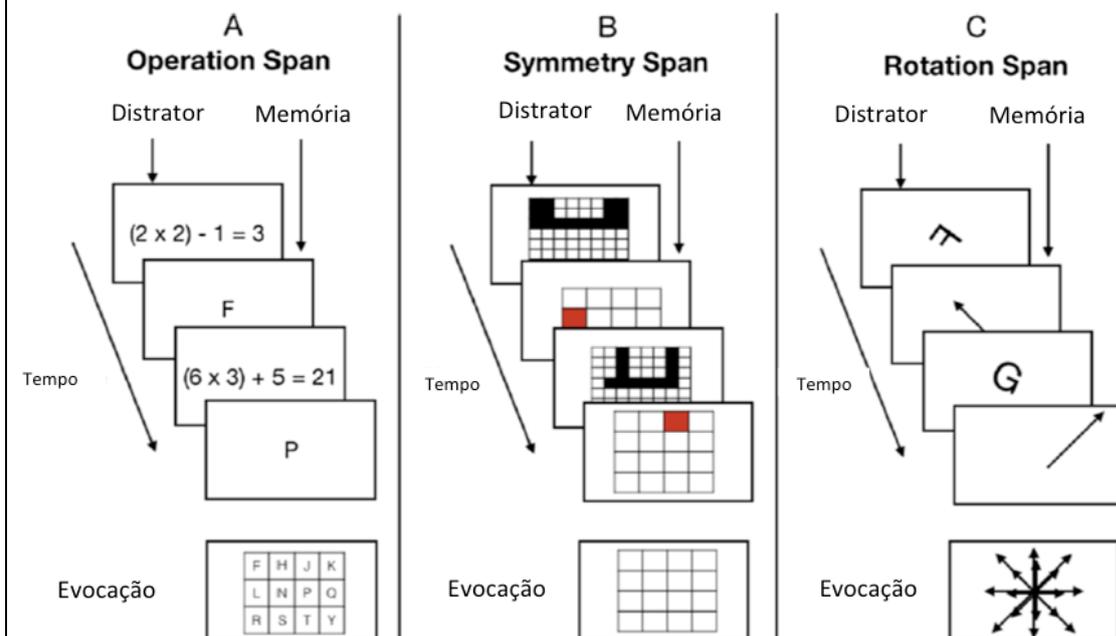


Figura 4. Span complexos de memória de trabalho A. Operation Span. B. Symmetry Span. C. Rotation Span (adaptado de Foster et al., 2014).

Tarefa de reconhecimento de faces

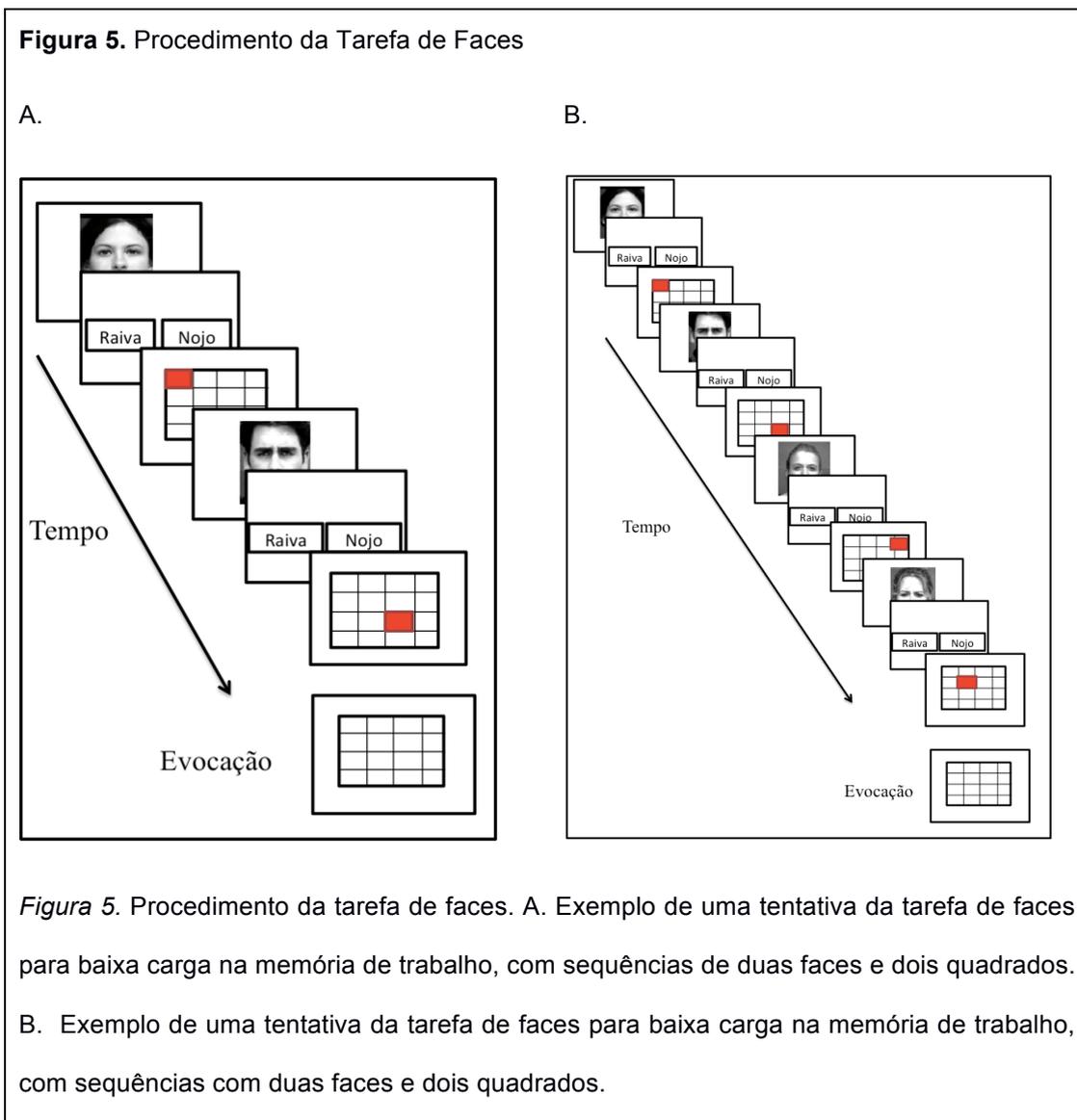
Após os participantes realizarem o primeiro bloco de cada uma das três tarefas de *span* complexo para obtenção da medida de sua capacidade de memória de trabalho, foi apresentada a tarefa de reconhecimento de faces, em que ocorreu a manipulação experimental, sendo uma modificação do *Symmetry Span*. A principal diferença em relação à tarefa original é que, neste caso, a tarefa secundária consistia em fotos de faces com expressões de raiva e nojo em duas intensidades: baixa, sendo a expressão emitida em maior nível de ambiguidade, e alta, em que a expressão foi emitida com baixo nível de ambiguidade.

Na condição experimental, os participantes deveriam tentar se lembrar da localização de quadrados vermelhos na tela em uma grade 4×4 , e a tarefa secundária tinha como estímulos as imagens com expressões faciais que poderiam variar entre raiva ou nojo em dois diferentes níveis de intensidade (baixa e alta). Os participantes deveriam memorizar a localização dos quadrados

vermelhos ao mesmo tempo em que julgavam a expressão facial das imagens apresentadas, clicando com o mouse no ícone "Raiva" ou "Nojo" apresentados na tela.

A sequência "expressão-localização" foi repetida duas ou quatro vezes por tentativa: na condição de baixa carga na memória de trabalho, foram apresentadas duas faces emocionais intercaladas com a tarefa de localização de dois quadrados, totalizando seis blocos de duas faces e quadrados; na condição de alta carga, havia quatro faces intercaladas com quatro quadrados, totalizando seis blocos de quatro faces e quadrados. Nesse caso, optou-se por não utilizar a carga de cinco quadrados para reduzir a possibilidade de efeito chão. A pontuação foi obtida calculando-se a proporção de acertos para respostas corretas para as emoções apresentadas (Figura 5).

As imagens permaneciam na tela até que o participante identificasse a expressão facial, tendo como tempo máximo para identificação a média do tempo obtida na fase de prática, quando realizava apenas a tarefa de reconhecimento da expressão, mas não a da localização dos quadrados. Caso o participante demorasse mais que essa média, a resposta era considerada incorreta e o programa automaticamente avançava para a tela do quadrado seguinte, conforme ocorria na tarefa de *span* complexo.



Nessa etapa, não se definiu um período específico para a exposição das faces porque um dos objetivos da pesquisa é compreender a influência da memória de trabalho na percepção de expressões faciais.

Na condição controle, não era necessário lembrar a localização dos quadrados e os participantes foram orientados a clicar em qualquer local da figura, sendo enfatizado que deveriam se dedicar apenas à tarefa das faces. A condição controle foi idêntica à condição experimental em termos de tipos de estímulos apresentados (Figura 5), sendo a única diferença o fato de que os participantes não precisavam memorizar e recordar a localização dos quadrados (ou seja, não havia a necessidade de armazenar a informação sobre os quadrados nos intervalos entre os julgamentos de expressões faciais).

As imagens das faces emocionais variaram em termos de emoção (raiva e nojo), nível de intensidade (baixa ou alta) e indivíduo que emite a expressão na foto.

Foram criadas oito versões diferentes da mesma tarefa, sendo que quatro eram diferentes apenas em relação a se a tarefa iniciaria com a condição controle ou experimental. Durante as instruções da condição experimental, os participantes eram orientados que deveriam fazer corretamente as duas tarefas, de localização e reconhecimento de expressões, tentando manter o percentual de acerto no reconhecimento das expressões faciais em pelo menos 60%. O objetivo dessa orientação era estimular o envolvimento nas duas atividades, evitando que priorizassem um tipo de tarefa em relação à outra.

As fotos das faces foram contrabalanceadas nessas oito versões de modo que a mesma imagem fosse apresentada em diferentes momentos da tarefa (no início, meio ou no fim dos blocos de duas ou quatro faces), evitando efeito de familiarização. Com isso também se distribuiu o tipo de emoção e as intensidades ao longo dos blocos e das condições.

Matrizes Progressivas Avançadas de Raven

O instrumento Matrizes Progressivas Avançadas de Raven é utilizado para avaliação da inteligência fluida de indivíduos, fornecendo informações sobre a capacidade edutiva de indivíduos com idade entre 17 e 63 anos e escolaridade mínima de Ensino Superior em andamento (Raven, Raven, & Court, 2015). Optou-se por esse instrumento por apresentar parecer favorável pelo Sistema de Avaliação de Testes Psicológicos do Conselho Federal de Psicologia e frequentemente ser utilizado em pesquisas de psicologia cognitiva como medida de inteligência fluida, sendo positivamente correlacionado com tarefas de *span* complexo (Foster et al., 2015; Harrison et al., 2015).

Inventário de Depressão (BDI) e Ansiedade (BAI) das Escalas Beck

Esses instrumentos foram utilizados como medidas de critério de exclusão para sintomas graves de depressão e/ou ansiedade. Fazem parte das Escalas Beck, que são compostas pelo Inventário de Depressão, Inventário de Ansiedade, Escala de Desesperança e Escala de Ideação

Suicida; os Inventários de Depressão e Ansiedade fornecem medidas de intensidade de depressão e ansiedade, respectivamente, para indivíduos entre 17 e 80 anos (Cunha, 2001).

Procedimento

A coleta dos dados ocorreu em sessão única, levando cerca de 2 horas, em sala com condições adequadas para a aplicação dos instrumentos, compreendendo cinco etapas desde a assinatura do termo de consentimento. Iniciou-se pela assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, seguido pelos *span* complexos de memória de trabalho, a tarefa de faces, as Matrizes Progressivas Avançadas de Raven e os Inventário de Depressão e Ansiedade das Escalas Beck (Figura 6).

Figura 6. Procedimento do Estudo

Figura 6. Sequência das tarefas realizadas no estudo; tempo médio de cada atividade descrito em minutos.

Análise dos dados

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o SPSS *Statistics* 23.0 (IBM, Somers, EUA). As estatísticas descritivas foram apresentadas como média (M) e erro padrão (EP). O nível de significância foi definido em 0,05. Eta parcial quadrado (η_p^2) foi incluído como estimativa do tamanho do efeito nas Análises de Variâncias (ANOVAs), onde 0,10 representa efeito pequeno, 0,30 indica efeito médio e 0,50 representa efeito grande (Field, A. 2009, pp. 59).

Na primeira série de análises dos dados, foram utilizadas como variáveis dependentes as medidas de discriminabilidade (d') e viés de resposta ($\log \beta$) dos participantes. A discriminabilidade se refere à capacidade do indivíduo de discriminar raiva de nojo, podendo variar de zero a infinito. Quanto maior o valor de d' , melhor a capacidade do participante de discriminar uma emoção da outra. O viés de resposta, por outro lado, está relacionado à tendência do participante responder "raiva" para um estímulo independentemente da real expressão na face. Varia de menos infinito a mais infinito, com viés negativo significando tendência de responder "nojo", zero indicando não haver viés e viés positivo se refere à tendência de responder "raiva". Os valores de d' e $\log \beta$ foram calculados segundo as equações: $d' = z(p_A) + z(p_B)$ e $\log \beta = \frac{1}{2} [z^2(p_A) - z^2(p_B)]$, onde z é a função normal inversa, p_A é a proporção de acertos para raiva e p_B é a proporção de acertos para nojo (Wickens, 2002).

ANOVAs de medidas repetidas de três fatores foram realizadas nas medidas de discriminabilidade e viés de resposta com intensidade (baixa e alta), carga na memória de trabalho⁶ (baixa e alta) e condição (controle e experimental) como os fatores intrassujeitos. Posteriormente, ANOVAs de quatro fatores foram realizadas nas medidas de discriminabilidade e viés de resposta com intensidade (baixa e alta), carga na memória de trabalho (baixa e alta) e condição (controle e experimental) como os fatores intrassujeitos e capacidade de memória de trabalho (baixa e alta) como fator entressujeitos.

⁶ Para a análise dos resultados, considerou-se como alta carga os acertos de três e quatro quadrados, uma vez que houve muitos erros para quatro quadrados e, com isso, haveria menos dados para serem analisados, reduzindo o poder estatístico. De qualquer forma, as mesmas análises foram conduzidas considerando-se apenas os acertos de quatro quadrados, sendo obtido o mesmo padrão de resultados.

Na segunda série de análises, ANOVAs de medidas repetidas de quatro e cinco fatores foram realizadas na proporção de acertos de expressões faciais com emoção (raiva e nojo), intensidade (baixa e alta), carga na memória de trabalho (baixa e alta) e condição (controle e experimental) como os fatores intrassujeitos e capacidade de memória de trabalho (baixa e alta) como fator entressujeitos, quando esta variável foi utilizada para análise.

Nos casos em que as interações de nível superior foram significativas (e.g., interação entre os quatro fatores), ANOVAs de nível inferior (e.g., três fatores) foram conduzidas separadamente para facilitar a interpretação dos resultados. Por exemplo, quando a interação emoção × intensidade × carga × condição foi significativa, foi conduzida uma ANOVA com intensidade × carga × condição para um tipo de emoção (raiva) e outra ANOVA com intensidade × carga × condição para o outro tipo de emoção (nojo). Essa estratégia foi repetida caso a ANOVA subsequente também mostrasse interação entre todos os fatores, conduzindo-se testes *t* de amostras pareadas posteriormente para identificar as diferenças entre os grupos.

Em particular, o foco das análises estava em avaliar efeitos de carga para as diferentes condições (experimental e controle) e para as diferentes intensidades (baixa e alta). Essas análises permitiram responder às seguintes perguntas:

- 1) Os efeitos de carga na discriminabilidade/viés dependem da condição experimental?
- 2) Esses efeitos de carga × condição dependem da intensidade da expressão do estímulo (baixa e alta intensidade)?

Resultados

Discriminabilidade

Foi encontrado efeito significativo da intensidade, $F(1,37) = 45,45$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,55$ e condição, $F(1,37) = 25,24$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,41$, na discriminabilidade. Não foi encontrada interação entre intensidade, carga e condição na discriminabilidade, $F(1,37) = 1,65$; $p = 0,21$; $\eta_p^2 = 0,04$, indicando que o efeito da carga não variou em função das duas intensidades.

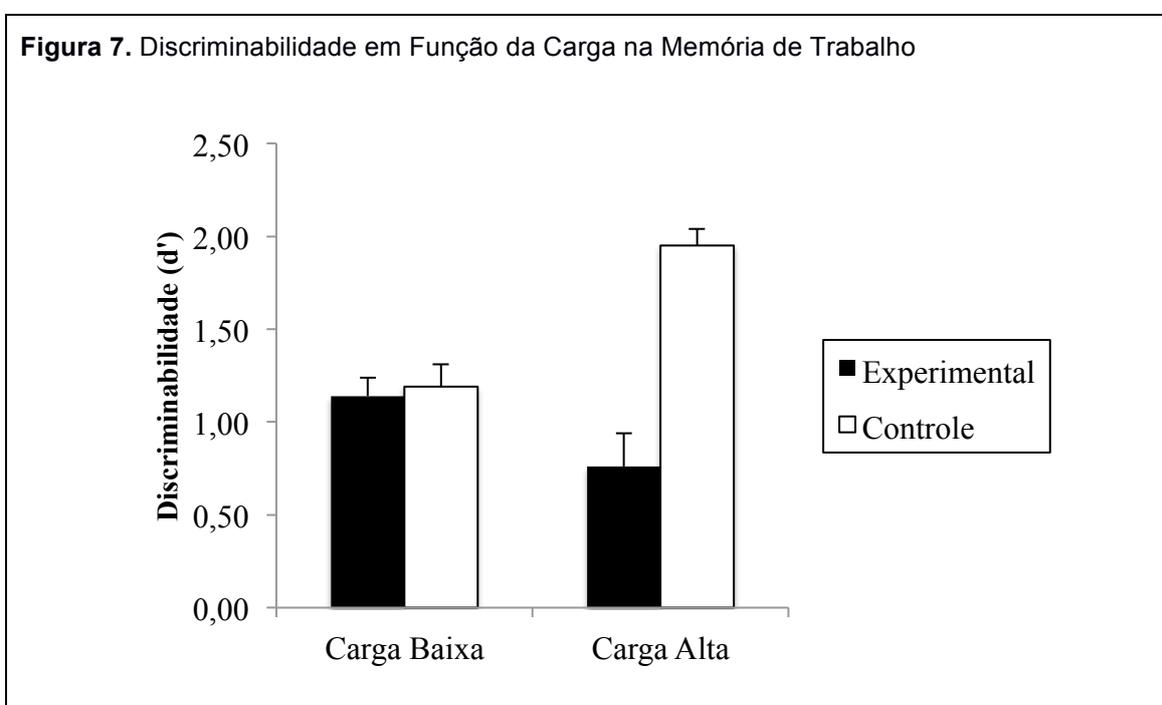
No entanto, houve interação altamente significativa entre carga e condição, $F(1,37) = 34,97$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,49$, evidenciando que a carga na memória de trabalho influenciou a discriminabilidade (Tabela 1). Foram conduzidos testes t de amostras pareadas para avaliar as diferenças na discriminabilidade entre as condições controle e experimental para baixa e alta carga na memória de trabalho. Houve diferença significativa na discriminabilidade para alta carga de memória de trabalho, $t(37) = 6,21$, $p < 0,001$, com maior discriminabilidade na condição controle ($M = 1,95$; $EP = 0,09$) do que na experimental ($M = 0,76$; $EP = 0,18$). Para a baixa carga, não houve diferença significativa entre as condições controle ($M = 1,19$; $EP = 0,12$) em relação à experimental ($M = 1,14$; $EP = 0,10$), $t(44) = 0,41$, $p = 0,69$ (Figura 7).

Tabela 1

Discriminabilidade em Função da Carga na Memória de Trabalho

Condição	Carga Baixa	Carga Alta
Experimental	1,14 (0,69)	0,76 (1,12)
Controle	1,19 (0,80)	1,95 (0,54)

Nota. Valores descritos como Média (Desvio Padrão).

**Viés de resposta**

Foi encontrada interação significativa entre intensidade, carga na memória de trabalho e condição no viés de resposta, $F(1,37) = 7,83$; $p = 0,008$; $\eta_p^2 = 0,18$, resultados descritos na tabela 2. Assim, considerando que o efeito da carga e condição no viés de resposta variou em função da intensidade da expressão facial, foram realizadas ANOVAs de medidas repetidas de dois fatores nas medidas de viés de resposta com carga e condição para cada uma das intensidades.

Tabela 2

Viés de Resposta em Função da Intensidade da Expressão facial

Intensidade Baixa		
Carga	Experimental	Controle
Baixa	0,19 (0,43)	0,10 (0,37)
Alta	-0,01 (0,55)	0,42 (0,59)
Intensidade Alta		
Baixa	0,00 (0,32)	0,07 (0,42)
Alta	-0,10 (0,49)	- 0,05 (0,65)

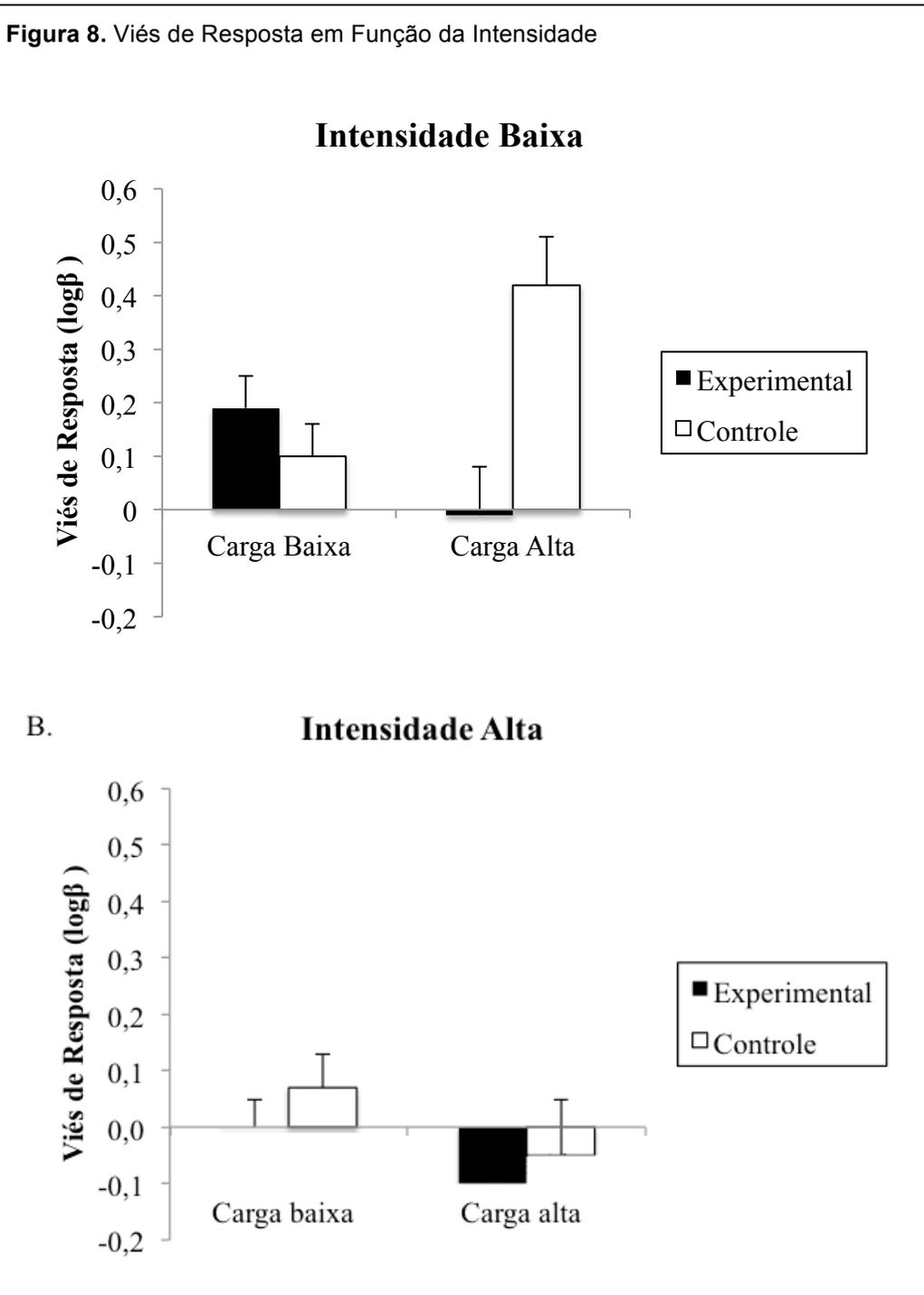
Nota. Valores descritos como Média (Desvio Padrão).

Considerando apenas os dados para a baixa intensidade, houve interação significativa entre carga e condição no viés de resposta, $F(1,38) = 14,61$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,28$. Foram feitos testes t de amostras pareadas para avaliar as diferenças de viés nas condições controle e experimental para baixa e alta carga na memória de trabalho. Houve efeito significativo no viés de resposta apenas para a alta carga na memória de trabalho, $t(39) = 3,48$, $p = 0,001$, com maior tendência para responder "raiva" na condição controle ($M = 0,42$; $EP = 0,09$) do que na experimental ($M = -0,01$; $EP = 0,09$). Para baixa carga na memória de trabalho, a diferença entre as condições controle ($M = 0,10$; $EP = 0,06$) e experimental ($M = 0,19$; $EP = 0,06$) não foi significativa, $t(44) = 1,12$, $p = 0,27$.

Analisando-se os dados para a alta intensidade, não houve interação entre carga e condição no viés de resposta, $F(1,39) = 0,04$; $p = 0,84$; $\eta_p^2 = 0,001$. Para a baixa carga, não houve diferença significativa entre as condições controle ($M = 0,07$; $EP = 0,06$) e experimental ($M = 0,00$; $EP = 0,05$), $t(44) = -1,00$, $p = 0,32$. Na alta carga, também não foi observada diferença significativa entre as condições controle ($M = -0,05$; $EP = 0,10$) e experimental ($M = -0,10$; $EP = 0,08$), $t(39) = -0,32$, $p = 0,32$ (Figura 8).

Capacidade de memória de trabalho e medida de inteligência fluida

Para verificar a correlação entre a medida de inteligência fluida, caracterizada pela pontuação bruta nas Matrizes Progressivas Avançadas de Raven (Raven et al., 2015) e a capacidade de memória de trabalho, calculada pelos escores absolutos nos *span* complexos, utilizou-se a correlação de Pearson. Encontrou-se correlação positiva entre inteligência fluida e capacidade de memória de trabalho, $r = 0,25$, p (unilateral) = 0,049.



Discriminabilidade em função da capacidade de memória de trabalho

Para avaliar o efeito das variáveis intensidade, carga na memória de trabalho e condição na discriminabilidade em função da capacidade de memória de trabalho dos participantes, realizou-se uma ANOVA mista de quatro fatores, tendo como fatores intrassujeitos intensidade, carga e condição, e como fator entresujeitos a medida de capacidade de memória de trabalho (baixa e alta), calculada através dos escores absolutos dos três *span* complexos. Os dados dos participantes foram divididos em dois grupos, sendo considerados com baixa capacidade de memória de trabalho aqueles com pontuação abaixo da mediana do grupo, e com alta capacidade os que obtiveram pontuação nos escores parciais acima da mediana.

Não houve interação na discriminabilidade entre intensidade, carga, condição e capacidade de memória de trabalho, $F(1,35) = 0,44$; $p = 0,51$; $\eta_p^2 = 0,01$, indicando que o efeito da carga na discriminabilidade não diferiu em função da intensidade da expressão facial. Foi observada interação altamente significativa entre carga, condição e capacidade de memória de trabalho na discriminabilidade, $F(1,35) = 17,64$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,34$ (Tabela 3).

Tabela 3

Discriminabilidade em Função da Capacidade de Memória de Trabalho

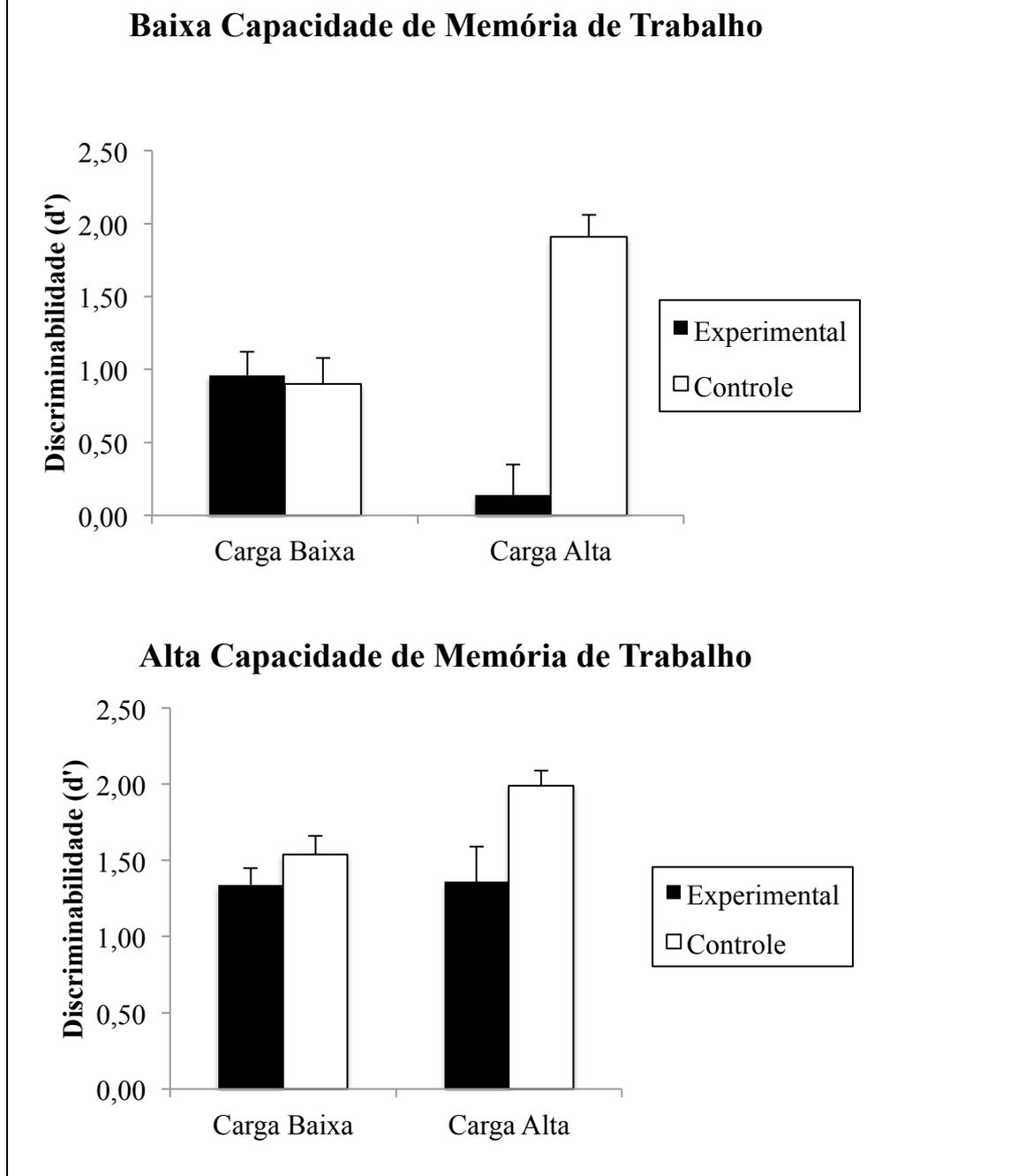
Capacidade Baixa		
Carga	Experimental	Controle
Baixa	0,96 (0,79)	0,90 (0,88)
Alta	0,14 (0,90)	1,91 (0,65)
Capacidade Alta		
Baixa	1,34 (0,47)	1,54 (0,56)
Alta	1,36 (1,01)	1,99 (0,44)

Nota. Valores descritos como Média (Desvio Padrão).

Dessa forma, conduziu-se uma ANOVA mista de dois fatores com carga e condição como fatores intrassujeitos e capacidade de memória de trabalho como fator entressujeitos.

Considerando-se os dados do grupo classificado como baixa capacidade de memória de trabalho, observou-se interação significativa entre carga e condição na discriminabilidade, $F(1,17) = 66,53$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,80$. Foram realizados testes t de amostras em pares para avaliar as diferenças de discriminabilidade entre as condições controle e experimental, havendo diferença significativa apenas para alta carga, $t(17) = 6,35$, $p < 0,001$, com maior discriminabilidade na condição controle, ($M = 1,91$; $EP = 0,15$) do que na experimental ($M = 0,14$; $EP = 0,21$). Para a baixa carga, não houve diferença significativa, $t(23) = 0,37$, $p = 0,71$, entre as condições controle ($M = 0,90$; $EP = 0,18$) e experimental ($M = 0,96$; $EP = 0,16$).

Para o grupo classificado como alta capacidade de memória de trabalho, houve interação marginal na discriminabilidade entre carga e condição, $F(1,18) = 3,63$; $p < 0,07$; $\eta_p^2 = 0,17$. Realizou-se testes t de amostras em pares para melhor compreender a tendência dessa interação. Foi observado efeito significativo para a alta carga, $t(18) = 2,90$, $p = 0,01$, indicando que houve maior discriminabilidade no grupo controle ($M = 1,98$; $EP = 0,10$) do que no experimental ($M = 1,36$; $EP = 0,23$). Na baixa carga, não houve efeito significativo, $t(19) = 1,47$, $p = 0,16$, entre o grupo controle ($M = 1,54$; $EP = 0,12$) e experimental ($M = 1,34$; $EP = 0,11$) (Figura 9).

Figura 9. Discriminabilidade em Função da Capacidade de Memória de Trabalho

Viés de resposta em função da capacidade de memória de trabalho

Para avaliar o efeito de intensidade, carga na memória de trabalho e condição no viés de resposta em função da capacidade de memória de trabalho dos participantes, dividiu-se os dados dos participantes em dois grupos conforme descrito anteriormente, sendo considerados com baixa capacidade de memória de trabalho aqueles com pontuação abaixo da mediana do grupo, e com alta capacidade os que obtiveram pontuação nos escores parciais acima da mediana, conforme descrito anteriormente.

Realizou-se uma ANOVA mista de quatro fatores com intensidade, carga e condição como fatores intrassujeitos e capacidade de memória de trabalho como fator entressujeitos, calculada através dos escores absolutos dos três *span* complexos (Tabela 4).

Houve efeito significativo de intensidade no viés de resposta, $F(1,35) = 11,31$; $p = 0,002$; $\eta_p^2 = 0,24$. Não foi encontrada interação significativa entre intensidade, carga, condição e capacidade de memória de trabalho no viés de resposta, $F(1,35) = 0,01$; $p = 0,92$; $\eta_p^2 < 0,001$, bem como entre carga, condição e capacidade de memória de trabalho, $F(1,35) = 1,95$; $p = 0,17$; $\eta_p^2 = 0,05$ (Figura 10).

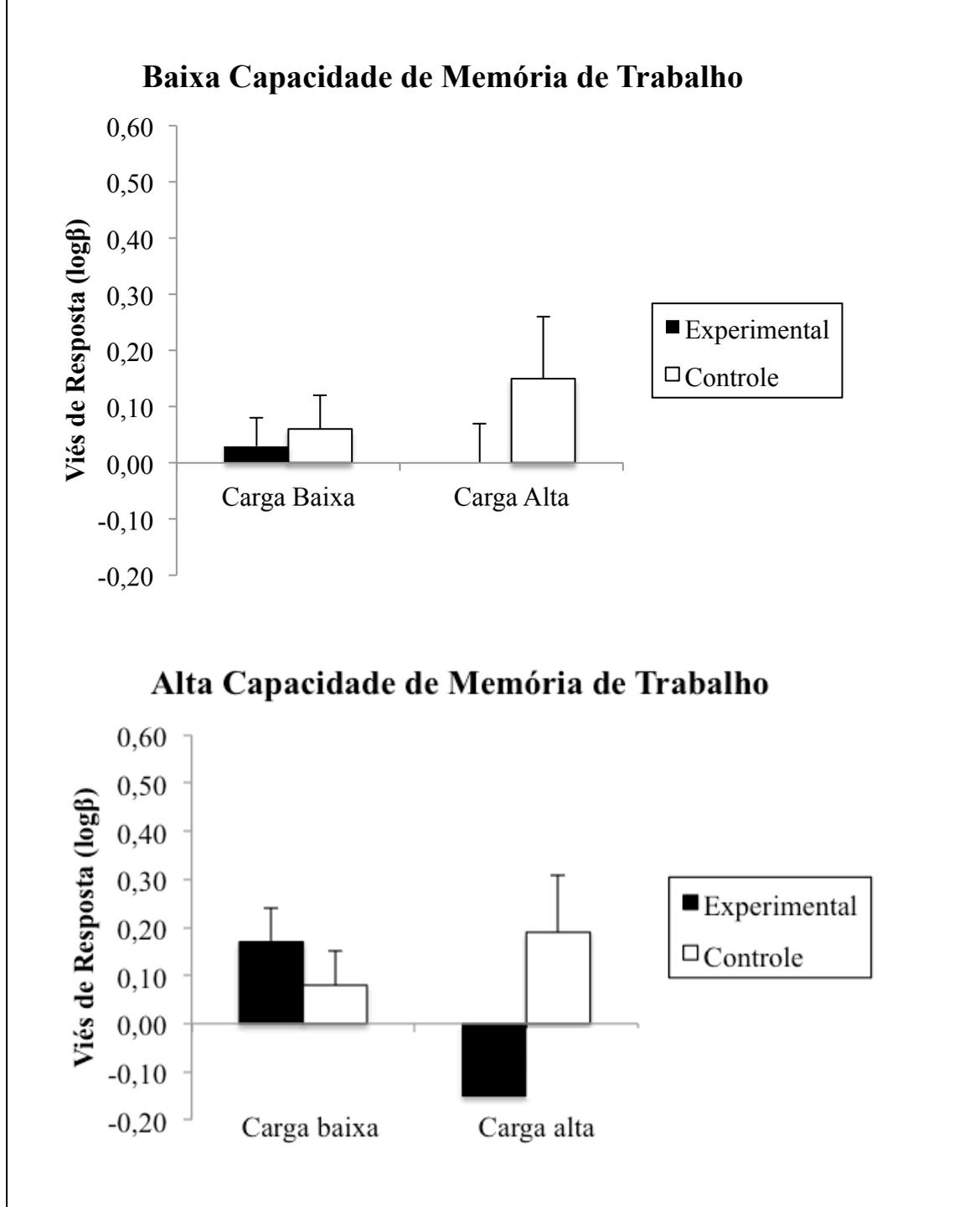
Tabela 4

Viés de Resposta em Função da Capacidade de Memória de Trabalho

Capacidade Baixa		
Carga	Experimental	Controle
Baixa	0,03 (0,26)	0,06 (0,29)
Alta	0,00 (0,29)	0,15 (0,48)
Capacidade Alta		
Baixa	0,17 (0,29)	0,08 (0,31)
Alta	-0,15 (0,46)	0,19 (0,52)

Nota. Valores descritos como Média (Desvio Padrão).

Figura 10. Viés de Resposta em Função da Capacidade de Memória de Trabalho



Proporção de acertos para o reconhecimento de expressões faciais de emoções

As análises anteriores foram baseadas em medidas derivadas das proporções de acertos para raiva e nojo (discriminabilidade e viés de resposta), mas não nas medidas brutas de acertos

para cada emoção. A vantagem das análises anteriores é que se leva em conta tanto os acertos (ex., proporção de respostas “raiva” para imagens de raiva; p_A) quanto os erros (ex., proporção de respostas “raiva” para imagens de nojo; $1 - p_B$)⁷. Trata-se, portanto, de medidas compostas em que tanto acertos quanto erros contribuem para o resultado final. Com o objetivo de compreender melhor os efeitos das manipulações experimentais nessas medidas brutas de acertos, conduziu-se uma ANOVA de medidas repetidas de quatro fatores (emoção, intensidade, carga, condição) na proporção de acertos no reconhecimento de expressões de raiva (p_A) e nojo (p_B).

Encontrou-se efeito da emoção na proporção de acertos para o reconhecimento de expressões faciais de raiva e nojo, $F(1,38) = 18,01$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,32$, sendo a raiva identificada mais facilmente ($M = 0,87$; $EP = 0,02$) do que o nojo ($M = 0,76$; $EP = 0,02$). Também foi observado efeito da intensidade na proporção de acertos para o reconhecimento de expressões faciais de raiva e nojo, $F(1,38) = 62,34$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,62$, com melhor reconhecimento das expressões em alta intensidade ($M = 0,88$; $EP = 0,02$) em comparação com baixa intensidade ($M = 0,75$; $EP = 0,02$). Observou-se interação significativa entre emoção, intensidade, carga e condição, $F(1,38) = 5,90$; $p = 0,02$; $\eta_p^2 = 0,13$. Os resultados dessa interação podem ser vistos na tabela 5.

⁷ Em teoria de detecção de sinal, discriminabilidade é normalmente calculada como $d' = z(p_A) - z(1 - p_B)$, onde p_A são acertos (hits) e $1 - p_B$ são erros (alarmes falsos). Como $z(p_B) = -z(1 - p_B)$ devido à simetria da distribuição normal padrão, chega-se à fórmula usada nessa tese: $d' = z(p_A) + z(p_B)$ (Wickens, 2002, pp. 114).

Tabela 5.

Proporção de acertos em função da carga na memória de trabalho e intensidade da expressão

Raiva				
Intensidade	Carga Baixa		Carga Alta	
	Experimental	Controle	Experimental	Controle
Baixa	0,90 (0,15)	0,79 (0,27)	0,87 (0,19)	0,88 (0,16)
Alta	0,89 (0,18)	0,89 (0,22)	0,88 (0,17)	0,90 (0,15)

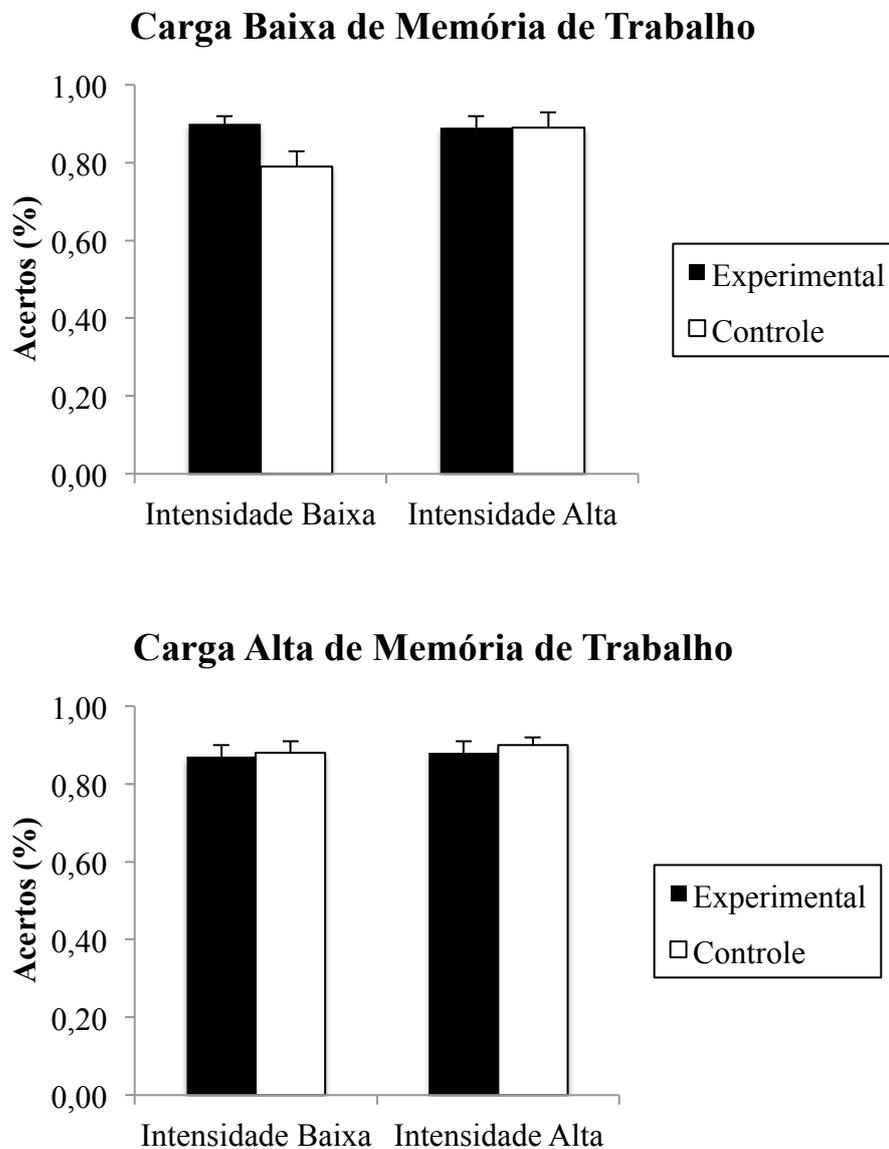
Nojo				
Intensidade	Carga Baixa		Carga Alta	
	Experimental	Controle	Experimental	Controle
Baixa	0,53 (0,30)	0,65 (0,32)	0,66 (0,29)	0,74 (0,18)
Alta	0,91 (0,16)	0,81 (0,24)	0,83 (0,26)	0,90 (0,18)

Nota. Valores descritos como Média (Desvio Padrão).

A interação entre os quatro fatores indica que o efeito conjunto de intensidade, carga e condição na proporção de acertos foi diferente para expressões faciais de raiva e de nojo. Para melhor interpretar essa interação, foram conduzidas duas ANOVAs de medidas repetidas de três fatores (intensidade \times carga \times condição) na proporção de acertos, uma ANOVA para raiva e outra para nojo.

Quando considerados apenas os dados da expressão raiva, não houve efeitos principais de intensidade, carga e condição na proporção de acertos de expressões, $F_s < 0,90$; $p_s > 0,35$. Também não foi observada interação entre carga e condição, $F(1,41) = 1,50$; $p = 0,29$; $\eta_p^2 = 0,04$ (Figura 11).

Figura 11. Acertos para Expressões Faciais de Raiva em Função da Carga na Memória de Trabalho



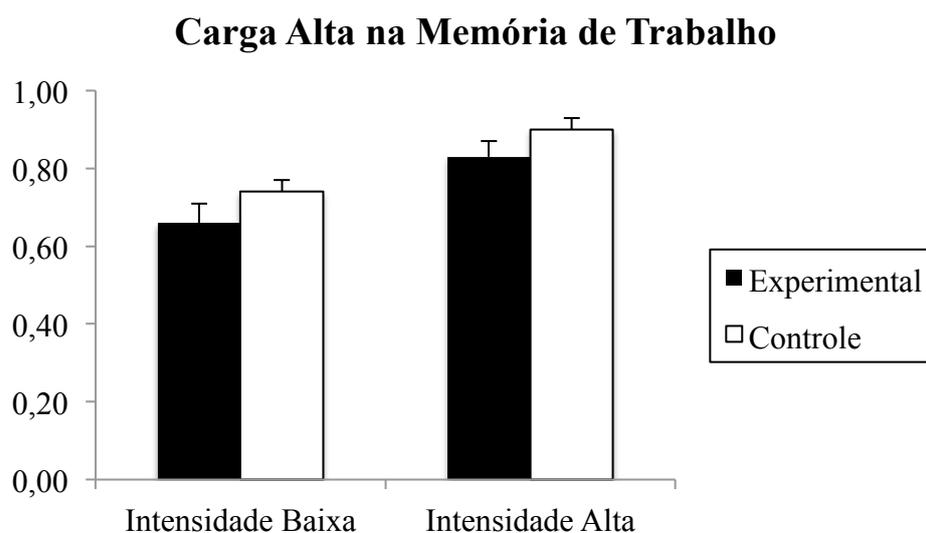
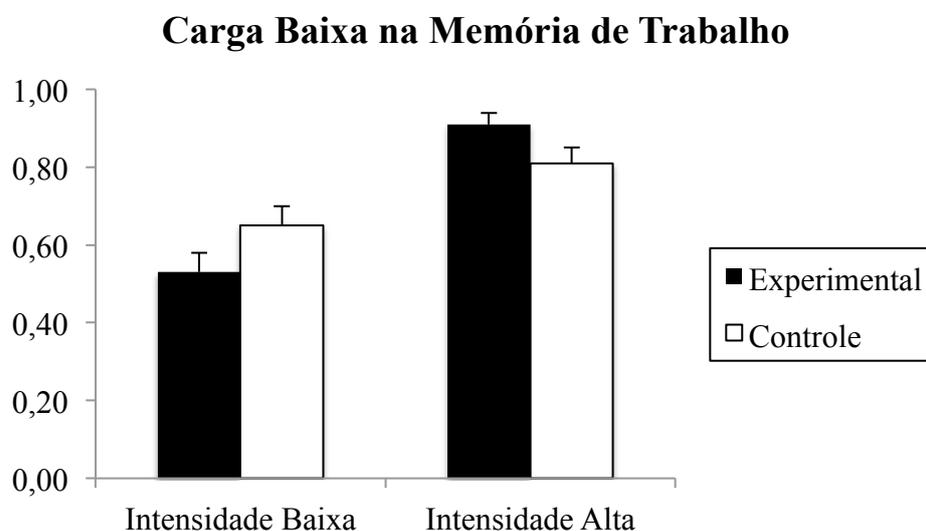
Para os dados da expressão nojo, foi encontrado efeito significativo de intensidade, $F(1,39) = 48,41$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,55$, e condição, $F(1,39) = 4,14$; $p = 0,049$; $\eta_p^2 = 0,10$. A interação entre intensidade, carga e condição foi significativa, $F(1,39) = 4,63$; $p = 0,04$; $\eta_p^2 = 0,11$. A interação entre os três fatores indica que o efeito conjunto de carga e condição na proporção de acertos foi diferente para faces de nojo com baixa intensidade da expressão e faces de nojo com alta intensidade. Para

melhor interpretar essa interação de três fatores, foram conduzidas duas ANOVAs de medidas repetidas de dois fatores (carga × condição) na proporção de acertos, uma ANOVA para baixa intensidade e outra para alta intensidade.

Considerando os dados para a expressão nojo em baixa intensidade, houve efeito significativo da carga, $F(1,40) = 9,13$; $p = 0,004$; $\eta_p^2 = 0,19$, e condição, $F(1,40) = 6,46$; $p = 0,02$; $\eta_p^2 = 0,14$, na proporção de acertos da expressão facial. Não se encontrou interação significativa entre carga e condição, $F(1,40) = 0,13$; $p = 0,72$; $\eta_p^2 = 0,003$.

Para os dados da expressão nojo em alta intensidade, a interação entre carga e condição na proporção de acertos da expressão facial foi significativa, $F(1,40) = 6,06$; $p = 0,02$; $\eta_p^2 = 0,13$. Foram realizados testes t de amostras pareadas para investigar as diferenças na proporção de acertos nas condições controle e experimental para baixa e alta carga na memória de trabalho. Foi encontrado efeito significativo na proporção de acertos da expressão nojo em alta intensidade para a baixa carga na memória de trabalho, $t(45) = 2,64$, $p = 0,01$, com maior número de acertos na condição experimental ($M = 0,91$; $EP = 0,02$) em relação à controle ($M = 0,81$; $EP = 0,04$). Houve efeito marginal na proporção de acertos da expressão nojo em alta intensidade para a alta carga na memória de trabalho, $t(40) = -1,74$, $p = 0,09$, com mais acertos na condição controle ($M = 0,90$; $EP = 0,03$) do que na experimental ($M = 0,83$; $EP = 0,04$) (Figura 12).

Figura 12. Acertos Para Expressões Faciais de Nojo em Função da Carga na Memória de Trabalho



Proporção de acertos para o reconhecimento de expressões faciais de emoções em função da capacidade de memória de trabalho

Para avaliar se os efeitos de emoção, intensidade, carga e condição na proporção de acertos dependem da capacidade de memória de trabalho dos participantes, conduziu-se uma ANOVA mista de cinco fatores, tendo como fatores intrassujeitos as variáveis emoção, intensidade, carga e condição, e como fator entressujeitos a capacidade de memória de trabalho do participante (baixa ou

alta), calculada através dos escores parciais dos três *span* complexos. Participantes foram divididos em dois grupos, sendo considerados com baixa capacidade de memória de trabalho aqueles com pontuação abaixo da mediana do grupo, e com alta capacidade os que obtiveram pontuação nos escores parciais acima da mediana.

Não foi observada interação significativa entre emoção, intensidade emocional, carga na memória de trabalho, condição e capacidade de memória de trabalho na proporção de acertos para reconhecimento das expressões, $F(1,36) = 0,21$; $p = 0,65$; $\eta_p^2 = 0,006$.

Discussão

Esse estudo teve como principal objetivo avaliar se a carga em uma tarefa de *span* complexo de memória de trabalho e a intensidade da expressão facial interferem no reconhecimento de expressões faciais das emoções raiva e nojo em jovens universitários.

Observou-se que a capacidade de discriminar uma face de raiva de uma face de nojo é influenciada pela carga na memória de trabalho e pela intensidade da expressão facial. Os resultados indicam que a memória de trabalho está envolvida no reconhecimento das expressões faciais dessas emoções. Esses achados são relevantes por contribuírem em relação ao conhecimento acerca da interação entre emoção e cognição (Dolcos, Iordan, & Dolcos, 2011; Pessoa, 2010, 2012, 2013), em especial dos aspectos cognitivos envolvidos na percepção de expressões faciais de ameaças, mais especificamente a raiva e o nojo.

Discriminabilidade

As principais contribuições desta pesquisa se referem aos resultados provenientes de análises em que o desempenho dos participantes foi avaliado em termos de discriminabilidade e viés de resposta. Teoria de Detecção de Sinais vem sendo usada em estudos de percepção de expressões faciais (Lynn et al., 2016), pois a simples proporção de acertos não permite separar as contribuições da discriminabilidade e do viés de resposta na tomada de decisão (Lynn & Barrett, 2014). Erros de julgamento de uma expressão podem ser decorrentes de pelo menos dois fatores: dificuldade em discriminar uma expressão de outra e tendência a sempre dar uma mesma resposta (“raiva” ou “nojo”) em determinada condição. Dessa forma, para compreender efetivamente a tomada de decisão do indivíduo, é fundamental entender seu padrão de respostas em termos de capacidade de discriminar o estímulo e de sua tendência para responder apresentando uma ou outra resposta.

A partir dessa análise, foram encontrados resultados inovadores que mostraram a influência da carga na memória de trabalho na discriminabilidade e no viés de resposta. Em particular, o padrão de resultados de discriminabilidade foi diferente do padrão de resultados para viés de resposta,

indicando que o efeito da carga na discriminabilidade não é um artefato da mudança no viés de resposta.

Foi observado efeito da carga na memória de trabalho na discriminabilidade entre raiva e nojo nas duas intensidades. Quando as expressões faciais foram apresentadas no contexto de alta carga na memória de trabalho, os participantes apresentaram mais dificuldade para discriminar as expressões faciais nas duas intensidades, indicando que a carga na memória de trabalho interferiu negativamente na capacidade de discriminação das duas expressões, independente da intensidade em que foi emitida.

Esses dados reforçam os achados em relação à influência da carga na memória de trabalho no reconhecimento de expressões faciais (Phillips, Channon, Tunstall, Hedenstrom, & Lyons, 2008; Van Dillen & Derks, 2012; Van Dillen & Koole, 2009) e estão em consonância com teorias que sugerem a influência *top-down* na percepção de estímulos ameaçadores (Bishop et al., 2007; Huang, Chang, & Chen, 2011; Pessoa, 2005; Pessoa, McKenna et al., 2002), mais especificamente expressões faciais de ameaça.

Phillips et al. (2008) aumentaram a carga verbal na memória de trabalho e observaram que os participantes apresentaram mais erros na tarefa de categorização com rótulos das seis expressões básicas apresentadas em três intensidades distintas, mas não quando era necessário apenas discriminar duas expressões, sem rotulá-las. Eles sugeriram que a memória de trabalho pode influenciar principalmente a tarefa de explicitar verbalmente um rótulo com o nome da emoção expressa na face. No entanto, mesmo quando não houve necessidade de rotular as expressões, esses autores encontraram que os participantes apresentaram maior latência para as respostas e tiveram pior desempenho na tarefa *2-back*, indicando que houve algum tipo de interferência da carga na memória de trabalho nestas tarefas.

No presente estudo, há evidências de que a carga na memória de trabalho comprometeu a tarefa de reconhecimento da expressão facial nas duas intensidades independente da necessidade de categorização por rótulos, pois na condição controle os participantes também precisavam categorizar as emoções dentre dois rótulos (raiva e nojo) e, ainda assim, a discriminabilidade entre raiva e nojo foi reduzida no contexto de alta carga.

Um aspecto que deve ser considerado é que o tipo de tarefa de memória de trabalho utilizada nos neste estudo e no de Phillips et al. (2008) diferiram em termos da demanda cognitiva imposta pela atividade. Ainda que ambas envolvam a realização de duas tarefas concorrentes com manipulação e atualização da informação, *span* complexos costumam explicar mais variância das diferenças individuais em habilidades cognitivas superiores que *n-back* (Kane, Conway, Miura, & Colflesh, 2007). Dessa forma, a presente pesquisa pode ter submetido os participantes à maior carga na memória de trabalho, resultando em menos recursos de atenção controlada e/ou visual para discriminação das expressões. O fato do tipo de estímulo na memória de trabalho nos dois estudos serem diferentes (verbal e visual) também pode ter influenciado o reconhecimento de maneira distinta.

Portanto, os resultados encontrados neste estudo mostram que a discriminabilidade foi afetada pelo aumento da carga na memória de trabalho e que essa mudança na capacidade de discriminar as duas emoções é decorrente da manipulação da carga na memória de trabalho. O fato de a discriminabilidade ter sido afetada pela carga nas duas intensidades enquanto o viés foi alterado apenas na baixa intensidade indica que os efeitos de discriminabilidade identificados neste estudo refletem uma mudança real na discriminabilidade desencadeada pelo aumento da carga na memória de trabalho, não apenas uma mudança na tendência dos participantes de responderem "raiva" independente da expressão apresentada para eles.

Discriminabilidade em função da capacidade de memória de trabalho

Este estudo encontrou correlação positiva entre as medidas de capacidade de memória de trabalho e inteligência fluida, conforme previsto por estudos prévios (Foster et al., 2015), indicando que foi utilizada uma medida válida de capacidade de memória de trabalho.

Outro achado inédito encontrado nesta pesquisa foi em relação à interação entre carga, condição e capacidade de memória de trabalho na discriminabilidade. O aumento da carga diminuiu significativamente a discriminabilidade dos participantes no grupo considerado como baixa capacidade de memória de trabalho, mas não no grupo considerado como alta capacidade. Esta mudança observada na discriminabilidade em função da capacidade de memória de trabalho não

pode ser explicada por um efeito de viés de resposta, visto que não houve diferença significativa no viés entre os dois grupos.

Lynn et al. (2016) realizaram o único estudo encontrado que investigou a capacidade de memória de trabalho no reconhecimento de expressões faciais de emoções, identificando que a capacidade de memória de trabalho não influenciou significativamente as medidas de discriminabilidade de expressões de raiva em diferentes intensidades nos contextos em que era fácil identificar a raiva em relação à alegria. Eles observaram que apenas nas condições em que era necessário apresentar um viés de resposta mais extremo devido à baixa discriminabilidade entre as expressões que a capacidade de memória de trabalho foi associada com o viés de resposta. Nesses casos, os indivíduos com elevada capacidade de memória de trabalho apresentaram melhor habilidade para otimizar seu viés de resposta levando em consideração seu próprio nível de discriminabilidade em relação às duas expressões⁸.

Na pesquisa realizada por Lynn et al. (2016) não houve manipulação da carga na memória de trabalho, como foi feito no presente estudo. Os resultados encontrados aqui mostram que o aumento da carga não afetou a discriminabilidade de maneira distinta para as duas intensidades em função da capacidade de memória de trabalho, mas é importante ressaltar que no estudo de Lynn et al. (2016) foi utilizado um espectro mais amplo de intensidades das expressões (variou de 0% a 100% com incrementos de 10%, totalizando onze imagens), o que possivelmente submeteu os participantes a situações de identificar expressões com níveis mais elevados de ambiguidade do que os estímulos apresentados nesta pesquisa.

No presente estudo, a capacidade de memória de trabalho pareceu ser um fator relevante na discriminabilidade quando o contexto envolveu maior complexidade, como o aumento da carga, diferente do observado no estudo de Lynn et al. (2016), em que a capacidade de memória de trabalho foi associada apenas à melhor habilidade de ajustar o viés de resposta devido à dificuldade de discriminação do estímulo. Isso indica que a carga e o uso das expressões faciais de raiva e nojo podem ser fatores determinantes na discriminabilidade. Apesar das diferenças em termos de delineamento e estímulos dos dois estudos, ambos sugerem que os indivíduos com maior

⁸ Lynn et al. (2016) utilizam o termo sensibilidade para se referir à discriminabilidade e consideram que a sensibilidade do indivíduo é um dos fatores que influencia o viés de resposta para uma expressão.

capacidade de memória de trabalho parecem ter um desempenho superior para se ajustar ao aumento das demandas do contexto.

Os resultados mostrados aqui sugerem que a maior capacidade de memória de trabalho pode estar associada à melhor habilidade para mobilizar recursos de atenção executiva na condição em que houve necessidade de realizar duas tarefas simultaneamente, retendo muitas informações na memória de trabalho, e que essa capacidade interferiu nos processos de reconhecimento de expressões faciais sinalizando ameaça. Efeitos semelhantes foram observados em tarefas utilizando estímulos distratores auditivos (Simon et al., 2016; Sorqvist & Ronnberg, 2014), sendo possível que esses efeitos ocorram para mais de uma modalidade sensorial e sugerindo que a mudança na discriminabilidade não foi decorrente de aspectos relacionados aos sistemas visuais (e.g. memória sensorial da imagem anterior).

Um fator relevante mencionado por Simon et al. (2016) que deve ser levado em consideração nos estudos de capacidade de memória de trabalho é que a carga atribuída aos indivíduos deve considerar a capacidade de memória de trabalho individual, uma vez que a distribuição em termos de capacidade pode ser desigual nos grupos experimentais, em especial para amostras pequenas. No presente estudo não foi realizado esse controle, sendo apresentado o mesmo padrão de carga para todos os participantes (dois quadrados para baixa carga e quatro para alta carga). Estes aspectos devem ser considerados em estudos futuros para possibilitarem melhor compreensão acerca da interação entre capacidade de memória de trabalho e reconhecimento de expressões faciais.

Estudos futuros poderiam investigar se o padrão de melhor adaptação às mudanças do contexto apresentado pelos indivíduos com alta capacidade de memória de trabalho são observáveis em termos de movimentos oculares com uso de *eyetracker*, uma vez que seria interessante compreender se essas diferenças em termos de discriminabilidade apresentada pelos grupos com baixa e alta capacidade de memória de trabalho teria relação com o local da face para onde os indivíduos buscam informações acerca da expressão facial. É possível que indivíduos com maior capacidade de memória de trabalho utilizem estratégias mais eficazes de discriminação de expressões faciais, como focar em regiões altamente discriminativas de raiva e nojo (e.g. boca, nariz, olhos).

Viés de resposta

Em relação ao viés de resposta, o aumento da carga na memória de trabalho reduziu o viés de resposta quando as expressões faciais foram apresentadas em baixa intensidade, mas não em alta intensidade, indicando que os participantes diminuíram a tendência de responder "raiva" diante das expressões apenas em baixa intensidade conforme se elevou a carga na memória de trabalho. Não houve interação significativa entre intensidade, carga, condição e capacidade de memória de trabalho no viés de resposta.

Essa mudança no viés de resposta para baixa intensidade pode ser compreendida pelo fato de que o nojo é uma expressão frequentemente confundida com a raiva (Palermo & Coltheart, 2004; Pochedly et al., 2012); assim, diante da necessidade de reconhecimento dessa expressão apresentada com menor intensidade e com alta carga na memória de trabalho, os participantes podem ter reduzido a tendência de responder "raiva" de modo a minimizar as chances de erro para "nojo" expresso em maior nível de ambiguidade, já que ambas são expressões de ameaça e havia um objetivo definido para manter o percentual de acertos das faces em pelo menos sessenta por cento.

Dessa forma, o aumento da carga na memória de trabalho pode ter reduzido os recursos cognitivos disponíveis para o reconhecimento das expressões (Van Dillen & Derks, 2012), tornando mais complexa a tarefa de reconhecer o nojo em baixa intensidade, exigindo essa diminuição observada no viés de resposta para garantir acertos para o nojo mesmo quando o reconhecimento da expressão era mais difícil devido à redução da intensidade e ao aumento da carga.

Em um estudo realizado por Lim et al. (2014), o aumento da carga pela presença de palavras negativas aumentou o viés de resposta para o medo para altas intensidades, padrão diferente do observado no presente estudo. Lim et al. (2014) investigaram os efeitos da carga na memória de trabalho em duas tarefas concorrentes, sendo uma de memória de trabalho espacial contendo caixas para localização com palavras neutras ou negativas e outra de reconhecimento de expressões faciais de medo em diferentes intensidades.

Alguns fatores podem justificar essa diferença em relação ao viés de resposta da presente pesquisa e daquela realizada por Lim et al. (2014). Primeiro, há diferenças significativas em relação às cargas apresentadas nos dois estudos. Lim et al. (2014) consideraram como carga o conteúdo

emocional de palavras irrelevantes à tarefa, diferente da carga utilizada na presente pesquisa, que aumentou a quantidade de informações a serem armazenadas na memória de trabalho. Sabe-se que o tipo de informação armazenada na memória de trabalho (se emocional ou irrelevante à tarefa, por exemplo) interage com a tarefa de memória de trabalho de forma distinta (Grecucci et al., 2010; Olivers & Eimer, 2011).

Além disso, o presente estudo utilizou duas expressões faciais relacionadas à ameaça, enquanto Lim et al. (2014) utilizou o medo em relação à face neutra, o que possivelmente apresentou impacto diferente no viés de resposta dos participantes. No caso da decisão ser tomada diante de apenas uma expressão negativa, como o medo, a estratégia de aumentar o viés de resposta é interessante porque aumenta a probabilidade de acertos dessa expressão. No entanto, se essa mesma estratégias fosse utilizada diante de duas expressões sinalizando ameaça, haveria mais acertos para uma delas em detrimento da outra, aumentando os riscos para o indivíduo. Portanto, no caso de duas expressões de ameaça, pode ser mais relevante reduzir o viés de resposta para uma e, com isso, permitir que a outra também seja identificada, mantendo um equilíbrio entre o reconhecimento das duas expressões quando a tarefa se torna mais complexa pelo aumento da carga na memória de trabalho e redução da intensidade.

Isso é relevante quando se considera o valor adaptativo dessas emoções para a sobrevivência da espécie (Neuberg et al., 2011): em uma situação de alta carga na memória de trabalho em que os recursos cognitivos estão reduzidos para o reconhecimento de expressões, pode ser mais interessante reduzir o viés de resposta de uma expressão sinalizando ameaça (raiva) em relação à outra que também indica ameaça à integridade do indivíduo (nojo) para permitir a identificação das duas. Caso os participantes aumentassem a tendência de responder raiva na condição de alta carga e maior ambiguidade de nojo (e, portanto, menor probabilidade de acerto de nojo), as chances de apresentarem respostas corretas para a raiva seriam maiores, porém comprometeriam muito o reconhecimento do nojo, elevando os riscos relacionados a essa emoção.

Além disso, deve-se levar em consideração que havia o objetivo explícito na tarefa de que era necessário manter um percentual mínimo de acertos de sessenta por cento nas faces, exigindo o uso de estratégias que garantissem o acerto das duas expressões. Pode ser que em uma situação de alta carga na memória de trabalho em que não houvesse objetivo definido em relação ao acerto das duas expressões, os participantes aumentassem o viés para responder "raiva". Isso porque, em

situação fora de laboratório, talvez fosse mais interessante priorizar o reconhecimento da expressão raiva em relação à nojo por indicar um risco mais iminente à sobrevivência (Ekman, 2004), aspectos que podem ser investigados em pesquisas futuras.

Esses resultados indicam a importância de se estudar a influência da carga na memória de trabalho em diferentes expressões sinalizando ameaças, já que a maioria dos estudos foca no reconhecimento de expressões negativas em relação à neutras ou positivas. Assim, embora as emoções raiva e nojo estejam relacionadas à ameaça da integridade física do indivíduo, elas sinalizam riscos diferentes, desencadeando mecanismos fisiológicos, neurais e comportamentais distintos (Krusemark & Li, 2011) e, portanto, é de se esperar que haja variação entre elas na modulação pela memória de trabalho.

Proporção de acertos para o reconhecimento de expressões faciais de emoções

Conforme mencionado anteriormente, a proporção de acertos não é a melhor medida para descrever os comportamentos dos indivíduos para tomada de decisão (Lynn & Barrett, 2014). No entanto, para os objetivos deste trabalho, os resultados das análises considerando-se apenas a proporção de acertos serão discutidos brevemente para complementar os achados, mas é importante ressaltar que as principais análises são aquelas de discriminabilidade e viés de resposta abordadas anteriormente.

Considerando-se a proporção de acertos na tarefa de faces, os resultados de efeito principal são consistentes com a literatura indicando que a raiva é melhor reconhecida que o nojo (Palermo & Coltheart, 2004), e que as expressões em baixa intensidade são menos identificadas que em alta (Recio et al., 2014). Observou-se, ainda, que embora não tenha havido interação significativa entre intensidade, carga e condição na proporção de acertos para a expressão raiva, houve interação para o nojo.

O reconhecimento do nojo em alta intensidade e baixa carga na memória de trabalho foi melhor na condição experimental do que na controle, indicando que os participantes foram capazes de reconhecer melhor expressões de nojo em alta intensidade quando elas foram apresentadas em contexto com alguma demanda de memória de trabalho do que em condição sem essa demanda. Este resultado foi diferente do esperado, já que a hipótese era de que o aumento da carga

atrapalharia a tarefa de reconhecimento, mas que não haveria impacto significativo no reconhecimento para a baixa carga.

Foi observado que, no contexto de baixa carga na memória de trabalho, os participantes apresentaram viés de resposta próximo a zero para as expressões em alta intensidade na condição experimental, enquanto na condição controle houve viés de resposta para "raiva", o que pode ter refletido no melhor reconhecimento de nojo em alta intensidade no grupo experimental quando se considera os dados de proporção de acertos. Assim, na condição controle, os participantes apresentaram mais respostas "raiva", o que pode ter reduzido a proporção de acertos para expressões "nojo"; por outro lado, na condição experimental não houve esse desequilíbrio, já que o viés de resposta foi próximo a zero, reduzindo os erros de omissão (i.e. deixar de responder "nojo" para expressão de nojo porque o participante estava com viés de "raiva").

Considerações finais

De forma geral, os resultados dessa pesquisas sugerem que a carga na memória de trabalho influencia a discriminabilidade de expressões faciais de raiva e nojo, e que o impacto da carga na discriminabilidade varia em função da capacidade de memória de trabalho dos participantes.

Considerando todo o grupo de participantes, independentemente da capacidade de memória de trabalho, os achados mostram que a carga na memória de trabalho influenciou a discriminabilidade para as diferentes intensidades, enquanto o viés de resposta foi modificado apenas para a baixa intensidade, evidenciando que a carga na memória de trabalho interferiu na capacidade dos participantes de discriminarem entre as expressões de raiva e nojo, não sendo este apenas um resultado da mudança na tendência de responder "raiva" quando houve aumento da carga.

Por outro lado, levando-se em consideração a capacidade de memória de trabalho dos participantes, o aumento da carga diminuiu a discriminabilidade no grupo considerado como baixa capacidade de memória de trabalho, mas não do grupo de alta capacidade, o que também não pode ser explicado por um efeito de viés de resposta, sendo possível que esta mudança tenha relação com as possibilidades de controlar a atenção de cada grupo.

Os resultados indicam que a memória de trabalho participa dos processos de reconhecimento de expressões faciais das emoções raiva e nojo, e que as diferenças individuais em termos de capacidade de memória de trabalho interferem no reconhecimento dessas expressões, possivelmente pelas variações em termos de uso da atenção controlada.

Tais evidências sugerem que, em contextos de elevada carga na memória de trabalho, inclusive em situações cotidianas que podem exigir dos indivíduos a manutenção de muitas informações ativas, a capacidade de fazer julgamentos acerca das expressões faciais de outras pessoas pode ser comprometida, mesmo das emoções relacionadas à ameaças, que costumam ser priorizadas em relação às positivas e neutras, em especial dos indivíduos com baixa capacidade de memória de trabalho.

O impacto da carga na memória de trabalho é ainda mais relevante quando se considera indivíduos que podem ter seu desempenho de memória de trabalho comprometido por alterações

psiquiátricas (Langenecker et al., 2005; Lera-Miguel, Andres-Perpina, Fatjo-Vilas, Fananas, & Lazaro, 2014), neurológicas, como Doença de Parkinson (Breitenstein, Van Lancker, Daum, & Waters, 2001) ou lesões cerebrais adquiridas (Bornhofen & McDonald, 2008). Nesses casos, mesmo situações consideradas simples por fazerem parte da rotina de vida das pessoas podem impor cargas elevadas à memória de trabalho dessas pessoas, comprometendo seu funcionamento social.

Assim, esses resultados podem ter implicações na compreensão da interação entre memória de trabalho e reconhecimento de expressões faciais, já que os novos achados podem ajudar a explicar o déficit em reconhecimento de expressões faciais apresentados por esses grupos clínicos: menor capacidade de memória de trabalho parece estar relacionada com pior reconhecimento de expressões faciais. Pesquisas futuras podem ampliar as investigações em populações clínicas.

Referências

- Adolphs, R. (2008). Fear, faces, and the human amygdala. *Current Opinion in Neurobiology*, 18(2), 166-172. doi: 10.1016/j.conb.2008.06.006
- Adolphs, R., Gosselin, F., Buchanan, T. W., Tranel, D., Schyns, P., & Damasio, A. R. (2005). A mechanism for impaired fear recognition after amygdala damage. *Nature*, 433(7021), 68-72. doi: 10.1038/nature03086
- Anderson, A. K., Christoff, K., Panitz, D., De Rosa, E., & Gabrieli, J. D. (2003). Neural correlates of the automatic processing of threat facial signals. *The Journal of Neuroscience*, 23(13), 5627-5633. Disponível em <http://www-jneurosci.org.ez54.periodicos.capes.gov.br/content/23/13/5627>
- Anderson, A. K., & Phelps, E. A. (2001). Lesions of the human amygdala impair enhanced perception of emotionally salient events. *Nature*, 411(6835), 305-309. doi: 10.1038/35077083
- Babbage, D. R., Yim, J., Zupan, B., Neumann, D., Tomita, M. R., & Willer, B. (2011). Meta-analysis of facial affect recognition difficulties after traumatic brain injury. *Neuropsychology*, 25(3), 277-285. doi: 10.1037/a0021908
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423. doi 10.1016/S1364-6613(00)01538-2
- Baddeley, A. (2009). Memória de trabalho (C. Stoltzing, Trans.). In A. Baddeley, M. C. Anderson & M. W. Eysenck (Orgs.), *Memória* (pp. 54-82). Porto Alegre: Artmed.
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current Biology*, 20(4), R136-140. doi: 10.1016/j.cub.2009.12.014
- Baddeley, A. (2012). Working memory: theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1-29. doi: 10.1146/annurev-psych-120710-100422
- Baddeley, A. & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. A. Bower (Org.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*, (pp. 47-89). Nova York: Academic.

- Balderston, N. L., Schultz, D. H., Baillet, S., & Helmstetter, F. J. (2014). Rapid amygdala responses during trace fear conditioning without awareness. *PLoS One*, *9*(5), e96803. doi: 10.1371/journal.pone.0096803
- Balderston, N. L., Schultz, D. H., & Helmstetter, F. J. (2011). The human amygdala plays a stimulus specific role in the detection of novelty. *NeuroImage*, *55*(4), 1889-1898. doi: 10.1016/j.neuroimage.2011.01.034
- Balderston, N. L., Schultz, D. H., & Helmstetter, F. J. (2013). The Effect of Threat on Novelty Evoked Amygdala Responses. *PLoS One*, *8*(5), e63220. doi: 10.1371/journal.pone.0063220
- Barrett, L. F., Tugade, M. M., & Engle, R. W. (2004). Individual differences in working memory capacity and dual-process theories of the mind. *Psychological Bulletin*, *130*(4), 553-573. doi: 10.1037/0033-2909.130.4.553
- Baxter, M. G., & Crosson, P. L. (2012). Facing the role of the amygdala in emotional information processing. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *109*(52), 21180-21181. doi: 10.1073/pnas.1219167110
- Bayliss, D. M., Jarrold, C., Baddeley, A. D., & Gunn, D. M. (2005). The relationship between short-term memory and working memory: complex span made simple? *Memory*, *13*(3-4), 414-421. doi: 10.1080/09658210344000332
- Beauchamp, M. H., & Anderson, V. (2010). SOCIAL: an integrative framework for the development of social skills. *Psychological Bulletin*, *136*(1), 39-64. doi: 10.1037/a0017768
- Belopolsky, A. V., Devue, C., & Theeuwes, J. (2011). Angry faces hold the eyes. *Visual Cognition*, *19*(1), 27-36. doi: 10.1080/13506285.2010.536186
- Biele, C. G., A. . (2006). Sex differences in perception of emotion intensity in dynamic and static facial expressions. *Experimental Brain Research*, *171*(1). doi: 10.1007/s00221-005-0254-0
- Bishop, S. J., Jenkins, R., & Lawrence, A. D. (2007). Neural Processing of Fearful Faces: Effects of Anxiety are Gated by Perceptual Capacity Limitations. *Cerebral Cortex*, *17*(7), 1595-1603. doi: 10.1093/cercor/bhl070

- Blackford, J. U., Buckholz, J. W., Avery, S. N., & Zald, D. H. (2010). A unique role for the human amygdala in novelty detection. *NeuroImage*, *50*(3), 1188-1193. doi: 10.1016/j.neuroimage.2009.12.083
- Bornhofen, C., & McDonald, S. (2008). Emotion perception deficits following traumatic brain injury: A review of the evidence and rationale for intervention. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *14*(4), 511-525. doi: 10.1017/S1355617708080703
- Breitenstein, C., Van Lancker, D., Daum, I., & Waters, C. H. (2001). Impaired perception of vocal emotions in Parkinson's disease: Influence of speech time processing and executive functioning. *Brain and cognition*, *45*(2), 277-314. doi: 10.1006/brcg.2000.1246
- Breiter, H. C., Etcoff, N. L., Whalen, P. J., Kennedy, W. A., Rauch, S. L., Buckner, R. L., Strauss, M. M., Hyman, S. E., & Rosen, B. R. (1996). Response and habituation of the human amygdala during visual processing of facial expression. *Neuron*, *17*(5), 875-887. doi: 10.1016/S0896-6273(00)80219-6
- Brosch, T., & Wieser, M. J. (2011). The (non)automaticity of amygdala responses to threat: on the issue of fast signals and slow measures. *Journal of Neuroscience*, *31*(41), 14451-14452. doi: 10.1523/JNEUROSCI.4089-11.2011
- Bruce, V., & Young, A. (2012). *Face perception*. Nova York, NY: Psychology Press.
- Calvo, M. G., & Lundqvist, D. (2008). Facial expressions of emotion (KDEF): identification under different display-duration conditions. *Behavior Research Methods*, *40*(1), 109-115. doi:10.3758/BRM.40.1.109
- Castelhano, M. S., & Heaven, C. (2010). The relative contribution of scene context and target features to visual search in scenes. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *72*(5), 1283-1297. doi: 10.3758/APP.72.5.1283
- Chanon, V. W., & Hopfinger, J. B. (2008). Memory's grip on attention: The influence of item memory on the allocation of attention. *Visual Cognition*, *16*(2/3), 325-340. doi: 10.1080/13506280701459026
- Chein, J. M., Moore, A. B., & Conway, A. R. A. (2011). Domain-general mechanisms of complex working memory span. *NeuroImage*, *54*(1), 550-559. doi: 10.1016/j.neuroimage.2010.07.067

- Conway, A. R. A., Cowan, N., Bunting, M. F., Theriault, D. J., & Minkoff, S. R. B. (2002). A latent variable analysis of working memory capacity, short-term memory capacity, processing speed, and general fluid intelligence. *Intelligence*, *30*(2), 163-183. doi: 10.1016/S0160-2896(01)00096-4
- Conway, A. R. A., Kane, M. J., Bunting, M. F., Hambrick, D. Z., Wilhelm, O., & Engle, R. W. (2005). Working memory span tasks: A methodological review and user's guide. *Psychonomic Bulletin and Review*, *12*(5), 769-786. doi:10.3758/BF03196772
- Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, *3*(3), 201-215. doi:10.1038/nrn755
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: a reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, *24*(1), 87-114; discussion 114-185.
- Cowan, N. (2005). *Working memory capacity*. Nova York: Taylor & Francis Group.
- Cowan, N. (2016). Working memory maturation: can we get at the essence of cognitive growth? *Perspectives on Psychological Science*, *11*(2), 239-264. doi: 10.1177/1745691615621279
- Cunha, J. A. (2001). *Manual da versão em português das Escalas Beck*. São Paulo: Casa do Psicólogo.
- Curtis, C. E., & D'Esposito, M. (2003). Persistent activity in the prefrontal cortex during working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, *7*(9), 415-423. doi: 10.1016/S1364-6613(03)00197-9
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *19*(4), 450-466. doi: 10.1016/S0022-5371(80)90312-6
- Daneman, M., & Merikle, P. M. (1996). Working memory and language comprehension: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, *3*(4), 422-433. doi: 10.3758/BF03214546
- Daros, A. R., Ruocco, A. C., Reilly, J. L., Harris, M. S., & Sweeney, J. A. (2014). Facial emotion recognition in first-episode schizophrenia and bipolar disorder with psychosis. *Schizophrenia Research*, *153*(1-3), 32-37. doi: 10.1016/j.schres.2014.01.009
- Darwin, C. (1872). *The expression of the emotions in man and animals*. Londres: John Murray.

- Davey, G. C. L. (2011). Disgust: the disease-avoidance emotion and its dysfunctions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366(1583), 3453. doi: 10.1098/rstb.2011.0039
- Davies, H., Wolz, I., Leppanen, J., Fernandez-Aranda, F., Schmidt, U., & Tchanturia, K. (2016). Facial expression to emotional stimuli in non-psychotic disorders: A systematic review and meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 64, 252-271. doi: 10.1016/j.neubiorev.2016.02.015
- Desimone, R., & Duncan, J. (1995). Neural mechanisms of selective visual attention. *Annual Review of Neuroscience*, 18, 193-222. doi: 10.1146/annurev.ne.18.030195.001205
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168. doi:10.1146/annurev-psych-113011-143750
- Dias, R., Robbins, T. W., & Roberts, A. C. (1996). Dissociation in prefrontal cortex of affective and attentional shifts. *Nature*, 380(6569), 69-72. doi: 10.1038/380069a0
- Dolan, R. J., & Vuilleumier, P. (2003). Amygdala automaticity in emotional processing. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 985(1), 348-355. doi: 10.1111/j.1749-6632.2003.tb07093.x
- Dolcos, F., Iordan, A. D., & Dolcos, S. (2011). Neural correlates of emotion-cognition interactions: A review of evidence from brain imaging investigations. *Journal of Cognitive Psychology (Hove)*, 23(6), 669-694. doi: 10.1080/20445911.2011.594433
- Downing, P. E. (2000). Interactions between visual working memory and selective attention. *Psychological Sciences*, 11(6), 467-473. doi: 10.1111/1467-9280.00290
- Dujardin, K., Blairy, S., Defebvre, L., Duhem, S., Noel, Y., Hess, U., & Destee, A. (2004). Deficits in decoding emotional facial expressions in Parkinson's disease. *Neuropsychologia*, 42(2), 239-250. doi: 10.1016/S0028-3932(03)00154-4
- Duncan, J., Humphreys, G., & Ward, R. (1997). Competitive brain activity in visual attention. *Current Opinion in Neurobiology*, 7(2), 255-261. doi: 10.1016/S0959-4388(97)80014-1
- Ekman, P. (1992). An argument for basic emotions. *Cognition and emotion*, 6(3/4), 169-200.
- Ekman, P. (2004). *Emotions revealed: Understanding faces and feelings*. Nova York: Owl Books.

- Ekman, P., Friesen, W., & Hager, J. (2002). *Facial action coding system* (2 ed.). Salt Lake City: Research Nexus eBook.
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1978). *Facial Action Coding System: A technique for the measurement of facial movement*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (2003). *Unmasking the face: A guide to recognizing emotions from facial expressions*. Cambridge: Malor Books.
- Engle, R. W. (2002). Working memory capacity as executive attention. *Current Directions in Psychological Science*, 11(1), 19-23. doi: 10.1111/1467-8721.00160
- Engle, R. W., Kane, M. J., & Tuholski, S. W. (1999). Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence, and functions of the prefrontal cortex. In A. S. Miyake, P. (Ed.), *Models of working memory: mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 102-134). Cambridge: Cambridge University Press.
- Engle, R. W., Tuholski, S. W., Laughlin, J. E., & Conway, A. R. A. (1999). Working memory, short-term memory, and general fluid intelligence: a latent-variable approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, 128(3), 309-331. doi: 10.1037/0096-3445.128.3.309
- Eysenck, M. W., Derakshan, N., Santos, R., & Calvo, M. G. (2007). Anxiety and cognitive performance: Attentional control theory. *Emotion*, 7(2), 336-353. doi: 10.1037/1528-3542.7.2.336
- Felez-Nobrega, M., Foster, J. L., Puig-Ribera, A., Draheim, C., & Hillman, C. H. (2017). Measuring Working Memory in the Spanish Population: Validation of a Multiple Shortened Complex Span Task. *Psychological Assessment*. Disponível online anterior à publicação. doi: 10.1037/pas0000484
- Field, A. (2009). *Descobrimos a estatística usando o SPSS* (L. Voali, Trad.). Porto Alegre: Artmed.
- Foster, J. L., Shipstead, Z., Harrison, T. L., Hicks, K. L., Redick, T. S., & Engle, R. W. (2015). Shortened complex span tasks can reliably measure working memory capacity. *Mem Cognit*, 43(2), 226-236. doi: 10.3758/s13421-014-0461-7

- Ghashghaei, H. T., Hilgetag, C. C., & Barbas, H. (2007). Sequence of information processing for emotions based on the anatomic dialogue between prefrontal cortex and amygdala. *NeuroImage*, *34*(3), 905-923. doi: 10.1016/j.neuroimage.2006.09.046
- Globisch, J., Hamm, A. O., Esteves, F., & Öhman, A. (1999). Fear appears fast: Temporal course of startle reflex potentiation in animal fearful subjects. *Psychophysiology*, *36*(1), 66-75. doi: 10.1017/S0048577299970634
- Gray, J. R., Braver, T. S., & Raichle, M. E. (2002). Integration of emotion and cognition in the lateral prefrontal cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *99*(6), 4115-4120. doi: 10.1073/pnas.062381899
- Grecucci, A., Soto, D., Rumiati, R. I., Humphreys, G. W., & Rotshtein, P. (2010). The interrelations between verbal working memory and visual selection of emotional faces. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *22*(6), 1189-1200. doi: 10.1162/jocn.2009.21276
- Guo, K. (2012). Holistic gaze strategy to categorize facial expression of varying intensities. *PLoS One*, *7*(8), e42585. doi: 10.1371/journal.pone.0042585
- Halford, G. S., Wilson, W. H., & Phillips, S. (1998). Processing capacity defined by relational complexity: Implications for comparative, developmental, and cognitive psychology. *Behavioral and Brain Sciences*, *21*(6), 803-864. doi: 10.1017/S0140525X98001769
- Hansen, C. H., & Hansen, R. D. (1988). Finding the face in the crowd: An anger superiority effect. *Journal of Personality and Social Psychology*, *54*(6), 917-924. doi: 10.1037/0022-3514.54.6.917
- Harrison, T. L., Shipstead, Z., & Engle, R. W. (2015). Why is working memory capacity related to matrix reasoning tasks? *Memory & Cognition*, *43*(3), 389-396. doi: 10.3758/s13421-014-0473-3
- Hartikainen, K. M., Ogawa, K. H., & Knight, R. T. (2000). Transient interference of right hemispheric function due to automatic emotional processing. *Neuropsychologia*, *38*(12), 1576-1580. doi: 10.1016/S0028-3932(00)00072-5

- Hodsoll, J. P., Humphreys, G. W., & Braithwaite, J. J. (2006). Dissociating the effects of similarity, salience, and top-down processes in search for linearly separable size targets. *Perception & Psychophysics*, *68*(4), 558-570. doi: 10.3758/BF03208758
- Horn, J. L., & Cattell, R. B. (1967). Age differences in fluid and crystallized intelligence. *Acta Psychologica*, *26*, 107-129. doi: 10.1016/0001-6918(67)90011-X
- Hornak, J., Rolls, E. T., & Wade, D. (1996). Face and voice expression identification in patients with emotional and behavioural changes following ventral frontal lobe damage. *Neuropsychologia*, *34*(4), 247-261. doi: 10.1016/0028-3932(95)00106-9
- Huang, S. L., Chang, Y. C., & Chen, Y. J. (2011). Task-irrelevant angry faces capture attention in visual search while modulated by resources. *Emotion*, *11*(3), 544-552. doi: 10.1037/a0022763
- Isenberg, N., Silbersweig, D., Engelen, A., Emmerich, S., Malavade, K., Beattie, B., Leon, A. C., & Stern, E. (1999). Linguistic threat activates the human amygdala. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *96*(18), 10456-10459. doi: 10.1073/pnas.96.18.10456
- Jack, R. E., Garrod, O. G. B., & Schyns, P. G. (2014). Dynamic facial expressions of emotion transmit an evolving hierarchy of signals over time. *Current Biology*, *24*(2), 187-192. doi: 10.1016/j.cub.2013.11.064
- Jackson, M. C., Linden, D. E., & Raymond, J. E. (2012). "Distracters" do not always distract: visual working memory for angry faces is enhanced by incidental emotional words. *Frontiers in Psychology*, *3*, 437. doi: 10.3389/fpsyg.2012.00437
- Jackson, M. C., Linden, D. E., & Raymond, J. E. (2014). Angry expressions strengthen the encoding and maintenance of face identity representations in visual working memory. *Cognition & Emotion*, *28*(2), 278-297. doi: 10.1080/02699931.2013.816655
- Jackson, M. C., Wu, C. Y., Linden, D. E., & Raymond, J. E. (2009). Enhanced visual short-term memory for angry faces. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *35*(2), 363-374. doi: 10.1037/a0013895
- Jones, D. (2007). Moral psychology: The depths of disgust. *Nature*, *447*(7146), 768-771. doi:10.1038/447768a

- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99(1), 122-149. doi: 10.1037/0033-295X.99.1.122
- Kanade, T., Cohn, J., Tian, Y. (2000). Comprehensive database for facial expression analysis. In *Proceedings of the Fourth IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition* (pp. 46–53).
- Kane, M. J., Bleckley, M. K., Conway, A. R., & Engle, R. W. (2001). A controlled-attention view of working-memory capacity. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(2), 169-183. doi: 10.1037/0096-3445.130.2.169
- 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. doi: 10.1037/0278-7393.33.3.615
- Kane, M. J., Hambrick, D. Z., & Conway, A. R. (2005). Working memory capacity and fluid intelligence are strongly related constructs: comment on Ackerman, Beier, and Boyle (2005). *Psychological Bulletin*, 131(1), 66-71. doi: 10.1037/0033-2909.131.1.66
- Kensinger, E. A., & Corkin, S. (2003). Effect of negative emotional content on working memory and long-term memory. *Emotion*, 3(4), 378-393. doi: 10.1037/1528-3542.3.4.378
- Killgore, W. D., & Yurgelun-Todd, D. A. (2004). Activation of the amygdala and anterior cingulate during nonconscious processing of sad versus happy faces. *NeuroImage*, 21(4), 1215-1223. doi: 10.1016/j.neuroimage.2003.12.033
- Knox, L., & Douglas, J. (2009). Long-term ability to interpret facial expression after traumatic brain injury and its relation to social integration. *Brain & Cognition*, 69(2), 442-449. doi: 10.1016/j.bandc.2008.09.009
- Krusemark, E. A., & Li, W. (2011). Do all threats work the same way? Divergent effects of fear and disgust on sensory perception and attention. *Journal of Neuroscience*, 31(9), 3429-3434. doi: 10.1523/JNEUROSCI.4394-10.2011
- Krusemark, E. A., & Li, W. (2013). From early sensory specialization to later perceptual generalization: Dynamic temporal progression in perceiving individual threats. *Journal of Neuroscience*, 33(2), 587-594. doi: 10.1523/JNEUROSCI.1379-12.2013

- Kucharska-Pietura, K., Phillips, M., Gernand, W., & David, A. (2003). Perception of emotions from faces and voices following unilateral brain damage. *Neuropsychologia*, *41*, 1082-1090. doi: 10.1016/S0028-3932(02)00294-4
- Lane, R. D., Chua, P. M., & Dolan, R. J. (1999). Common effects of emotional valence, arousal and attention on neural activation during visual processing of pictures. *Neuropsychologia*, *37*(9), 989-997. doi: 10.1016/S0028-3932(99)00017-2
- Lang, P. J., Bradley, M. M., Fitzsimmons, J. R., Cuthbert, B. N., Scott, J. D., Moulder, B., & Nangia, V. (1998). Emotional arousal and activation of the visual cortex: An fMRI analysis. *Psychophysiology*, *35*(2), 199-210. doi: 10.1111/1469-8986.3520199
- Lang, P. J., Davis, M., & Öhman, A. (2000). Fear and anxiety: animal models and human cognitive psychophysiology. *Journal of Affective Disorders*, *61*(3), 137-159. doi: 10.1016/S0165-0327(00)00343-8
- Langenecker, S. A., Bieliauskas, L. A., Rapport, L. J., Zubieta, J. K., Wilde, E. A., & Berent, S. (2005). Face emotion perception and executive functioning deficits in depression. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *27*(3), 320-333. doi: 10.1080/13803390490490515720
- LeDoux, J. E. (1996). *Cérebro Emocional: Os misteriosos alicerces da vida emocional*. Rio de Janeiro: Objetiva.
- LeDoux, J. E. (2014). Coming to terms with fear. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *111*(8), 2871-2878. doi: 10.1073/pnas.1400335111
- Lera-Miguel, S., Andres-Perpina, S., Fatjo-Vilas, M., Fananas, L., & Lazaro, L. (2014). Two-year follow-up of treated adolescents with early-onset bipolar disorder: Changes in neurocognition. *Journal of Affective Disorders*, *172C*, 48-54. doi: 10.1016/j.jad.2014.09.041
- Lim, S. L., Bruce, A. S., & Aupperle, R. L. (2014). The influence of a working memory task on affective perception of facial expressions. *PLoS One*, *9*(10), e111074. doi: 10.1371/journal.pone.0111074
- Liu, D., Wang, L., Wang, Y., & Jiang, Y. (2016). Conscious access to suppressed threatening information is modulated by working memory. *Psychological Science*, *27*(11), 1419-1427. doi: 10.1177/0956797616660680

- Liu, Y., Zhang, D., & Luo, Y. (2015). How disgust facilitates avoidance: An ERP study on attention modulation by threats. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *10*(4), 598-604. doi: 10.1093/scan/nsu094
- Lynn, S. K., & Barrett, L. F. (2014). "Utilizing" signal detection theory. *Psychological Science*, *25*(9), 1663-1673. doi: 10.1177/0956797614541991
- Lynn, S. K., Ibagon, C., Bui, E., Palitz, S. A., Simon, N. M., & Barrett, L. F. (2016). Working memory capacity is associated with optimal adaptation of response bias to perceptual sensitivity in emotion perception. *Emotion*, *16*(2), 155-163. doi: 10.1037/emo0000111
- Marsh, A. A., Ambady, N., & Kleck, R. E. (2005). The effects of fear and anger facial expressions on approach- and avoidance-related behaviors. *Emotion*, *5*(1), 119-124. doi: 10.1037/1528-3542.5.1.119
- Matsumoto, D., & Hwang, H. C. (2014). Judgments of subtle facial expressions of emotion. *Emotion*, *14*(2), 349-357. doi: 10.1037/a0035237
- Miller, G. A., Galanter, E., & Pribram, K. H. (1960). *Plans and the structure of behavior*. Nova York: Holt, Rinehart and Winston
- Mitchell, D. G. V., Nakic, M., Fridberg, D., Kamel, N., Pine, D. S., & Blair, R. J. R. (2007). The impact of processing load on emotion. *NeuroImage*, *34*(3), 1299-1309. doi: 10.1016/j.neuroimage.2006.10.012
- Miyake, A. (2001). Individual differences in working memory: Introduction to the special section. *Journal of Experimental Psychology: General*, *130*(2), 163-168.
- Miyake, A., & Shah, P. (1999). *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Moriya, J., Koster, E. H., & De Raedt, R. (2014). The influence of working memory on visual search for emotional facial expressions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *40*(5), 1874-1890. doi: 10.1037/a0037295
- Morris, J. S., DeGelder, B., Weiskrantz, L., & Dolan, R. J. (2001). Differential extrageniculostriate and amygdala responses to presentation of emotional faces in a cortically blind field. *Brain*, *124*(6), 1241-1252. doi: 10.1093/brain/124.6.1241

- Neuberg, S. L., Kenrick, D. T., & Schaller, M. (2011). Human threat management systems: Self-protection and disease avoidance. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 35(4), 1042-1051. doi: 10.1016/j.neubiorev.2010.08.011
- Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. In R. J. Davidson, G. E. Schwartz & D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and self-regulation*. New York: Plenum Press.
- Öhman, A. (1986). Face the beast and fear the face: Animal and social fears as prototypes for evolutionary analyses of emotion. *Psychophysiology*, 23(2), 123-145. doi: 10.1111/j.1469-8986.1986.tb00608.x
- Öhman, A. (2005). The role of the amygdala in human fear: Automatic detection of threat. *Psychoneuroendocrinology*, 30(10), 953-958. doi: 10.1016/j.psyneuen.2005.03.019
- Öhman, A.; Flykt, A.; Esteves, F. (2001). Emotion drives attention: Detecting the snake in the grass. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(3), 466-478. doi: 10.1037/0096-3445.130.3.466
- Öhman, A.; Lundqvist, D.; Esteves, F. (2001). The face in the crowd revisited: A threat advantage with schematic stimuli. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80(3), 381-396. doi: 10.1037/0022-3514.80.3.381
- Öhman, A., & Mineka, S. (2001). Fears, phobias, and preparedness: Toward an evolved module of fear and fear learning. *Psychological Review*, 108(3), 483-522. doi: 10.1037/0033-295X.108.3.483
- Olivers, C. N., & Eimer, M. (2011). On the difference between working memory and attentional set. *Neuropsychologia*, 49(6), 1553-1558. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2010.11.033
- Olivers, C. N., Meijer, F., & Theeuwes, J. (2006). Feature-based memory-driven attentional capture: Visual working memory content affects visual attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32(5), 1243-1265. doi: 10.1037/0096-1523.32.5.1243
- Olofsson, J. K., Nordin, S., Sequeira, H., & Polich, J. (2008). Affective picture processing: An integrative review of ERP findings. *Biological Psychology*, 77(3), 247-265. doi: 10.1016/j.biopsycho.2007.11.006

- Osaka, M., Osaka, N., Kondo, H., Morishita, M., Fukuyama, H., Aso, T., & Shibasaki, H. (2003). The neural basis of individual differences in working memory capacity: An fMRI study. *NeuroImage*, *18*(3), 789-797. doi: 10.1016/S1053-8119(02)00032-0
- Owens, M., Stevenson, J., Hadwin, J. A., & Norgate, R. (2014). When does anxiety help or hinder cognitive test performance? The role of working memory capacity. *British Journal of Psychology*, *105*(1), 92-101. doi: 10.1111/bjop.12009
- Palermo, R., & Coltheart, M. (2004). Photographs of facial expression: Accuracy, response times, and ratings of intensity. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, *36*(4), 634-638.
- Pan, Y., Lin, B., Zhao, Y., & Soto, D. (2014). Working memory biasing of visual perception without awareness. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *76*(7), 2051-2062. doi: 10.3758/s13414-013-0566-2
- Perlstein, W. M., Elbert, T., & Stenger, V. A. (2002). Dissociation in human prefrontal cortex of affective influences on working memory-related activity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *99*(3), 1736-1741. doi: 10.1073/pnas.241650598
- Pessoa, L. (2005). To what extent are emotional visual stimuli processed without attention and awareness? *Current Opinion in Neurobiology*, *15*(2), 188-196. doi: 10.1016/j.conb.2005.03.002
- Pessoa, L. (2010). Emergent processes in cognitive-emotional interactions. *Dialogues in clinical neuroscience*, *12*(4), 433-448. Disponível em <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/ez54/periodicos/capes.gov.br/pmc/articles/PMC3117594/>
- Pessoa, L. (2012). Beyond brain regions: Network perspective of cognition-emotion interactions. *Behavioral and Brain Sciences*, *35*(3), 158-159. doi: 10.1017/S0140525X11001567
- Pessoa, L. (2013). *The cognitive-emotional brain: From interactions to integration*. Londres: The MIT Press.
- Pessoa, L., & Adolphs, R. (2010). Emotion processing and the amygdala: From a 'low road' to 'many roads' of evaluating biological significance. *Nature reviews. Neuroscience*, *11*(11), 773-783. doi: 10.1038/nrn2920

- Pessoa, L., McKenna, M., Gutierrez, E., & Ungerleider, L. G. (2002). Neural processing of emotional faces requires attention. *Proc Natl Acad Sci U S A*, *99*(17), 11458-11463. doi: 10.1073/pnas.172403899
- Pessoa, L., Padmala, S., & Morland, T. (2005). Fate of unattended fearful faces in the amygdala is determined by both attentional resources and cognitive modulation. *NeuroImage*, *28*(1), 249-255. doi: 10.1016/j.neuroimage.2005.05.048
- Pessoa, L. M., M.; Gutierrez, E.; Ungerleider, L. G. (2002). Neural processing of emotional faces requires attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *99*(17), 11458-11463. doi: 10.1073/pnas.172403899
- Phelps, E. A., & LeDoux, J. E. (2005). Contributions of the amygdala to emotion processing: From animal models to human behavior. *Neuron*, *48*(2), 175-187. doi: 10.1016/j.neuron.2005.09.025
- Phillips, L. H., Channon, S., Tunstall, M., Hedenstrom, A., & Lyons, K. (2008). The role of working memory in decoding emotions. *Emotion*, *8*(2), 184-191. doi: 10.1037/1528-3542.8.2.184
- Pichon, S., de Gelder, B., & Grèzes, J. (2012). Threat prompts defensive brain responses independently of attentional control. *Cerebral Cortex*, *22*(2), 274-285. doi: 10.1093/cercor/bhr060
- Pochedly, J. T., Widen, S. C., & Russell, J. A. (2012). What emotion does the "facial expression of disgust" express? *Emotion*, *12*(6), 1315-1319. doi: 10.1037/a0027998
- Pollak, S. D., Messner, M., Kistler, D. J., & Cohn, J. F. (2009). Development of perceptual expertise in emotion recognition. *Cognition*, *110*(2), 242-247. doi: 10.1016/j.cognition.2008.10.010
- Posner, M. I., & Snyder, C. R. R. (1975). Attention and cognitive control. In R. L. Solso (Org.), *Information Processing and Cognition*. Hillsdale: Erlbaum
- Rangel, A., Munoz, C., Ocampo, M. V., Quintero, C., Escobar, M., Botero, S., Marin, C., Jaramillo, L. E., Sanchez, R., Rodriguez-Losada, J., Ospina-Duque, J., Palacio, C., J, C. A., Valencia, A. V., Aguirre-Acevedo, D. C., & Garcia, J. (2015). Neurocognitive subtypes of schizophrenia. *Actas Españolas de Psiquiatría*, *43*(3), 80-90. Disponível em <http://search-ebscobhost.com.ez54.periodicos.capes.gov.br/login.aspx?direct=>

true&db=mdc&AN=25999155&lang=pt-br&site=ehost-live

- Rauch, S. L., Whalen, P. J., Shin, L. M., McInerney, S. C., Macklin, M. L., Lasko, N. B., Orr, S. P., & Pitman, R. K. (2000). Exaggerated amygdala response to masked facial stimuli in posttraumatic stress disorder: a functional MRI study. *Biological Psychiatry*, *47*(9), 769-776. doi: 0.1016/S0006-3223(00)00828-3
- Raven, J., Raven, J. C., & Court, J. H. (2015). *Matrizes progressivas avançadas de Raven: Casa do Psicólogo*.
- Recio, G., Schacht, A., & Sommer, W. (2014). Recognizing dynamic facial expressions of emotion: Specificity and intensity effects in event-related brain potentials. *Biological Psychology*, *96*, 111-125. doi: 10.1016/j.biopsycho.2013.12.003
- Redick, T. S., & Lindsey, D. R. (2013). Complex span and n-back measures of working memory: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, *20*(6), 1102-1113. doi: 10.3758/s13423-013-0453-9
- Rozin, P., & Fallon, A. E. (1987). A perspective on disgust. *Psychological Review*, *94*(1), 23-41. doi: 10.1037/0033-295X.94.1.23
- Rozin, P., Lowery, L., & Ebert, R. (1994). Varieties of disgust faces and the structure of disgust. *Journal of Personality and Social Psychology*, *66*(5), 870-881. doi: 10.1037/0022-3514.66.5.870
- Sah, P., Faber, E. S., Lopez De Armentia, M., & Power, J. (2003). The amygdaloid complex: Anatomy and physiology. *Physiological Reviews*, *83*(3), 803-834. doi: 10.1152/physrev.00002.2003
- Sander, D., Grafman, J., & Zalla, T. (2003). The human amygdala: An evolved system for relevance detection. *Reviews in the Neurosciences*, *14*(4), 303-316. doi: 10.1515/REVNEURO.2003.14.4.303
- Schmidt, J., & Zelinsky, G. J. (2009). Search guidance is proportional to the categorical specificity of a target cue. *Quarterly Journal of Experimental Psychology (Hove)*, *62*(10), 1904-1914. doi: 10.1080/17470210902853530

- Schmidt, K. L., & Cohn, J. F. (2001). Human facial expressions as adaptations: Evolutionary questions in facial expression research. *American Journal of Physical Anthropology*, 116(S33), 3-24. doi: 10.1002/ajpa.20001
- Schupp, H. T., Stockburger, J., Codispoti, M., Junghöfer, M., Weike, A. I., & Hamm, A. O. (2007). Selective visual attention to emotion. *The Journal of Neuroscience*, 27(5), 1082. doi: 10.1523/JNEUROSCI.3223-06.2007
- Sessa, P., Luria, R., Gotler, A., Jolicoeur, P., & Dell'acqua, R. (2011). Interhemispheric ERP asymmetries over inferior parietal cortex reveal differential visual working memory maintenance for fearful versus neutral facial identities. *Psychophysiology*, 48(2), 187-197. doi: 10.1111/j.1469-8986.2010.01046.x
- Shiffrin, R. M., Schneider, W. (1977). Controlled and automatic information processing: II. Perceptual learning, automatic attending, and a general theory. *Psychological Review*, 84(2), 127-190. doi: 10.1037/0033-295X.84.2.127
- Shipstead, Z., Harrison, T. L., & Engle, R. W. (2015). Working memory capacity and the scope and control of attention. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 77(6), 1863-1880. doi: 10.3758/s13414-015-0899-0
- Simon, S. S., Tusch, E. S., Holcomb, P. J., & Daffner, K. R. (2016). Increasing working memory load reduces processing of cross-modal task-irrelevant stimuli even after controlling for task difficulty and executive capacity. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 380. doi: 10.3389/fnhum.2016.00380
- Smith, E., & Kosslyn, S. (2007). *Cognitive Psychology: Mind and brain*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Sorqvist, P., & Ronnberg, J. (2014). Individual differences in distractibility: An update and a model. *Psych Journal*, 3(1), 42-57. doi: 10.1002/pchj.47
- Soto, D., Heinke, D., Humphreys, G. W., & Blanco, M. J. (2005). Early, involuntary top-down guidance of attention from working memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 31(2), 248-261. doi: 10.1037/0096-1523.31.2.248

- Soto, D., & Humphreys, G. W. (2006). Seeing the content of the mind: Enhanced awareness through working memory in patients with visual extinction. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *103*(12), 4789-4792. doi: 10.1073/pnas.0510718103
- Soto, D., Humphreys, G. W., & Heinke, D. (2006). Working memory can guide pop-out search. *Vision Research*, *46*(6-7), 1010-1018. doi: 10.1016/j.visres.2005.09.008
- Sweeny, T. D., Suzuki, S., Grabowecky, M., & Paller, K. A. (2013). Detecting and categorizing fleeting emotions in faces. *Emotion*, *13*(1), 76-91. doi: 10.1037/a0029193
- Tamietto, M., & de Gelder, B. (2010). Neural bases of the non-conscious perception of emotional signals. *Nature Reviews Neuroscience*, *11*(10), 697-709. doi: 10.1038/nrn2889
- Todd, J. J., & Marois, R. (2004). Capacity limit of visual short-term memory in human posterior parietal cortex. *Nature*, *428*(6984), 751-754. doi:10.1038/nature02466
- Torro-Alves, N., Bezerra, I. A. d. O., Claudino, R. G. E., & Pereira, T. C. L. (2013). Influences of sex, type and intensity of emotion in the recognition of static and dynamic facial expressions. *Avances en Psicologia Latinoamericana*, *31*(1), 192-199. Disponível em http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_issuetoc&pid=1794-472420130001&lng=en&nrm=iso
- Turner, M. L., & Engle, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent? *Journal of Memory and Language*, *28*(2), 127-154. doi: 10.1016/0749-596X(89)90040-5
- Unsworth, N., & Engle, R. W. (2007). On the division of short-term and working memory: An examination of simple and complex span and their relation to higher order abilities. *Psychological Bulletin*, *133*(6), 1038-1066. doi: 10.1037/0033-2909.133.6.1038
- Van Dillen, L. F., & Derks, B. (2012). Working memory load reduces facilitated processing of threatening faces: An ERP study. *Emotion*, *12*(6), 1340-1349. doi: 10.1037/a0028624
- Van Dillen, L. F., Koole, S. L. (2009). How automatic is "automatic vigilance"? The role of working memory in attentional interference of negative information. *Cognition & Emotion*, *23*(6), 1106-1117. doi: 10.1080/02699930802338178

- Van Dillen, L. F., Lakens, D., Kees van, D. B. (2011). At face value: Categorization goals modulate vigilance for angry faces. *Journal of Experimental Social Psychology*, 47(1), 235-240. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2010.10.002>
- Vogel, E. K., & Machizawa, M. G. (2004). Neural activity predicts individual differences in visual working memory capacity. *Nature*, 428(6984), 748-751. doi:10.1038/nature02447
- Vogel, E. K., Woodman, G. F., & Luck, S. J. (2001). Storage of features, conjunctions and objects in visual working memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27(1), 92-114. doi: 10.1037/0096-1523.27.1.92
- Vuilleumier, P. (2005). How brains beware: neural mechanisms of emotional attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(12), 585-594. doi: 10.1016/j.tics.2005.10.011
- Vuilleumier, P., Armony, J. L., Clarke, K., Husain, M., Driver, J., & Dolan, R. J. (2002). Neural response to emotional faces with and without awareness: Event-related fMRI in a parietal patient with visual extinction and spatial neglect. *Neuropsychologia*, 40(12), 2156-2166. doi: 10.1016/S0028-3932(02)00045-3
- Vuilleumier, P., Armony, J. L., Driver, J., & Dolan, R. J. (2001). Effects of attention and emotion on face processing in the human brain: An event-related fMRI study. *Neuron*, 30(3), 829-841. doi: 10.1016/S0896-6273(01)00328-2
- Vuilleumier, P., Armony, J. L., Driver, J., & Dolan, R. J. (2003). Distinct spatial frequency sensitivities for processing faces and emotional expressions. *Nature Neuroscience*, 6(6), 624-631. doi: 10.1038/nn1057
- Vuilleumier, P., & Pourtois, G. (2007). Distributed and interactive brain mechanisms during emotion face perception: Evidence from functional neuroimaging. *Neuropsychologia*, 45(1), 174-194. doi: <http://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.06.003>
- Vuilleumier, P., Richardson, M. P., Armony, J. L., Driver, J., & Dolan, R. J. (2004). Distant influences of amygdala lesion on visual cortical activation during emotional face processing. *Nature Neuroscience*, 7(11), 1271-1278. doi: 10.1038/nn1341

- Wegrzyn, M., Vogt, M., Kireclioglu, B., Schneider, J., & Kissler, J. (2017). Mapping the emotional face: How individual face parts contribute to successful emotion recognition. *PLoS One*, *12*(5), e0177239. doi: 10.1371/journal.pone.0177239
- Weierich, M. R., Wright, C. I., Negreira, A., Dickerson, B. C., & Barrett, L. F. (2010). Novelty as a dimension in the affective brain. *NeuroImage*, *49*(3), 2871-2878. doi: 10.1016/j.neuroimage.2009.09.047
- Whalen, P. J. (1998). Fear, vigilance, and ambiguity: Initial neuroimaging studies of the human amygdala. *Current Directions in Psychological Science*, *7*(6), 177-188. doi: 10.1111/1467-8721.ep10836912
- Wickens, T. (2002). Discrimination and identification. In Wickens, T., *Elementary signal detection theory* (pp. 114-118). Nova York: Oxford University Press.
- Williams, L. M., Liddell, B. J., Rathjen, J., Brown, K. J., Gray, J., Phillips, M., Young, A., & Gordon, E. (2004). Mapping the time course of nonconscious and conscious perception of fear: An integration of central and peripheral measures. *Human Brain Mapping*, *21*(2), 64-74. doi: 10.1002/hbm.10154
- Williams, M. A., & Mattingley, J. B. (2004). Unconscious perception of non-threatening facial emotion in parietal extinction. *Experimental Brain Research*, *154*(4), 403-406. doi: 10.1007/s00221-003-1740-x
- Winston, J. S., O'Doherty, J., & Dolan, R. J. (2003). Common and distinct neural responses during direct and incidental processing of multiple facial emotions. *NeuroImage*, *20*(1), 84-97. doi: 10.1016/S1053-8119(03)00303-3
- You, Y., & Li, W. (2016). Parallel processing of general and specific threat during early stages of perception. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *11*(3), 395-404. doi: 10.1093/scan/nsv123
- Zald, D. H. (2003). The human amygdala and the emotional evaluation of sensory stimuli. *Brain Research Reviews*, *41*(1), 88-123. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0165-0173\(02\)00248-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0165-0173(02)00248-5)

- Zeller, F., Wang, T., Reiß, S., & Schweizer, K. (2017). Does the modality of measures influence the relationship among working memory, learning and fluid intelligence? *Personality and Individual Differences, 105*, 275-279. doi: <https://doi.org/10.1016/j.paid.2016.10.013>
- Zhang, D., Liu, Y., Zhou, C., Chen, Y., & Luo, Y. (2014). Spatial attention effects of disgusted and fearful faces. *PLoS One, 9*(7), e101608. doi: 10.1371/journal.pone.0101608
- Zhang, D., Wang, L., Luo, Y., & Luo, Y. (2012). Individual differences in detecting rapidly presented fearful faces. *PLoS One, 7*(11), e49517. doi: 10.1371/journal.pone.0049517

Anexos

Anexo A: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

Convidamos o(a) Senhor(a) a participar da pesquisa "Estudo da influência da carga na memória de trabalho e intensidade das expressões emocionais no reconhecimento de expressões faciais de emoções em jovens universitários", sob a responsabilidade do pesquisador Marta Kerr Pontes.

O objetivo desta pesquisa é avaliar se a carga na memória de trabalho e a intensidade da expressão emocional interferem na habilidade de reconhecimento de expressões faciais.

O(a) senhor(a) receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa, e lhe asseguramos que seu nome será mantido em rigoroso sigilo, omitindo quaisquer informações que permitam identificá-lo(a).

Caso concorde em participar do estudo, você resolverá algumas tarefas no computador que envolvem habilidades relacionadas à memória de trabalho e ao reconhecimento de expressões faciais de emoções. Você deverá ficar atento, pois duas tarefas distintas deverão ser realizadas na mesma atividade, sendo importante que você guarde as informações de ambas mentalmente.

Essa atividade não prevê riscos ou prejuízos à sua saúde, mas utilizará um pouco do seu tempo, cerca de 120 minutos. Participando do estudo, você contribuirá com o fornecimento de dados relevantes ao campo científico, permitindo maior compreensão quanto aos aspectos teóricos e práticos envolvidos nas habilidades estudadas, inclusive no que diz respeito às patologias que cursam com alterações dessas funções. Dessa forma, tem-se a possibilidade de contribuir para intervenções futuras, levando-se em consideração a importância da memória de trabalho e do reconhecimento de expressões faciais para a vida social e cognitiva dos indivíduos.

Você poderá se recusar a participar ou responder algumas das questões a qualquer momento, não havendo nenhum prejuízo pessoal se esta for a sua decisão. Sua participação é muito

importante e voluntária. Você não terá nenhum gasto e também não receberá nenhum pagamento por participar desse estudo.

Todas as despesas que você tiver relacionadas diretamente ao projeto de pesquisa (tais como, passagem para o local da pesquisa, alimentação no local da pesquisa) serão cobertas pelo pesquisador responsável.

Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente de sua participação na pesquisa, você poderá ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil.

Os resultados da pesquisa serão divulgados no Instituto de Psicologia (Universidade de Brasília) e poderão ser posteriormente publicados em periódicos da área. Os dados e materiais utilizados na pesquisa ficarão sob a guarda do pesquisador principal por, no mínimo, cinco anos. Após esse período, os dados serão destruídos.

Se tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor entre em contato com o pesquisador principal, Marta Kerr Pontes (61-9861-2400; martakp@gmail.com.br) ou um dos pesquisadores associados: Prof^a Dr.^a Wânia Cristina de Souza (61-3107-6833; wcsouza@unb.br) e Prof. Dr. Luciano Grüdtner Buratto (lburatto@unb.br). Os pesquisadores também poderão ajudá-lo(a) caso você não se sinta bem durante o estudo.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde (CEP/FS) da Universidade de Brasília. O CEP é composto por profissionais de diferentes áreas cuja função é defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do participante da pesquisa podem ser esclarecidos pelo telefone (61) 3107-1947 ou do e-mail cepfs@unb.br ou cepfsunb@gmail.com, horário de atendimento de 10:00hs às 12:00hs e de 13:30hs às 15:30hs, de segunda a sexta-feira. O CEP/FS se localiza na Faculdade de Ciências da Saúde, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Asa Norte.

Caso concorde em participar, pedimos que assine este documento que foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o Senhor(a).

Nome / assinatura

Pesquisador Responsável

Nome e assinatura

Brasília, ___ de _____ de _____.

Anexo B: Instruções do Piloto Para Seleção das Imagens Utilizadas no Experimento**Instrução 1:**

"A seguir, você verá fotos de pessoas emitindo as expressões faciais das emoções NOJO E RAIVA.

Sua tarefa será clicar no ícone "NOJO", quando achar que a face está expressando nojo, e "RAIVA", quando achar que está expressando raiva.

Algumas fotos podem deixá-lo em dúvida, mas é importante que você observe com atenção e responda de acordo com a emoção que você considerar que está sendo emitida".

Instrução 2:

"Vamos começar?".

Anexo C: Instruções dos *Span* Complexos de Memória de Trabalho

Operation Span

Instrução 1:

"Neste experimento, você tentará memorizar as letras que aparecerão na tela enquanto resolve alguns cálculos simples de matemática.

Nos próximos minutos, você fará um treino para se familiarizar com o funcionamento do experimento.

Começaremos praticando a tarefa das letras do experimento.

Clique o mouse para continuar".

Instrução 2:

"Para esta parte do treino, as letras aparecerão na tela uma de cada vez.

Tente memorizar cada letra na ordem apresentada.

Depois de 2-7 letras serem mostradas, você verá uma tela listando 12 letras possíveis com ícones para seleção ao lado de cada uma.

Sua tarefa é selecionar cada letra na ordem apresentada. Para fazer isso, use o mouse para selecionar o ícone ao lado de cada letra. As letras que você selecionar aparecerão na parte inferior da tela".

Instrução 3:

"Após ter selecionado todas as letras na ordem correta, clique no ícone [ENTER] que estará no canto inferior direito da tela.

Se você cometer um erro, clique no ícone [LIMPAR] para começar de novo.

Se você esquecer alguma letra, clique no ícone [BRANCO] para marcar a posição da letra que está faltando.

Lembre-se: é muito importante organizar as letras na mesma ordem que você as viu. Por isso, se você esquecer alguma letra, use o ícone [BRANCO] para marcar sua posição.

Por favor, pergunte ao experimentador(a) qualquer dúvida que você possa ter neste momento.

Quando estiver pronto(a), clique o mouse para começar o treino das letras".

Instrução 4:

"Agora você praticará a tarefa de matemática do experimento.

Um cálculo matemático aparecerá na tela, por exemplo:

$$(2 \times 1) + 1 = ?$$

Assim que você vir o problema, você deverá calcular a resposta correta.

No problema acima, a resposta correta é 3.

Quando você souber a resposta correta, clique o botão do mouse.

Clique o mouse para continuar".

Instrução 5:

"Você verá um número na próxima tela, junto com um ícone escrito [VERDADEIRO] e outro escrito [FALSO].

Se o número na tela for a resposta correta ao cálculo, clique no ícone [VERDADEIRO] com o mouse.

Se o número não for a resposta correta, clique no ícone [FALSO].

Por exemplo, se você vir o problema:

$$(2 \times 2) + 1 = ?$$

e o número na tela seguinte for 5, clique no ícone [VERDADEIRO], porque a resposta está correta.

Se você vir o problema:

$$(2 \times 2) + 1 = ?$$

e o número na tela seguinte for 6, clique no ícone [FALSO], porque a resposta correta é 5, não 6.

Após clicar em um dos ícones, o computador lhe dirá se você fez a escolha certa.

Clique o mouse para continuar".

Instrução 6:

"É MUITO importante que você resolva os cálculos corretamente. Também é importante que você que você os resolva o mais rápido que conseguir.

Por favor, pergunte ao experimentador qualquer dúvida que você possa ter neste momento.

Quando estiver pronto(a), clique o mouse para praticar alguns cálculos".

Instrução 7:

"Agora, você praticará as duas tarefas do experimento ao mesmo tempo.

Nesta próxima etapa, será apresentado um cálculo matemático. Após você decidir sobre o resultado do cálculo, uma letra aparecerá na tela. Tente lembrar essa letra.

Na etapa anterior, onde você só resolveu cálculos, o computador registrou sua média de tempo para fazer os cálculos. Se você demorar mais tempo do que sua média, o computador automaticamente passará para a tarefa da letra, pulando a parte de verdadeiro ou falso, e considerará esse resultado como errado. Portanto, é MUITO importante que você resolva os problemas o mais RÁPIDO e ACURADAMENTE possível.

Clique o mouse para continuar".

Instrução 7:

"Após a letra desaparecer, outro cálculo aparecerá, e, depois, outra letra.

Ao final de cada bloco de letras e cálculos, surgirá uma tela de recordação. Use o mouse para selecionar as letras que você acabou de ver. Tente seu melhor para selecionar as letras na ordem correta.

É importante resolver os cálculos RÁPIDA e ACURADAMENTE. Certifique-se de que você sabe a resposta do cálculo antes de clicar para a próxima tela.

Você não será informado(a) se sua resposta para o cálculo matemático está correta.

Depois da tela de recordação, será dado *feedback* sobre sua performance em relação ao número de letras lembradas e ao percentual correto nos cálculos.

Por favor, pergunte ao experimentador(a) qualquer dúvida que você possa ter neste momento".

Instrução 8:

"Durante o *feedback*, você verá um número vermelho no canto superior direito da tela. Este número representa o percentual das suas respostas corretas para os cálculos matemáticos de todo o experimento.

É MUITO importante que você mantenha esse percentual pelo menos a 85%.

Para nossos propósitos, só poderemos usar dados de participantes com pelo menos 85% de acurácia na parte de matemática.

Portanto, para ser chamado(a) para futuros experimentos, você deve acertar pelo menos 85% dos problemas de matemática, enquanto faz o seu melhor para lembrar o maior número de letras possível.

Por favor, pergunte ao experimentador(a) qualquer dúvida que você possa ter neste momento.

Clique o mouse para praticar alguns cálculos".

Instrução 9:

"Este é o fim da parte prática.

As tarefas reais serão semelhantes às tarefas que você acabou de resolver.

Primeiro, você terá que resolver um cálculo, e, depois, uma letra para memorizar.

Quando você vir a tela de recordação, selecione as letras na ordem apresentada. Se você esquecer alguma letra, clique no ícone [BRANCO] para marcar a posição da letra.

Alguns blocos terão mais cálculos e letras do que outros.

É importante que você faça seu melhor tanto na parte de cálculos quanto na parte das letras deste experimento.

Lembre-se de que na tarefa de cálculos você deve trabalhar o mais RÁPIDA e ACURADAMENTE possível.

Lembre-se, também, de manter sua acurácia nos cálculos em pelo menos 85%.

Por favor, clique o mouse para começar o experimento".

Symmetry Span

Instrução 10:

"Neste experimento, você tentará memorizar a posição de quadrados coloridos que serão apresentados na tela enquanto fará, também, julgamentos acerca de outras imagens.

Nos próximos minutos, você fará um treino para se familiarizar com o funcionamento do experimento.

Nós começaremos praticando a tarefa dos quadrados do experimento.

Clique o mouse para continuar".

Instrução 11:

"Para esta parte do treino, serão apresentados quadrados na tela, um de cada vez.

Tente lembrar onde cada quadrado estava, na ordem em que eles foram apresentados.

Depois que 2-5 quadrados forem apresentados, você verá uma grade com as 16 posições possíveis em que os quadrados poderiam estar.

Sua tarefa é selecionar cada quadrado na ordem apresentada. Para fazer isto, use o mouse para selecionar as caixas apropriadas. Os quadrados que você selecionar ficarão vermelhos.

Clique o mouse para continuar".

Instrução 12:

"Quando você tiver selecionado todos os quadrados, e eles estiverem na ordem correta, clique no ícone [ENTER] na parte inferior direita da tela.

Se você cometer um erro, clique no ícone [LIMPAR] para começar de novo.

Se você esquecer algum dos quadrados, clique no ícone [BRANCO] para marcar a posição do quadrado que estiver faltando.

Lembre-se, é muito importante arranjar os quadrados na mesma ordem que você os viu. Se você esquecer algum, use o ícone [BRANCO] para marcar a posição.

Por favor, pergunte ao experimentador(a) qualquer dúvida que possa ter neste momento.

Quando estiver pronto(a), clique o mouse para começar o treino dos quadrados".

Instrução 13:

"Agora você treinará a tarefa de simetria do experimento.

Uma imagem aparecerá na tela, e você terá que decidir se ela é simétrica. Uma imagem é simétrica se você pode dobrá-la ao meio verticalmente e a imagem da esquerda se alinha com a imagem da direita. Na próxima tela, você verá uma imagem que É SIMÉTRICA.

Clique o mouse para continuar".

Instrução 14:

"Uma vez que você tenha julgado se a imagem é simétrica, clique o mouse.

Na próxima tela, serão apresentados um ícone [SIM] e um ícone [NÃO].

Se a imagem que você viu era simétrica, clique ícone [SIM]. Se não era simétrica, clique no ícone [NÃO].

Depois de você clicar em uma das caixas, o computador irá lhe dizer se você fez a escolha correta.

Clique o mouse para continuar".

Instrução 15:

"É MUITO importante que você responda corretamente sobre a simetria das imagens.

Por favor, pergunte ao experimentador(a) qualquer dúvida que você possa ter neste momento.

Quando você estiver pronto(a), clique o mouse para treinar com algumas imagens".

Instrução 16:

"Agora, você praticará as duas tarefas do experimento ao mesmo tempo.

Nesta próxima etapa, será apresentada a você uma imagem. Quando você decidir quanto à simetria desta imagem, um quadrado aparecerá na tela. Tente se lembrar da posição do quadrado.

Na etapa anterior, onde você só decidia sobre a simetria da imagem, o computador registrou sua média de tempo para responder. Se você demorar mais que essa média, o computador automaticamente o levará para a tarefa do quadrado, pulando a parte de SIM ou NÃO, e considerará essa resposta errada. Portanto, é muito importante resolver os problemas o mais RÁPIDA e ACURADAMENTE possível.

Clique o mouse para continuar".

Instrução 17:

"Depois que o quadrado desaparecer, outra imagem de simetria aparecerá, e, depois outro quadrado.

No final de cada bloco de imagens e faces, uma tela de recordação aparecerá. Use o mouse para selecionar os quadrados que você viu. Tente seu melhor para selecionar os quadrados na ordem correta.

É importante trabalhar RÁPIDA e ACURADAMENTE.

Você não será informado(a) se sua resposta quanto à simetria está correta.

Mas, após a tela de recordação dos quadrados, será dado *feedback* sobre sua performance quanto ao número de expressões que você lembrou e seu percentual de acertos aos problemas de simetria.

Por favor, pergunte ao experimentador(a) qualquer dúvida que você possa ter neste momento.

Clique o mouse para continuar".

Instrução 18:

"Durante o feedback, você verá um número vermelho no canto superior direito da tela.

Este número indica seu percentual de respostas corretas às tarefas de simetria durante todo o experimento.

É muito importante manter este percentual pelo menos a 85%.

Para nossos propósitos, só poderemos usar seus dados se você tiver pelo menos 85% de acurácia nos problemas de simetria.

Portanto, para ser chamado para participar de experimentos futuros, você deve acertar pelo menos 85% dos problemas de simetria enquanto tenta o seu melhor para lembrar o maior número de quadrados possível.

Por favor, pergunte ao experimentador(a) qualquer dúvida que você possa ter neste momento.

Clique o mouse para praticar alguns problemas".

Instrução 19:

"Este é o fim da parte prática.

As tarefas reais serão semelhantes às tarefas que você acabou de resolver.

Alguns blocos terão mais problemas que outros.

É importante que você faça seu melhor tanto na parte de simetria, quanto na parte dos quadrados do experimento".

Lembre-se, também, de manter seu percentual de acertos na tarefa de simetria a 85% ou mais.

Por favor, clique o mouse para começar o experimento".

Rotation Span

Instrução 20:

"Neste experimento você tentará memorizar o tamanho e a direção das setas que aparecerão na tela enquanto fará julgamentos sobre se letras rotacionadas estão "normais" ou "ao contrário".

Nos próximos minutos, você fará um treino para se familiarizar com o funcionamento do experimento.

Começaremos praticando a tarefa das setas do experimento.

Clique o mouse para continuar".

Instrução 21:

"Você verá e tentará memorizar setas que surgirão do centro da tela e apontam em uma de oito direções possíveis.

Para esta parte do treino, setas aparecerão na tela uma de cada vez.

Tente lembrar o tamanho e a direção de cada seta na ordem em que elas forem apresentadas.

Clique o mouse para continuar".

Instrução 22:

"Abaixo estão as setas grandes".

Instrução 23:

"Abaixo estão as setas pequenas".

Instrução 24:

"Depois que aparecerem 3 - 10 setas, você verá 16 setas possíveis que já pode ter visto.

As setas estarão organizadas como no exemplo acima.

Clique o mouse para continuar".

Instrução 25:

"Sua tarefa é selecionar cada seta na ordem apresentada.

Para fazer isso, use o mouse para clicar na PONTA da seta que você quer selecionar.

Um número aparecerá na seta clicada que corresponde à ordem que você selecionou cada seta.

Clique o mouse para continuar".

Instrução 26:

"Quando você tiver selecionado todas as setas, e elas estiverem na ordem correta, clique no ícone [ENTER] que estará no canto inferior direito da tela.

Se você cometer um erro, clique no ícone [LIMPAR] para começar de novo.

Se você esquecer uma das setas, clique no botão [BRANCO] para marcar a posição da seta que está faltando.

Lembre-se: é muito importante selecionar as setas na mesma ordem em que elas foram apresentadas. Por isso, se você esquecer alguma seta, use o ícone [BRANCO] para marcar sua posição.

Clique o mouse para continuar".

Instrução 27:

"Lembre-se: use o mouse para clicar na PONTA da seta que você quer selecionar.

Por favor, pergunte ao experimentador(a) qualquer dúvida que você possa ter neste momento.

Quando estiver pronto(a), aperte a barra de espaço para começar o treino das setas".

Instrução 28:

"Agora você praticará a tarefa das letras rotacionadas do experimento.

Uma letra aparecerá na tela. A letra que você verá será uma letra normal ou pode estar ao contrário, como na imagem de um espelho. Você terá que decidir se a letra está normal ou ao contrário, ou seja, espelhada.

Clique o mouse para continuar".

Instrução 29:

"Por exemplo, a letra abaixo é uma letra normal.

Neste exemplo, a letra abaixo não é normal, está ao contrário".

Instrução 30:

"Nem sempre as letras serão apresentadas voltadas para cima.

Algumas letras podem estar rotacionadas em algum ângulo ou completamente viradas para baixo.

Você deve tentar fazer a rotação da letra mentalmente até que ela esteja virada para cima.

Quando você tiver feito mentalmente a rotação da letra para sua posição correta, será mais fácil para você decidir se a letra está normal ou espelhada.

Clique o mouse para continuar".

Instrução 31:

"Por exemplo, abaixo está uma letra L normal que está rotacionada para baixo.

Apesar de estar de cabeça para baixo, a letra acima ainda está virada para o lado normal, se você a rodar mentalmente.

Você pode girá-la no sentido horário ou anti-horário, e ainda acabaria com a mesma resposta".

Instrução 32:

"Quando você tiver decidido se a letra está virada na direção normal, clique o mouse.

Na próxima tela aparecerão ícones de [VERDADEIRO] ou [FALSO].

Se a letra que você viu estava normal, clique no ícone [VERDADEIRO]. Por outro lado, se estiver ao contrário, clique no ícone [FALSO].

Depois que você clicar em um dos ícones, o computador mostrará se você fez a escolha correta".

Instrução 33:

"É MUITO importante que você responda corretamente a tarefa das letras.

Por favor, pergunte ao experimentador(a) qualquer dúvida que você possa ter neste momento.

Quando estiver pronto(a), pressione a barra de espaço para praticar alguns problemas".

Instrução 34:

"Na próxima parte do treino você verá uma das letras rotacionadas. Quando você tiver tomado sua decisão sobre a letra, uma seta aparecerá na tela. Tente lembrar o tamanho e a direção da seta.

Na sessão anterior, onde você só decidia sobre a letra rotacionada, o computador registrou seu tempo médio pra resolver as tarefas. Se você demorar mais tempo do que seu tempo médio, o computador automaticamente te levará para a parte da seta, pulando, assim, a parte de verdadeiro ou falso e considerará este resultado como errado.

Portanto, é MUITO importante que você resolva os problemas o mais RÁPIDO e ACURADAMENTE possível.

Clique o mouse para continuar".

Instrução 35:

"Depois que uma seta desaparece, outra letra rotacionada aparecerá, e, depois, outra seta.

Ao final de cada bloco de letras e setas, surgirá uma tela de recordação. Use o mouse para selecionar as setas que você viu. Tente seu melhor para selecionar as setas na ordem correta.

É importante trabalhar RÁPIDA e ACURADAMENTE.

Você não será informado(a) se sua resposta para a letra rotacionada está correta.

Depois da tela de recordação, será dado *feedback* sobre sua performance em relação ao número de setas lembradas e ao percentual correto dos problemas de letras rotacionadas.

Por favor, pergunte ao experimentador(a) qualquer dúvida que você possa ter neste momento.

Clique o mouse para continuar".

Instrução 36:

"Durante o *feedback*, você verá um número vermelho no canto superior direito da tela.

Ele indica o percentual das suas respostas corretas para as letras rotacionadas durante todo o experimento.

É MUITO importante que você mantenha este número a pelo menos 85%

Para nossos propósitos, só poderemos usar dados de participantes com pelo menos 85% de acurácia nas letras rotacionadas.

Portanto, para que ser chamado(a) para futuros experimentos, você deve acertar pelo menos 85% nas letras rotacionadas, enquanto tenta lembrar o máximo de setas possível.

Por favor, pergunte ao experimentador(a) qualquer dúvida que você possa ter nesse momento.

Por favor, pressione a barra de espaço para praticar alguns problemas".

Instrução 37:

"Este é o fim da parte prática.

As tarefas reais serão semelhantes às que você acabou de resolver.

Alguns blocos terão um número de problemas maior que outros.

É importante que você faça seu melhor tanto na parte das letras rotacionadas quanto na parte das setas deste experimento.

Além disso, lembre-se de manter sua acurácia nas tarefas de letras rotacionadas em pelo menos 85%.

Por favor, pergunte ao experimentador(a) qualquer dúvida que você possa ter neste momento.

Por favor, pressione a barra de espaço para começar o experimento".

Anexo D: Instruções da Tarefa de Faces**Parte prática para tarefa das faces****Instrução 1:**

"Primeiro você verá faces de pessoas demonstrando nojo ou raiva.

Clique o mouse para continuar".

Instrução 2:

"Esta face demonstra raiva.

Esta face demonstra nojo.

Outro exemplo de raiva.

Outro exemplo de nojo.

Após ter avaliado a expressão facial, clique o mouse".

Instrução 3:

"Na tela seguinte, serão apresentadas duas caixas: NOJO e RAIVA.

Se a face demonstrava nojo, clique em NOJO. Se demonstrava raiva, clique em RAIVA.

Clique o mouse para continuar".

Instrução 4:

"É MUITO importante que você avalie a expressão facial na foto da melhor maneira possível.

Sua proporção de acertos será registrada.

Por favor, tire qualquer dúvida com o experimentador(a) agora.

Quando você estiver pronto(a), clique o mouse para treinar com algumas imagens".

Parte prática faces e quadrados**Instrução 5:**

"Agora, você praticará as tarefas das faces e a tarefa dos quadrados ao mesmo tempo.

Após ver a face e decidir sobre a expressão facial apresentada, um quadrado aparecerá na tela. Tente se lembrar da posição do quadrado.

Na etapa anterior, quando você só decidia sobre a expressão facial, o programa registrou sua média de tempo para responder.

Se você demorar mais que essa média, o programa irá automaticamente avançar para a tela do quadrado e considerará essa resposta errada. Portanto, é muito importante avaliar as faces o mais RAPIDAMENTE E CORRETAMENTE possível.

Clique o mouse para praticar".

Experimento

Instrução 6:

"Agora você iniciará o experimento.

Procure manter seu percentual de acertos na tarefa das faces acima 60%.

Por favor, clique o mouse para começar o experimento.

Condição experimental:

Instrução 7:

"Nesse bloco, você deve acertar tanto as faces quanto os quadrados.

Procure acertar o máximo tanto na tarefa das faces quanto na tarefa dos quadrados.

Por favor, clique o mouse para começar o experimento".

Condição controle

Instrução 8:

"Nesse bloco, você deverá focar somente nas faces.

Simplesmente ignore os quadrados.

Quando aparecer a tela em branco com quadrados, clique aleatoriamente neles, sem se preocupar em lembrar nem da ordem nem da posição deles.

Clique em 2 quadrados se tiverem aparecido 2 faces antes.

Clique em 4 quadrados se tiverem aparecido 4 faces antes.

Por favor, clique o mouse para começar o experimento".