

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA

Paulina Alves Pereira

**A INFLUÊNCIA DA MEMÓRIA DE TRABALHO NA RELAÇÃO ENTRE
ANSIEDADE E A APRENDIZAGEM POR REFORÇAMENTO**

Porto Alegre

2023

PAULINA ALVES PEREIRA

**A influência da memória de trabalho na relação entre ansiedade e a
aprendizagem por reforçamento**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial à obtenção do título de
bacharel em Psicologia do Instituto de
Psicologia, Serviço Social, Saúde e Comunicação
Humana da Universidade Federal do Rio Grande
do Sul

Orientadora: Prof. Dra. Lisiane Bizarro

Coorientador: Me. Gibson Weydmann

Porto Alegre

2023

CIP - Catalogação na Publicação

Pereira, Paulina Alves
A INFLUÊNCIA DA MEMÓRIA DE TRABALHO NA RELAÇÃO
ENTRE ANSIEDADE E A APRENDIZAGEM POR REFORÇAMENTO /
Paulina Alves Pereira. -- 2023.
39 f.
Orientadora: Lisiane Bizarro.

Coorientador: Gibson Weydmann.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto
de Psicologia, Bacharelado em Psicologia, Porto
Alegre, BR-RS, 2023.

1. Memória de Trabalho. 2. Ansiedade. 3.
Aprendizagem por Reforçamento. I. Bizarro, Lisiane,
orient. II. Weydmann, Gibson, coorient. III. Título.

PAULINA ALVES PEREIRA

**A influência da memória de trabalho na relação entre ansiedade e a
aprendizagem por reforçamento**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial à obtenção do título de
bacharel em Psicologia do Instituto de
Psicologia, Serviço Social, Saúde e Comunicação
Humana da Universidade Federal do Rio Grande
do Sul

Orientadora: Prof. Dra. Lisiane Bizarro

Coorientador: Me. Gibson Weydmann

Aprovada em: .

BANCA EXAMINADORA:

Nome e titulação do orientador

Instituição do orientador

Nome e titulação do membro da banca

Instituição do membro da banca

Dedicatória

Dedico este trabalho a todas as pessoas que contribuíram de alguma maneira para minha graduação e, conseqüentemente, para a existência deste estudo.

Agradecimentos

A construção deste trabalho, assim como toda a trajetória até chegar a ele, não foi realizada apenas por mim, mas por muitas mãos que das mais variadas formas me auxiliaram neste percurso. Quero iniciar agradecendo aos meus pais, Luzia e Aparecido, pelo incentivo e apoio desde muito antes de eu descobrir meu sonho de “fazer faculdade”, sem vocês eu não teria conquistado tudo o que foi possível até aqui, e tudo o que ainda irei conquistar. Também aos meus irmãos, Gabriela, Miguel, Leandro e Luciano, por acreditarem em mim e estarem ao meu lado quando tudo não passava de planos distantes. Agradeço a minha avó, minhas tias, tios e primos, por terem apoiado a mim e a minha família. Às minhas queridas amigas que me acompanham desde o ensino fundamental, Andressa, Priscila e Juciele, e as mais recentes, Francyne, Kendra e Giulia, vocês somaram muitos risos a minha trajetória escolar e acadêmica. À família Padilha, da minha querida amiga Francyne, por terem me recebido e acolhido nessa cidade quando mais precisei. Ao meu companheiro, Thiago, pelas conversas, apoio e planos compartilhados. À todas as pessoas maravilhosas que conheci ao longo da graduação e estágios, professores, supervisores, técnicos, colegas e amigos, muitos auxiliaram e propiciaram espaços de grande aprendizagem e dentro das limitações de cada período, como a pandemia, espaços de convívio e de vínculos afetivos muito relevantes. Para finalizar, aos orientadores deste trabalho, Profa. Dra. Lisiane, Me. Gibson e Me. Xiomara, o processo de escrita desde estudo foi um desafio, no entanto, vocês possibilitaram que eu me mantivesse confiante e segura devido ao grande suporte que promoveram. E aos colegas e amigos do LPNeC, vocês possibilitaram momentos de muita acolhida e de incentivo à busca de conhecimentos e de aperfeiçoamento.

Resumo

A ansiedade é uma reação natural do indivíduo frente aos estímulos diários, que em níveis acentuados pode impactar o cotidiano e as funções cognitivas. A ansiedade pode interferir no desempenho cognitivo, com implicações para a aprendizagem. Tendo em vista que ainda não é possível afirmar de que maneira se dá essa interferência, a proposta deste estudo foi analisar a influência da memória de trabalho na relação entre ansiedade e a aprendizagem por reforçamento. Os participantes foram 57 adultos, de 18 a 30 anos, que responderam online a questionários sociodemográficos, a escala de estado de humor DASS-21, e uma tarefa de aprendizagem por reforçamento computadorizada com diferentes demandas da memória de trabalho. A tarefa é composta por 14 blocos, nos quais os participantes deveriam indicar qual tecla correspondia ao estímulo que aparecia na tela do computador e recebiam feedback para erros e acertos. Os blocos tinham baixa e alta carga cognitiva, dependendo da quantidade de estímulos apresentados. Níveis maiores de ansiedade na DASS-21 estiveram associados a melhor desempenho na tarefa nos blocos em que a memória de trabalho estava menos sobrecarregada. Na condição de alta carga cognitiva, a ansiedade não influenciou a aprendizagem por reforçamento. Sugere-se que situações de baixa carga cognitiva podem ser favoráveis ao desempenho de indivíduos com sintomas subclínicos de ansiedade, enquanto que a alta carga cognitiva não é favorável ao desempenho dos indivíduos em geral.

Palavras-chave: Ansiedade, Aprendizagem por reforçamento, Memória de trabalho

Abstract

Anxiety is a natural reaction of the individual to daily stimuli, which at accentuated levels can impact daily life and cognitive functions. Anxiety can interfere with cognitive performance, with implications for learning. Considering that it is still not possible to determine how this interference occurs, the purpose of this study was to analyze the influence of working memory on the relationship between anxiety and reinforcement learning. Participants were 57 adults, aged 18 to 30, who completed online sociodemographic questionnaires, the DASS-21 Mood State Scale, and a computerized reinforcement learning task with different demands on working memory. The task consists of 14 blocks, in which the participants should indicate which key corresponded to the stimulus that appeared on the computer screen and received feedback for errors and hits. The blocks had low and high cognitive load, depending on the amount of stimuli presented. Higher levels of anxiety on the DASS-21 were associated with better task performance in blocks where working memory was less overloaded. In the high cognitive load condition, anxiety did not influence reinforcement learning. It is suggested that situations of low cognitive load may be favorable to the performance of individuals with subclinical symptoms of anxiety, while high cognitive load is not favorable to the performance of individuals in general.

Keywords: Anxiety, Reinforcement learning, Working memory

Lista de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 — <i>Estrutura da RLWM</i> | 16 |
| Figura 2 — <i>Efeitos observados nas análises de regressão para cada desfecho</i> | 27 |

Lista de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1 — <i>Correlações de Pearson para as Principais Variáveis</i> | 22 |
| Tabela 2 — <i>Preditores de performance na medida RLWM – Baixa Carga Cognitiva</i> | 24 |
| Tabela 3 — <i>Preditores de performance na medida RLWM – Alta Carga Cognitiva</i> | 26 |

Sumário

| | |
|---|-----------|
| 1 Introdução | 9 |
| 2 Método | 14 |
| 2.1 Participantes | 14 |
| 2.2 Instrumentos | 15 |
| 2.2.1 Questionários sociodemográficos e de saúde em geral | 15 |
| 2.2.2 Reinforcement Learning/Working Memory task (RLWM) | 15 |
| 2.2.3 Depression, Anxiety, and Stress Scale (DASS-21) | 17 |
| 2.3 Procedimentos | 17 |
| 2.4 Análise de Dados | 20 |
| 3 Resultados | 21 |
| 3.1 Baixa Carga Cognitiva | 24 |
| 3.2 Alta Carga Cognitiva | 26 |
| 4 Discussão | 28 |
| 4.1 Limitações | 31 |
| 5 Conclusão | 31 |
| 6 Referências | 32 |

Introdução

A ansiedade é uma reação natural do ser humano diante de estímulos cotidianos, que em níveis acentuados pode causar sofrimento para a pessoa, familiares e amigos (Moser et al., 2013). A ansiedade pode impactar no funcionamento diário do indivíduo, por meio de preocupação e vigilância aumentadas, e sintomas autonômicos como aumento da frequência cardíaca e sudorese (Robinson et al., 2019).

Enquanto uma tendência estável e individualizada ao longo do tempo, os traços de ansiedade, podem afetar funções cognitivas relacionadas à tomada de decisões, atenção, flexibilidade cognitiva, memória e aprendizagem (Jiang et al., 2018; Spalding et al., 2021; K. E. Vytal et al., 2013). No entanto, os efeitos do estado de ansiedade induzido por manipulações experimentais (como testes) no desempenho cognitivo precisam ser melhor estudados. Embora os estados de ansiedade estejam correlacionados com os padrões de atividade cerebral, os traços provavelmente são implementados na organização estrutural do cérebro (Saviola et al., 2020). Espera-se que aqueles que tenham alto traço de ansiedade demonstrem elevações do estado de ansiedade mais frequentemente do que os indivíduos de baixa ansiedade de traço porque eles tendem a reagir a uma larga faixa de situações como perigosas ou ameaçadoras. Porém, se pessoas que diferem em ansiedade de traço mostrarão ou não diferenças correspondentes no estado de ansiedade pode depender de como um indivíduo percebe uma situação específica como ameaçadora considerando suas experiências passadas (Biaggio et al., 1977). Portanto, traço/estado de ansiedade podem ser analisados como os dois lados de uma mesma moeda, um lado se relaciona com os componentes mais internos da ansiedade, como pensamentos autogerados, divagação mental e ruminação; e o outro lado está associado ao controle cognitivo no sentido de enfrentamento de estressores e processamento de estímulos (Saviola et al., 2020).

A influência da ansiedade no comportamento compreende mudanças tanto nos

processos perceptuais quanto nos processos cognitivos de alta ordem. Em particular, observou-se que altos traços de ansiedade podem alterar a percepção no sistema visual e auditivo (Shackman et al., 2011), e também interferir no comportamento dirigido a metas e outras funções cognitivas como a memória de trabalho (K. E. Vytal et al., 2013). Além disso, altos traços de ansiedade parecem estar relacionados a uma maior sensibilidade a erros, de forma que esses indivíduos percebem mais prontamente o próprio erro e agem de modo a evitá-los (Moser et al., 2013; Moser et al., 2016; Suor et al., 2021). Os sinais neurofisiológicos associados ao monitoramento e processamento de erros fornecem uma visão teórica importante a respeito do impacto da ansiedade no controle cognitivo e na memória de trabalho.

Segundo a perspectiva neurocognitiva do monitoramento dos erros, a adaptação comportamental é implementada devido à memória de trabalho. Pode assumir-se que as representações de tarefas (o estado objetivo e a resposta executada) são armazenadas na memória de trabalho no córtex pré-frontal e como uma cópia que é provavelmente transferida para os gânglios basais através *loops* pré-frontais funcionais (Hoffmann & Beste, 2015). Nessa perspectiva, indivíduos que desenvolvem altos traços de ansiedade e afeto negativo teriam controle atencional reduzido e dificuldades na capacidade de memória de trabalho (Yang et al., 2021), já que os enviesamentos intencionais (e.g. preocupações e vieses atencionais) esgotariam a memória de trabalho disponível (Leigh & Hirsch, 2011; K. Vytal et al., 2012), dificultando assim a execução da resposta alvo.

A memória de trabalho, que é responsável pelo armazenamento e manipulação de informações, (Diamond, 2013) desempenha um papel fundamental na manutenção da atenção orientada à metas, processamento de informação (por exemplo, recuperação de memória) e na ação diante de fontes potenciais de distração ou conflito (Stout et al., 2013). Estudos acerca da memória de trabalho iniciaram na década de 1960 por Atkinson e Shiffrin, e desde então

vem sendo amplamente estudada (Atkinson & Shiffrin, 1968; Mourão Junior & Melo, 2011). Entre os mais diversos modelos existentes, no modelo multimodal de Baddeley a memória de trabalho é composta por três componentes, a alça fonológica, o esboço visuoespacial e o buffer episódico. Os três componentes possuem capacidade limitada, de poucos segundos, e estão localizados no córtex pré-frontal, no qual realizam conexões e ligações com várias outras estruturas corticais e subcorticais (Mourão Junior & Melo, 2011).

A alça fonológica é responsável pelo armazenamento e processamento das informações acústicas e verbais, assim como pela reciclagem desses conteúdos através da alça articulatória, seu subcomponente; o esboço visuoespacial está relacionado com o processamento visual e orientação espacial das informações e com a aquisição do conhecimento semântico, como a aparência dos objetos e como utilizá-lo; o buffer episódico é responsável pela integração das informações acústicas/verbais e visual/espacial, além de fazer a ponte para evocação dos conteúdos da memória de longo prazo, é o componente responsável pela integração de todas essas informações em representações episódicas únicas (Baddeley, 2010, 2012; Mourão Junior & Melo, 2011).

A memória de trabalho é uma função muito importante para o funcionamento diário, e está envolvida nos mais diversos processos cognitivos, em especial na aprendizagem (van de Vijver & Ligneul, 2020). A aprendizagem por reforçamento é uma das maneiras possíveis de adquirir informações, geralmente as tarefas de aprendizagem por reforçamento funcionam com o indivíduo aprendendo alguma ação ou série de ações, por meio da tentativa e erro, utilizando uma forma de recompensa ou punição como indicador de aprendizagem (Yoo & Collins, 2022). A teoria dominante da aprendizagem por reforçamento, postula que a atividade dopaminérgica codifica a diferença do erro de predição de recompensa (RPE) (Maes et al., 2020), de modo que há um pico maior de atividade de neurônios dopaminérgicos nos gânglios da base quando uma recompensa é maior que o esperado, e uma diminuição

quando a recompensa é menor que o esperado. Desta forma, este sinal facilitaria a plasticidade ganglial córtico-basal e permitiria a aprendizagem de ações que levam a melhores resultados (Yoo & Collins, 2022). Apesar de se “localizarem” em regiões distintas do cérebro, a memória de trabalho no córtex pré-frontal e a aprendizagem por reforçamento nos gânglios da base, ambas as regiões estão em constante conexão (van de Vijver & Ligneul, 2020; Yoo & Collins, 2022).

O uso da memória de trabalho na aprendizagem por reforçamento propicia um aprendizado mais rápido e atualizações mais flexíveis das associações. Pessoas com maior capacidade de memória de trabalho, possuem menores prejuízos induzidos pelo estresse em tarefas de comportamentais instrumentais, melhor desempenho em tarefas de tempo de resposta serial e menores vieses de aprendizagem (van de Vijver & Ligneul, 2020; Yoo & Collins, 2022).

Nessa linha de pensamento e buscando analisar a relação da ansiedade com o desempenho em tarefas que envolviam a memória de trabalho, Spalding e colaboradores (2021) demonstraram uma associação entre altos traços de ansiedade e menor eficiência da memória de trabalho visual, sob a condição de estresse situacional. Altos traços de ansiedade também estavam relacionados com um pior desempenho na tarefa e tempo de respostas mais longos. Por outro lado, níveis moderados de ansiedade estiveram associados a respostas mais rápidas na atividade e melhor desempenho, na fase sequencial da tarefa.

Em um estudo anterior que avaliou a relação entre estado de ansiedade e memória de trabalho, os participantes passaram por um teste de oito blocos, que iniciava com baixa carga cognitiva, e progressivamente aumentava a dificuldade, até chegar em alta carga cognitiva. Nessa tarefa, o objetivo era sinalizar se o estímulo que aparecia na tela era igual ou diferente da anterior, sob ameaça de ser possível haver choque ao longo da tarefa. Os participantes foram divididos em grupos, que alternavam em receber o choque, que foi classificado como

“ameaça” e em que não receber choque, que foi denominado de “seguro”. Nas análises identificaram um desempenho prejudicado durante a fase de “ameaça” em comparação com o “seguro”, e que a ansiedade prejudicou o desempenho em baixa carga, mas não em alta carga cognitiva. Os autores pontuaram que esse resultado sugere que em algum momento os recursos cognitivos mudam de atenção dividida, entre a ansiedade e a tarefa, e passa a ter um foco predominante na tarefa (Vytal et al., 2012).

As relações entre memória de trabalho, ansiedade e inteligência foram também investigadas por Chuderski (2015), que aplicou testes de inteligência, ferramentas que investigam a presença de traços e estados de ansiedade e seis tarefas para a memória de trabalho. Os resultados indicaram que existe de fato uma associação entre memória de trabalho, ansiedade e inteligência fluida, de modo que quanto maior o escore de inteligência, menor o impacto da ansiedade na memória de trabalho. O autor sugeriu que indivíduos com maior escore de inteligência fluída provavelmente conseguem direcionar mais sua atenção para a tarefa que estão realizando e empregar estratégias adicionais quando percebem a interferência da ansiedade (Chuderski, 2015).

Além disso, o treinamento da memória de trabalho com tarefas experimentais parece reduzir os sintomas autorrelatados de ansiedade e depressão em uma população subclínica de adolescentes (Beloe e Derakshan, 2020). Os autores sugeriram que essas reduções nos sintomas podem ter ocorrido porque o treinamento melhorou a capacidade dos adolescentes de controlar sua atenção, reduziu a ruminação e reduziu a prevalência de pensamentos preocupantes.

As informações apresentadas vão ao encontro das conclusões na literatura sobre a relação existente entre memória de trabalho e ansiedade (Moran, 2016), no entanto, ainda não é possível afirmar de que maneira se dá essa relação, e em quais funções exatamente o recurso cognitivo é prejudicado ou aperfeiçoado. Tendo isso em mente, determinar a natureza

das associações entre as variáveis mencionadas previamente é de grande relevância. Esta proposta de trabalho, por conseguinte, objetivou estudar a influência da memória de trabalho na relação entre ansiedade e a aprendizagem por reforçamento.

Método

Participantes

Este trabalho é um recorte de uma pesquisa maior realizada pelos pesquisadores do Laboratório de Psicologia Experimental, Neurociências e Comportamento (LPNeC), entre 2019 e 2021, aprovado pelo comitê de ética do Instituto de Psicologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS; número do projeto: 18075019.9.0000.5334). Os participantes foram convidados a responder questionários acerca da personalidade e atenção por meio das redes sociais, onde ocorreram as divulgações do estudo. O pré-requisito para responder os questionários era ter entre 18 e 30 anos. Foram excluídos do estudo gestantes, pessoas com problemas de visão não corrigidos e os que possuíam o diagnóstico de esquizofrenia. Para a primeira etapa foram selecionados 276 participantes, que responderam questionários de personalidade, dados sociodemográficos e de comportamento, visando colher informações para o estudo original.

De acordo com os critérios buscados para a pesquisa dos 276 participantes, 90 foram selecionados para a segunda etapa e os demais convidados para participar como grupo controle. A segunda etapa, na qual seria realizada a tarefa experimental (Reinforcement Learning/Working Memory, descrita em Instrumentos), que estava prevista para ocorrer de maneira presencial, mas devido às restrições sanitárias impostas pela pandemia do COVID-19, foi modificada para coleta online (Weydmann et al., 2022).

Ao final, a segunda etapa contou com 83 participantes, que além de realizarem a tarefa, responderam novamente os questionários presentes na primeira etapa. Destes, dois sujeitos foram excluídos logo após o experimento, um por falta de informações sobre

algumas tentativas na saída de dados, e o outro pelo desempenho abaixo do esperado (menor de 30% de tentativas completas). Também foram excluídos cinco sujeitos por estarem fazendo uso de medicamentos com ação dopaminérgica, pois eles podem influenciar o desempenho (Rostami Kandroodi et al., 2021). Após ser realizada a análise dos dados dos participantes resultantes (76 sujeitos), notou-se que quatro não atingiram a precisão de 75% recomendada pela literatura (Collins, 2018). Além disso, foram excluídos do estudo quinze participantes que relataram fazer uso de medicamentos inibidores seletivos da recaptação da serotonina, devido a influência da medicação nos níveis de ansiedade (Puetz et al., 2015; Strawn et al., 2018). Ao final, o estudo contou com 57 participantes (M=22.87 anos, DP=4.12), destes 71.9% eram mulheres, 75.4% se autodeclararam brancos, 24.6% se autodeclararam pretos ou pardos, 66.7% declararam ter o Ensino Superior Incompleto, 15.8% Pós-Graduação, 8.8% Ensino Superior Completo e 8.8% Ensino Médio.

Instrumentos

Questionários sociodemográficos e de saúde em geral

Foram utilizados dados de autorrelato, onde os participantes relataram idade, sexo, peso, altura, histórico de saúde familiar e uso de medicação psiquiátrica.

Reinforcement Learning/Working Memory task (RLWM)

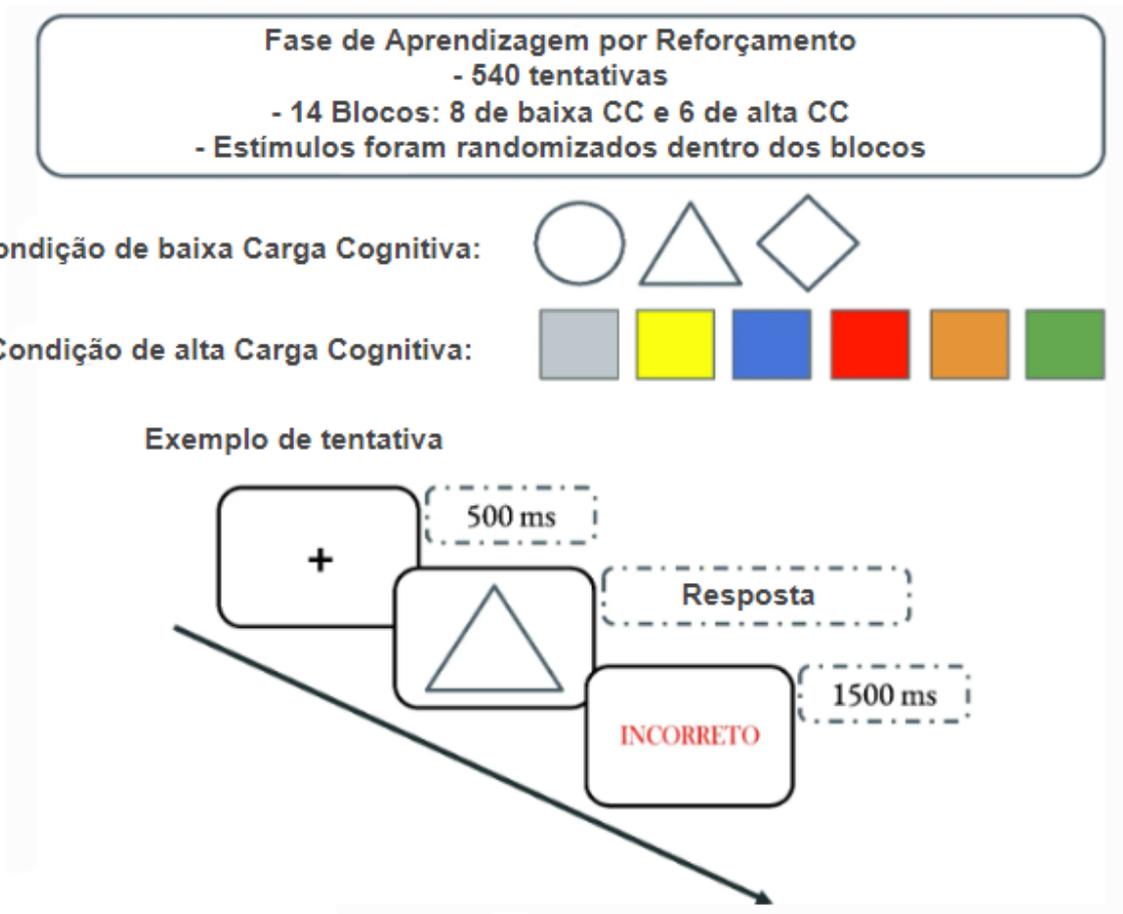
A RLWM foi adaptada da tarefa construída por Collins (2018) para observar de que maneira a memória de trabalho e a aprendizagem por reforçamento se relacionam e modificada para aplicação online e descrita por Weydmann e colaboradores (2022). Após finalizada a adaptação, a tarefa passou a contar com duas fases, uma de aprendizagem por reforçamento e outra de evocação, precedidas por um período de teste. Nas orientações indicava-se que o objetivo era descobrir qual tecla do teclado pressionar diante do estímulo que aparecesse na tela, entre c, b e m, de acordo com o feedback de “correto” e “incorreto”. O foco deste trabalho será na fase de aprendizagem por reforçamento, na qual o sujeito foi

instruído a aprender qual tecla era correspondente com o estímulo apresentado, a partir do feedback recebido. O uso da memória de trabalho foi controlada de acordo com a quantidade de estímulos diferentes em cada bloco

A tarefa foi dividida em 14 blocos, sendo 8 na condição de baixa carga cognitiva, contendo 3 estímulos diferentes, e 6 blocos na condição de alta carga cognitiva, com 6 estímulos diferentes (Figura 1). Em ambas as condições os estímulos foram exibidos nove vezes de maneira aleatória, assim, na condição de baixa carga cognitiva ocorreram 27 apresentações, e na condição de alta carga cognitiva 54 apresentações, totalizando 540 tentativas. Além disso, no período de teste, anterior ao início da tarefa, o participante contou com 24 tentativas com seis estímulos diferentes dos apresentados no decorrer da atividade. Os estímulos selecionados para cada bloco eram de mesma categoria, por exemplo, figuras geométricas, animais, cenários, e as teclas correspondentes não haviam relação com as imagens.

Figura 1

Estrutura da RLWM.



Nota. Adaptada de Weydmann et al. (2022).

Depression, Anxiety, and Stress Scale (DASS-21)

Construída por Lovibond e Lovibond (1995), com o objetivo de rastrear a presença de sintomas de ansiedade, depressão e estresse nas últimas duas semanas. Adaptada e validada no Brasil por Vignola e Tucci (2014), é uma escala de autorrelato do tipo likert de quatro pontos, sendo 0 (Não se aplicou a mim de forma alguma) e 3 (Aplicou-se muito a mim ou na maior parte do tempo) composta por 21 itens. A ferramenta se apoia na teoria tripartite da ansiedade, depressão e estresse, na qual estes transtornos do afeto e seus subtipos compartilham características em comum, como afeto negativo, alterações no eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HPA) e sofrimento emocional. Os participantes responderam a outros instrumentos na mesma coleta de dados, mas que não são relevantes para o objetivo deste estudo. Para as análises, foi levado em consideração apenas o escore relacionado com a

ansiedade, portanto, os escores de estresse, depressão, e o escore total, não foram incluídos.

Procedimentos

Inicialmente a coleta comportamental ocorreria de forma presencial no LPNeC, que se encontra no Instituto de Psicologia da UFRGS, mas foi modificada para aplicação online (Weydmann et al., 2022). Os alunos assistentes de pesquisa (AP) do laboratório passaram por um treinamento de como auxiliar o participante a realizar a tarefa. De início o participante receberia instruções de como iria ocorrer a atividade, e poderia retirar dúvidas até o momento em que a tarefa iniciasse. A tarefa foi dividida em duas partes, após a finalização da primeira etapa, a tarefa iria parar e o participante responderia questionários sociodemográficos, em seguida realizaria a segunda etapa da RLWM, ao todo, a coleta duraria em torno de uma hora. No entanto, devido às restrições impostas em decorrência da pandemia de COVID-19 foram necessárias alterações, pois não era permitido a circulação nos prédios da Universidade.

A partir disso foi adotado o uso do software “Chrome Remote Desktop”, uma ferramenta que possibilita o compartilhamento remoto da área de trabalho de um computador para outro via internet (Rodriguez et al., 2018). Dessa forma foi possível prosseguir com a coleta, pois seria realizada de casa, respeitando as indicações sanitárias, e não seria necessária a circulação até o edifício da UFRGS. Com esse novo cenário foi iniciada a coleta com os participantes que responderam os questionários online e foram selecionados para participar da segunda etapa da pesquisa. Foi construído um roteiro com mensagens padrão sobre a coleta para ser utilizado para o convite, os indivíduos foram contatados a partir das redes sociais (WhatsApp e E-mail). A partir do aceite ou não, era marcada uma data para a realização da coleta.

Com a mudança para o remoto, foi necessário que cada AP que realizasse a coleta baixasse no computador ou notebook que seria utilizado para a pesquisa o Chrome Remote Desktop, e o OpenSesame, um software utilizado para experimentos psicológicos, a versão

3.3.2 para Windows 64 bits (Mathôt et al., 2012). Assim, RLWM passou a ser coletada nos dispositivos dos pesquisadores através do OpenSesame, a partir do compartilhamento da área de trabalho com Chrome Remote Desktop.

No roteiro que continha as mensagens padrão, também havia o passo a passo de como conduzir a coleta, e informações como a necessidade do participante ter um computador ou notebook para participar. Os alunos responsáveis pela coleta foram instruídos a confirmar com o participante um dia antes da data marcada e no dia marcado a entrar em contato e lembrar que haviam combinado de realizar a tarefa. Cerca de vinte minutos antes do horário marcado, o AP era recomendado a estar com o Chrome Remote Desktop, o OpenSesame e a tarefa aberta para evitar imprevistos, pois era comum a tarefa demorar alguns instantes para iniciar adequadamente. Após a confirmação do participante sobre a presença na tarefa, era iniciada a coleta. A primeira instrução estava relacionada com o ambiente, de que seria recomendado o participante estar em um ambiente silencioso, para concentrar-se mais efetivamente na atividade que estava desenvolvendo. Seguida a confirmação do participante, era enviada outra instrução, contendo o link do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, para a concordância do sujeito em participar da tarefa. Em seguida era enviada outra mensagem com o link a ser acessado pelo participante para conectar o computador dele com o do pesquisador, incluindo as instruções de como realizar a conexão.

A partir da conexão entre os computadores o participante poderia iniciar a tarefa. O compartilhamento do Chrome Remote Desktop tem a duração máxima de trinta minutos, então nas instruções era indicado que não era necessário apertar nenhuma tecla caso ocorresse a desconexão, pois seria reconectada pelo AP e o participante poderia seguir a tarefa de onde estava. Para anotar situações como essas, foi construído o “Caderno de Bordo”, onde era identificada a data, o AP responsável pela coleta, a identificação do participante, o horário de início e fim da tarefa, e como havia transcorrido a coleta, se havia

acontecido algum imprevisto ou não. Após finalizada a primeira etapa, o compartilhamento era interrompido e era enviada outra mensagem com instruções contendo o link para a responder os questionários sociodemográficos e a DASS-21. Finalizada esta etapa e encaminhada novas instruções, iniciava-se a segunda etapa da RLWM. Ao final da segunda etapa da tarefa, desconectava os computadores, a coleta era finalizada e era encaminhada uma mensagem de agradecimento para o participante. Ao todo, desde a primeira instrução, até a última com os agradecimentos, a coleta durava em torno de uma hora. Caso o participante relatasse alguma dúvida, os alunos de assistentes de pesquisa esclareceriam ou repassavam para o pesquisador responsável. Além disso, os ICs solicitavam um *feedback* aos participantes de como havia sido realizar a tarefa, ou se havia algo que poderia ser feito para melhorar a coleta, caso houvesse alguma sugestão, era anotado no Caderno de Bordo e repassado para o responsável pela pesquisa.

Análise de Dados

A parametricidade das variáveis foi testada utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov ($p > 0,05$), com a maior parte das variáveis demonstrando uma distribuição normal. Correlações de Pearson foram aplicadas para explorar a associação entre variáveis de interesse. Dado que o propósito inicial do estudo envolveu estudar a relação entre ansiedade e desempenho na RLWM, as correlações de interesse envolviam associações entre ansiedade e escores da medida comportamental bem como variáveis correlacionadas com ansiedade.

As variáveis extraídas da RLWM foram a porcentagem (%) de acertos, que indica o quanto os sujeitos acertaram qual botão apertar, e os erros perseverativos, que indicam o quanto o participante repete erros para um mesmo estímulo ao longo da tarefa. Tanto a % de acertos quanto os erros perseverativos foram coletados separadamente nas condições de alta e baixa carga cognitiva. Análises de regressão logística considerando o número total de

tentativas foram também realizadas para cada sujeito, conforme descrito em outros estudos (Collins, 2018; Weydmann et al., 2022). Nestas análises variáveis da tarefa, como o efeito cumulativo de acertos, o atraso entre aparição de estímulos repetidos (delay), a condição (alta ou baixa carga cognitiva), o efeito cumulativo de erros perseverativos e o número do bloco (1 a 14) são inseridas como preditores acertos (0 para erros e 1 para acertos). O efeito dos preditores no desempenho de cada sujeito são salvos. Com isso, é possível saber, por exemplo, se para o sujeito o que mais influenciou no desempenho foram os erros perseverativos ou a condição da tarefa dependendo do tamanho do beta (estimativa de predição) obtido nas análises de regressão logística. A explicação dos preditores é a seguinte: o efeito cumulativo de acertos (Beta - Efeitos CA) está relacionado com as chances de o indivíduo seguir acertando na tarefa conforme vai acumulando acertos. A persistência (Beta - Pers) estima o quanto erros perseverativos diminuem as chances de acerto, sendo sempre negativos. O efeito do bloco (Beta - EB) mostra o quanto o número de blocos já finalizado influencia nas chances de acerto. O delay (Beta - Delay) é o impacto direto da memória de trabalho nas chances de acerto, quanto maior o tempo da última apresentação do estímulo, menor a chance de acertar. Já a carga cognitiva foi avaliada pelo Beta CC, que indica o quanto o bloco de alta carga cognitiva prejudicou o desempenho, com valores sempre negativos.

Com o intuito de estimar o quanto a ansiedade se associa com a performance dos participantes, análises de regressão múltiplas foram realizadas para estimar se as associações entre ansiedade e performance permanecem mesmo quando covariáveis são inseridas no modelo. A idade e o sexo biológico foram inseridas no modelo, incluindo também a interação entre sexo e ansiedade, dado que se estima maiores níveis de ansiedade para amostras do sexo feminino (Moran et al., 2012). De início, escores de ansiedade, depressão e estresse seriam

inseridos no modelo. No entanto, devido à alta multicolinearidade entre ansiedade e estresse, retiramos esta última do modelo e incluímos apenas depressão.

Todas as análises foram realizadas no ambiente estatístico RStudio (RStudio Team, 2019). Níveis de significância e tamanho de efeito foram reportados.

Resultados

Foi realizada análise de correlação entre as variáveis de estados de humor da DASS-21, Estresse, Ansiedade, Depressão e seu Escore Total, e as variáveis de desempenho na tarefa RLWM (Tabela 1).

Tabela 1*Correlações de Pearson para as Principais Variáveis.*

| | M | DP | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|----------------------------|-------|-------|-----|--------------|--------------|-------|------|-------|---------------|---------------|------|---------------|------|---------------|-------|
| 1. Idade | 22.87 | 4.12 | .17 | -.01 | .03 | .75 | -.15 | -.03 | .05 | .10 | .06 | -.11 | .13 | -.05 | .32* |
| 2. DASS-21 – Estresse | 15.17 | 4.11 | 1 | .80** | .64** | .92** | .04 | -.00 | -.14 | .01 | -.21 | .37** | -.18 | .01 | .06 |
| 3. DASS-21 – Ansiedade | 10.71 | 4.04 | | 1 | .56** | .88** | .18 | .06 | -.27* | -.08 | -.14 | .22 | -.19 | .16 | -.06 |
| 4. DASS-21 – Depressão | 12.26 | 4.40 | | | 1 | .84** | .03 | .15 | -.13 | -.15 | -.25 | .31* | -.14 | .12 | .18 |
| 5. DASS-21 – Total | 38.15 | 11.09 | | | | 1 | .09 | .08 | -.20 | -.08 | -.23 | .34** | -.19 | .11 | .07 |
| 6. % acerto – Baixa CC | .86 | .04 | | | | | 1 | .34** | -.89** | -.37** | .18 | -.17 | .01 | .25 | -.65 |
| 7. % acerto – Alta CC | .73 | .07 | | | | | | 1 | -.28* | -.98** | .18 | -.33* | -.01 | .41** | .26* |
| 8. Erros Persev – Baixa CC | .8 | 5.68 | | | | | | | 1 | .31* | -.05 | .12 | -.12 | -.33* | .45** |
| 9. Erros Persev – Alta CC | 40.82 | 18.57 | | | | | | | | 1 | -.14 | .26* | .04 | -.41** | -.19 |
| 10. Beta – Efeito CA | 1.93 | .86 | | | | | | | | | 1 | -.50** | .19 | -.29* | -.01 |

| | | | | | | | | |
|------------------|--------|------|--|--|---|-------|------|------|
| 11. Beta – Pers | -21.67 | 1.38 | | | 1 | -.28* | -.41 | -.04 |
| 12. Beta – EB | .05 | .14 | | | | 1 | -.05 | .13 |
| 13. Beta – Delay | .37 | .59 | | | | | 1 | -.01 |
| 14. Beta – CC | -.43 | .26 | | | | | | 1 |

Nota: CC: Carga Cognitiva. CA: Cumulativo de Acertos. Persev: Perseverativos. Pers: Persistência. EB: Efeito do Bloco

* $p < .05$

** $p < .01$

Houve poucos escores significativos, os encontrados estão relacionados com a subescala de ansiedade e a variável de erros perseverativos em baixa condição cognitiva, sendo esta mais modesta, e a correlação da subescala de estresse, depressão e escore total da DASS-21 com a variável de persistência, que apresentaram um nível de significância mais robusto. A alta correlação entre as subescalas da DASS-21 e entre as variáveis da tarefa eram esperadas, tendo em vista que se tratam de conteúdos semelhantes.

O escore mais relevante para este trabalho é o que relaciona a ansiedade com os erros perseverativos na condição de baixa carga cognitiva (-0.27^*), o valor negativo da correlação indica que enquanto a variável de ansiedade crescia, a probabilidade do sujeito cometer erros perseverativos diminuía. Dessa forma, pode-se inferir que na condição de baixa carga cognitiva, a ansiedade impactou de maneira positiva o desempenho do sujeito, pois sugere que o participante alterava seu comportamento quando recebia um feedback de incorreto.

Baixa Carga Cognitiva

Os preditores inseridos na análise de regressão foram idade, escore de depressão e de ansiedade da DASS-21, sexo, e a interação entre ansiedade e sexo. Na Tabela 2, o preditor significativo para o desfecho % de acertos na condição de baixa carga cognitiva foi o escore de ansiedade ($B = 0.003$, $EP = 0.001$, $p = 0.04$), indicando que, na medida em que a ansiedade aumenta, aumentam as chances de acerto dos participantes. Os preditores sexo ($B = 0.05$, $EP = 0.03$, $p = 0.08$) e a interação entre sexo e ansiedade ($B = -0.004$, $EP = 0.002$, $p = 0.15$) não foram significativos.

Tabela 2

Preditores de performance na medida RLWM – Baixa Carga Cognitiva.

| | Porcentagem de Acertos | | | | Erros Perseverativos | | | |
|-----------|------------------------|-------|-------|---------|----------------------|-------|------|------|
| | B | EP B | t | p | B | EP B | t | p |
| Constante | 0.853 | 0.037 | 22.53 | < 2e-16 | 12.985 | 5.203 | 2.49 | 0.01 |

| | | | | | | | | |
|----------------------------|---------|-------|--------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Idade | - 0.001 | 0.001 | - 0.92 | 0.36 | 0.042 | 0.183 | 0.23 | 0.81 |
| DASS-21 - Depressão | - 0.001 | 0.001 | - 0.52 | 0.60 | 0.025 | 0.209 | 0.12 | 0.90 |
| DASS-21 - Ansiedade | 0.003 | 0.001 | 2.08 | 0.04* | - 0.543 | 0.254 | - 2.14 | 0.03* |
| Sexo # | 0.058 | 0.033 | 1.77 | 0.08 | - 5.895 | 4.547 | - 1.29 | 0.20 |
| DASS-21 - Ansiedade * Sexo | - 0.004 | 0.002 | - 1.44 | 0.15 | 0.428 | 0.407 | 1.05 | 0.29 |

* $p < 0,05$; # 1-Feminino, 2-Masculino.

No caso da análise realizada para observar os erros perseverativos na condição de baixa carga cognitiva, o preditor da ansiedade se apresentou significativo ($B = - 0.543$, $EP = 0.254$, $p = 0.03$), o que sugere que enquanto a ansiedade aumenta, diminui as chances do participante cometer erros perseverativos. Os preditores sexo ($B = - 5.895$, $EP = 4.547$, $p = 0.20$) e a interação entre sexo e ansiedade ($B = 0.428$, $EP = 0.407$, $p = 0.29$) não foram significativos.

Os valores significativos nessas análises reafirmam o escore destacado na tabela anterior, da relação da ansiedade com os erros perseverativos, além disso apresenta uma relação interessante do estado de humor com a % de acerto. A partir destas análises é possível supor que a ansiedade se apresentou como um indicador de melhora no desempenho dos participantes na condição de baixa carga cognitiva, onde há três estímulos diferentes por bloco.

Alta Carga Cognitiva

Os preditores inseridos na análise de regressão foram idade, escore de depressão e de ansiedade da DASS-21, sexo, e a interação entre ansiedade e sexo. Na Tabela 3, não há valores significativos nos preditores de % de acertos, ansiedade ($B = 0.001$, $EP = 0.003$, $p = 0.81$), sexo ($B = 0.058$, $EP = 0.060$, $p = 0.34$) e interação entre sexo e ansiedade ($B = - 0.004$, $EP = 0.005$, $p = 0.43$), o que sugere que na condição de alta carga cognitiva não há alteração de desempenho em decorrência da ansiedade.

Tabela 3

Preditores de performance na medida RLWM – Alta Carga Cognitiva.

| | Porcentagem de Acertos | | | | Erros Perseverativos | | | |
|----------------------------|------------------------|-------|--------|---------|----------------------|--------|--------|------|
| | B | EP B | t | p | B | EP B | t | p |
| Constante | 0.697 | 0.069 | 10.00 | 1.26e13 | 42.417 | 17.584 | 2.41 | 0.01 |
| Idade | - 0.001 | 0.002 | - 0.16 | 0.86 | 0.433 | 0.620 | 0.69 | 0.48 |
| DASS-21 - Depressão | 0.002 | 0.002 | 1.05 | - 0.29 | - 0.657 | 0.706 | - 0.93 | 0.35 |
| DASS-21 - Ansiedade | 0.001 | 0.003 | 0.23 | 0.81 | - 0.224 | 0.861 | - 0.26 | 0.79 |
| Sexo # | 0.058 | 0.060 | 0.96 | 0.34 | - 10.067 | 15.367 | - 0.65 | 0.51 |
| DASS-21 – Ansiedade * Sexo | - 0.004 | 0.005 | - 0.79 | 0.43 | 0.628 | 1.376 | 0.45 | 0.65 |

* $p < 0,05$; # 1-Feminino, 2-Masculino.

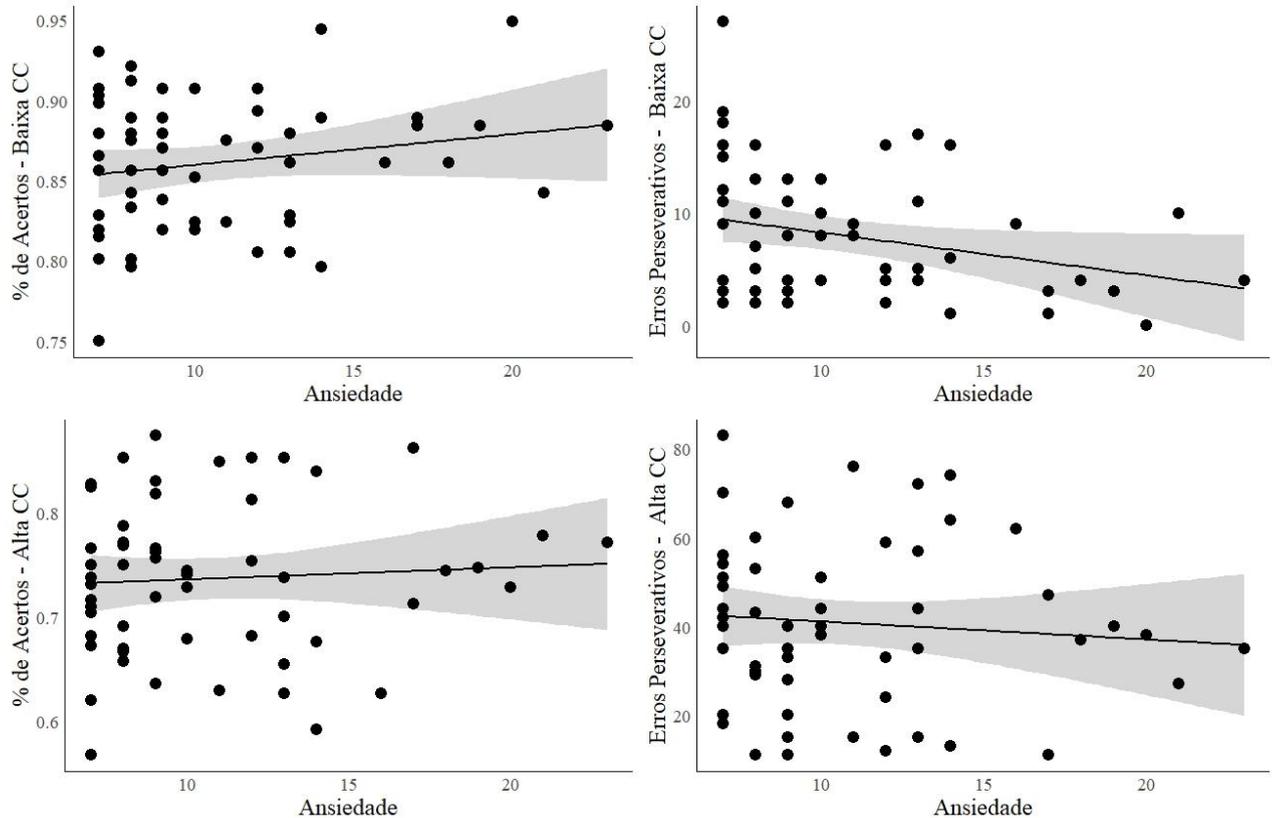
De maneira semelhante, não há escores com significância na análise dos erros perseverativos, ansiedade ($B = - 0.224$, $EP = 0.861$, $p = 0.79$), sexo ($B = - 10.067$, $EP = 15.367$, $p = 0.51$) e interação entre sexo e ansiedade ($B = 0.628$, $EP = 1.376$, $p = 0.65$), indicando que não há alteração nas chances de ocorrência de erros perseverantes com o aumento da ansiedade na condição de alta carga cognitiva.

Os dados apresentados nestas análises vão ao encontro do que foi demonstrado anteriormente, que na condição de alta carga cognitiva a ansiedade deixa de ser um preditor de melhora no desempenho do participante, ou impacta de alguma forma significativa. Pode-se inferir que quando há mais estímulos por bloco, conseqüentemente uma maior dificuldade para a execução da tarefa, o efeito que a ansiedade até então vinha causando, de melhora na condição de baixa carga cognitiva, diminua ou desapareça.

Na Figura 2 é possível observar os dados expostos anteriormente, uma inclinação positiva na relação da ansiedade com a % de acerto e uma inclinação negativa na questão da ansiedade com os erros perseverativos. Também pode-se observar que na condição de alta carga cognitiva há leves inclinações, com os sujeitos espalhados ao longo do plano, demonstrando a ausência de dados significativos.

Figura 2

Efeitos observados nas análises de regressão para cada desfecho. Figuras derivadas da análise de regressão.



Note: CC: Carga Cognitiva. As associações expressadas no gráfico de pontos foram extraídas das análises de regressão mostradas nas tabelas 2 e 3, controlando para as covariáveis de interesse.

Discussão

Este trabalho teve como objetivo estudar a influência da memória de trabalho na relação entre ansiedade e a aprendizagem por reforçamento, a literatura acerca do tema proposto é muito variada, tanto em sua forma de coleta de dados, quanto nos resultados apresentados; há trabalhos em que a ansiedade foi avaliada como fator de melhora no desempenho, de piora ou que não modifica o desempenho em paradigmas experimentais que envolvem memória de trabalho (Beloe & Derakshan, 2020; Chuderski, 2015; Moran, 2016; Spalding et al., 2021; K. Vytal et al., 2012). Os resultados encontrados neste estudo, de que indivíduos que reportam ansiedade aumentada nas últimas semanas apresentaram um

aumento na proporção de acertos e menor a possibilidade de ocorrência de erros perseverativos, são dados até então não relatados na literatura sobre a temática.

Quando há um menor número de erros perseverativos, há uma maior variabilidade comportamental, porque os participantes alternam suas respostas quando há feedback de incorreto. Isso provavelmente contribuiu para o aumento na porcentagem de acertos na RLWM na condição de baixa carga cognitiva principalmente entre aqueles que apresentavam maior ansiedade. Esse resultado é semelhante ao encontrado no estudo de Spalding et al. (2021), que apesar de analisar a ansiedade enquanto traço, foi a pesquisa que mais se aproximou na forma de aplicação e desenvolvimento com o trabalho aqui apresentado. Por sua vez, no estudo de Vytal e colaboradores (2012) constataram que a ansiedade atrapalha o desempenho do participante na condição de baixa carga cognitiva, nesse estudo a ansiedade foi mensurada enquanto estado. Ambos os autores defendem seus resultados os relacionando com a demanda atencional, no caso de Spalding et al. (2021), foi argumentado que a melhora se deu devido ao aumento da demanda de atenção para desempenhar a tarefa em baixa carga cognitiva; enquanto para Vytal et al. (2012) o desempenho pior nesta fase se deu em decorrência do participante ter a realizado sob atenção dividida, entre a tarefa e ansiedade de levar um choque.

No estudo aqui abordado, os participantes realizaram a tarefa em suas residências, durante a pandemia de Covid-19, nas instruções era sugerido que o participante estivesse em um lugar calmo e silencioso. No entanto, o fato de não ter sido desenvolvida em um laboratório preparado e organizado com este fim, e em um contexto novo e potencialmente ansiogênico (Cunha et al., 2021; Pereira et al., 2021), pode-se inferir que o participante necessitou empregar como estratégia, maiores níveis de atenção enquanto a memória de trabalho se encontrava mais funcional, e a ansiedade auxiliou nesse processo. Dessa forma, a ansiedade estado pode ter propiciado uma melhor aprendizagem por reforçamento na

condição de baixa demanda cognitiva, possivelmente resultado da combinação de maior variabilidade comportamental e direcionamento atencional.

Acerca do desempenho do participante na condição de alta carga cognitiva, este não foi alterado por diferentes níveis de ansiedade dos participantes. No estudo de Spalding et al. (2021), em que a ansiedade foi avaliada enquanto traço, é relatado uma piora do desempenho do participante, os autores argumentaram que isso ocorre porque há uma limitação cognitiva nessa fase. Na pesquisa de Vytal et al. (2012), que o estado de ansiedade foi induzido, a ansiedade não piorou o desempenho na condição de alta carga cognitiva, inclusive sugerindo que o aumento da carga da tarefa diminuiu o nível de ansiedade percebida. Para a argumentação do desempenho em alta carga cognitiva, os autores relataram resultados diferentes; Spalding et al. (2021) sugere tempos de respostas mais lentos, enquanto Vytal e colaboradores (2012) focam na questão dos participantes passarem focar apenas na tarefa.

Neste estudo, não sabemos se a condição de alta carga cognitiva modificou a ansiedade. A alta carga cognitiva sobrecarregando a memória de trabalho, modifica a estratégia empregada na fase de baixa carga cognitiva. Essa possibilidade vai ao encontro do que foi defendido por Spalding e colaboradores (2021), pois a grande quantidade de informações armazenadas brevemente na memória de trabalho, pode ter limitado seu funcionamento. Neste estudo não foi investigada a possibilidade da memória de trabalho diminuir a ansiedade, como relatado no estudo de Vytal et al. (2012). No entanto, o argumento de que os participantes passam a focar apenas na tarefa pode explicar o porquê de não ocorrer uma piora no desempenho nesta fase, possibilitando a aprendizagem por reforçamento. Assim, a ansiedade não ter gerado efeitos na condição de alta carga cognitiva pode ter ocorrido devido a limitação da memória de trabalho de utilizá-la para empregar estratégias adicionais, e do foco na tarefa de modo a evitar a queda de desempenho e propiciar a aprendizagem.

Limitações

Ao longo do percurso de escrita deste trabalho foram encontradas algumas limitações, que fazem parte do processo da pesquisa e busca por novos conhecimentos acerca de um tema. Logo de início é interessante levar em consideração que este assunto foi pensado a partir de um projeto de doutorado que está em andamento, ou seja, os dados foram colhidos e planejados para outra pergunta de pesquisa. A ferramenta utilizada para mensurar o estado de ansiedade, a DASS-21, é um instrumento que mede estado de humor, e a maioria dos trabalhos já realizados que relaciona ansiedade, memória de trabalho e desempenho em tarefa experimental, utiliza testes que mensuram traços de ansiedade, além disso, um estudo recente chama atenção para um problema na estrutura interna da ferramenta (Zanon et al., 2021). Apesar da questão da estrutura da ferramenta, ela é relevante e utilizada no rastreamento dos sintomas de ansiedade, estresse e depressão no Brasil, em vários contextos, como hospitais, locais de cuidado e em pesquisa (Cavalcante et al., 2021; Martins et al., 2019; Patias et al., 2016). Apesar de não ser um instrumento baseado em uma teoria de ansiedade, têm relevância clínica e epidemiológica.

Conclusão

A partir da análise da relação entre ansiedade, memória de trabalho e desempenho em uma tarefa de aprendizagem por reforçamento foi encontrado um dado inédito, participantes com maior ansiedade tem melhor desempenho quando uma tarefa de aprendizagem por reforçamento exige baixa carga cognitiva, em que a memória de trabalho não está sobrecarregada. Este dado, embora necessite de replicação e um estudo direcionado a ele, pode auxiliar na compreensão da importância das questões emocionais e do estado de humor nas funções cognitivas. Assim como a relação relatada em Beloe e Derakshan (2020), que treinamento da capacidade cognitiva pode melhorar sintomas sub-clínicos de transtornos de humor, sugere-se que situações de baixa carga cognitiva podem ser favoráveis ao

desempenho de indivíduos com sintomas subclínicos de ansiedade, enquanto que a alta carga cognitiva não é favorável ao desempenho dos indivíduos em geral. Trabalhos futuros podem alterar a forma cindida que é lidado atualmente com as questões cognitivas e emocionais.

Referências

- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. Em *Psychology of learning and motivation* (Vol. 2, p. 89–195). Elsevier.
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current biology*, 20(4), R136–R140.
- Baddeley, A. (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual review of psychology*, 63, 1–29.
- Beloe, P., & Derakshan, N. (2020). Adaptive working memory training can reduce anxiety and depression vulnerability in adolescents. *Developmental science*, 23(4), e12831.
- Biaggio, A. M. B., Natalício, L., & Spielberger, C. D. (1977). Desenvolvimento da forma experimental em português do Inventário de Ansiedade Traço-Estado (IDATE) de Spielberger. *Arquivos brasileiros de psicologia aplicada*, 29(3), 31–44.
- Cavalcante, F., Oliveira, K., Araújo, C., Costa, P., Silva, E., & Maia, E. (2021). Ansiedade, depressão e burnout em profissionais de saúde durante a covid-19. *Estudos de Psicologia (Natal)*, 26(3), 252–262.
- Chuderski, A. (2015). High intelligence prevents the negative impact of anxiety on working memory. *Cognition and Emotion*, 29(7), 1197–1209.
- Collins, A. G. (2018). The tortoise and the hare: Interactions between reinforcement learning and working memory. *Journal of cognitive neuroscience*, 30(10), 1422–1432.
- da Cunha, C. E. X., Moreira, M. M. G., Castro, L. R., de Oliveira, L. B. B., dos Santos Carvalho, A., de Souza, A. M. A., & Ribeiro, M. V. M. R. (2021). Isolamento social e ansiedade durante a pandemia da COVID-19: Uma análise psicossocial. *Brazilian*

Journal of Health Review, 4(2), 9022–9032.

Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135–168.

<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>

Hoffmann, S., & Beste, C. (2015). A perspective on neural and cognitive mechanisms of error commission. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 9, 50.

Jiang, D., Zhang, D., Chen, Y., He, Z., Gao, Q., Gu, R., & Xu, P. (2018). Trait anxiety and probabilistic learning: Behavioral and electrophysiological findings. *Biological Psychology*, 132, 17–26.

Leigh, E., & Hirsch, C. R. (2011). Worry in imagery and verbal form: Effect on residual working memory capacity. *Behaviour research and therapy*, 49(2), 99–105.

Lovibond, P. F., & Lovibond, S. H. (1995). The structure of negative emotional states: Comparison of the Depression Anxiety Stress Scales (DASS) with the Beck Depression and Anxiety Inventories. *Behaviour Research and Therapy*, 33(3), 335–343. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(94\)00075-U](https://doi.org/10.1016/0005-7967(94)00075-U)

Maes, E. J., Sharpe, M. J., Usypchuk, A. A., Lozzi, M., Chang, C. Y., Gardner, M. P., Schoenbaum, G., & Iordanova, M. D. (2020). Causal evidence supporting the proposal that dopamine transients function as temporal difference prediction errors. *Nature neuroscience*, 23(2), 176–178.

Martins, B. G., Silva, W. R. da, Maroco, J., & Campos, J. A. D. B. (2019). Escala de Depressão, Ansiedade e Estresse: Propriedades psicométricas e prevalência das afetividades. *Jornal Brasileiro de Psiquiatria*, 68, 32–41.

Mathôt, S., Schreij, D., & Theeuwes, J. (2012). OpenSesame: An open-source, graphical experiment builder for the social sciences. *Behavior research methods*, 44(2), 314–324.

Moran, T. P. (2016). Anxiety and working memory capacity: A meta-analysis and narrative

- review. *Psychological bulletin*, 142(8), 831.
- Moran, T. P., Taylor, D., & Moser, J. S. (2012). Sex moderates the relationship between worry and performance monitoring brain activity in undergraduates. *International Journal of Psychophysiology*, 85(2), 188–194.
- Moser, J., Moran, T., Schroder, H., Donnellan, B., & Yeung, N. (2013). On the relationship between anxiety and error monitoring: A meta-analysis and conceptual framework. *Frontiers in human neuroscience*, 7, 466.
- Moser, J. S., Moran, T. P., Kneip, C., Schroder, H. S., & Larson, M. J. (2016). Sex moderates the association between symptoms of anxiety, but not obsessive compulsive disorder, and error-monitoring brain activity: A meta-analytic review. *Psychophysiology*, 53(1), 21–29.
- Mourão Junior, C. A., & Melo, L. B. R. (2011). Integração de três conceitos: Função executiva, memória de trabalho e aprendizado. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 27, 309–314.
- Patias, N. D., Machado, W. D. L., Bandeira, D. R., & Dell’Aglío, D. D. (2016). Depression Anxiety and Stress Scale (DASS-21)-short form: Adaptação e validação para adolescentes brasileiros. *Psico-USF*, 21, 459–469.
- Pereira, A. C. C., Pereira, M. M. A., Silva, B. L. L., de Freitas, C. M., Cruz, C. S., David, D. B. M., dos Santos, D. L., Delfraro, D. O., & Ura, F. A. C. (2021). O agravamento dos transtornos de ansiedade em profissionais de saúde no contexto da pandemia da COVID-19. *Brazilian Journal of Health Review*, 4(2), 4094–4110.
- Puetz, T. W., Youngstedt, S. D., & Herring, M. P. (2015). Effects of Pharmacotherapy on Combat-Related PTSD, Anxiety, and Depression: A Systematic Review and Meta-Regression Analysis. *PloS One*, 10(5), e0126529.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126529>

- Robinson, O. J., Pike, A. C., Cornwell, B., & Grillon, C. (2019). The translational neural circuitry of anxiety. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, *90*(12), 1353–1360.
- Rodriguez, M., Tonyan, J., & Wilson, R. T. (2018). Tools and techniques for troubleshooting remote access. *Journal of Electronic Resources Librarianship*, *30*(3), 171–178.
- Rostami Kandroodi, M., Cook, J. L., Swart, J. C., Froböse, M. I., Geurts, D. E., Vahabie, A.-H., Nili Ahmadabadi, M., Cools, R., & den Ouden, H. E. (2021). Effects of methylphenidate on reinforcement learning depend on working memory capacity. *Psychopharmacology*, *238*(12), 3569–3584.
- Saviola, F., Pappaianni, E., Monti, A., Grecucci, A., Jovicich, J., & De Pisapia, N. (2020). Trait and state anxiety are mapped differently in the human brain. *Scientific Reports*, *10*(1), 1–11.
- Shackman, A. J., Salomons, T. V., Slagter, H. A., Fox, A. S., Winter, J. J., & Davidson, R. J. (2011). The integration of negative affect, pain and cognitive control in the cingulate cortex. *Nature Reviews Neuroscience*, *12*(3), 154–167.
- Spalding, D. M., Obonsawin, M., Eynon, C., Glass, A., Holton, L., McGibbon, M., McMorrow, C. L., & Nicholls, L. A. B. (2021). Impacts of trait anxiety on visual working memory, as a function of task demand and situational stress. *Cognition and Emotion*, *35*(1), 30–49.
- Stout, D. M., Shackman, A. J., & Larson, C. L. (2013). Failure to filter: Anxious individuals show inefficient gating of threat from working memory. *Frontiers in human neuroscience*, *7*, 58.
- Strawn, J. R., Geraciotti, L., Rajdev, N., Clemenza, K., & Levine, A. (2018). Pharmacotherapy for generalized anxiety disorder in adult and pediatric patients: An evidence-based treatment review. *Expert opinion on pharmacotherapy*, *19*(10),

1057–1070.

- Suor, J. H., Granros, M., Kujawa, A., Fitzgerald, K. D., Monk, C. S., Phan, K. L., & Burkhouse, K. L. (2021). The moderating role of externalizing problems on the association between anxiety and the error-related negativity in youth. *Developmental Psychobiology*, *63*(4), 782–792.
- van de Vijver, I., & Ligneul, R. (2020). Relevance of working memory for reinforcement learning in older adults varies with timescale of learning. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *27*(5), 654–676.
- Vignola, R. C. B., & Tucci, A. M. (2014). Adaptation and validation of the depression, anxiety and stress scale (DASS) to Brazilian Portuguese. *Journal of affective disorders*, *155*, 104–109.
- Vytal, K., Cornwell, B., Arkin, N., & Grillon, C. (2012). Describing the interplay between anxiety and cognition: From impaired performance under low cognitive load to reduced anxiety under high load. *Psychophysiology*, *49*(6), 842–852.
- Vytal, K. E., Cornwell, B. R., Letkiewicz, A. M., Arkin, N. E., & Grillon, C. (2013). The complex interaction between anxiety and cognition: Insight from spatial and verbal working memory. *Frontiers in human neuroscience*, *7*, 93.
- Weydmann, G., Palmieri, I., Simões, R. A., Centurion Cabral, J. C., Eckhardt, J., Tavares, P., Moro, C., Alves, P., Buchmann, S., & Schmidt, E. (2022). Switching to online: Testing the validity of supervised remote testing for online reinforcement learning experiments. *Behavior Research Methods*, 1–13.
- Yang, H., Li, J., & Zheng, X. (2021). Different Influences of Negative and Neutral Emotional Interference on Working Memory in Trait Anxiety. *Frontiers in psychology*, *12*, 570552.
- Yoo, A. H., & Collins, A. G. (2022). How working memory and reinforcement learning are

intertwined: A cognitive, neural, and computational perspective. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 34(4), 551–568.

Zanon, C., Brenner, R. E., Baptista, M. N., Vogel, D. L., Rubin, M., Al-Darmaki, F. R., Gonçalves, M., Heath, P. J., Liao, H.-Y., & Mackenzie, C. S. (2021). Examining the dimensionality, reliability, and invariance of the Depression, Anxiety, and Stress Scale–21 (DASS-21) across eight countries. *Assessment*, 28(6), 1531–1544.