



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIA COGNITIVA
E COMPORTAMENTO**



FAHEYNA ARAGÃO RODRIGUES FERREIRA

**RELAÇÃO ENTRE MOTIVAÇÃO POR RECOMPENSA E MEMÓRIA DE
TRABALHO VISUOESPACIAL DE CRIANÇAS**

**JOÃO PESSOA
FEVEREIRO, 2021**

FAHEYNA ARAGÃO RODRIGUES FERREIRA

**RELAÇÃO ENTRE MOTIVAÇÃO POR RECOMPENSA E MEMÓRIA DE
TRABALHO VISUOESPACIAL DE CRIANÇAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento da Universidade Federal da Paraíba como requisito obrigatório para a obtenção do grau de Mestre em Neurociência Cognitiva e Comportamento.

Área de Concentração: Neurociência Cognitiva e Comportamento

Linha de Pesquisa: Psicobiologia: Processos Psicológicos Básicos e Neuropsicologia.

Orientador (a): Prof.^a Dr.^a Carla Alexandra S. Moita Minervino.

JOÃO PESSOA
FEVEREIRO, 2021

Autorizo a reprodução total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

O modelo da dissertação seguiu a formatação de artigos. Pretende-se publicar o artigo 1 na revista “Estudos e Pesquisas em Psicologia”, a qual publica artigos sobre Psicologia e áreas afins, quadrimestral, com Qualis A2 da CAPES. O artigo 2 encontra-se nas normas e será submetido à revista “Neuropsicologia Latinoamericana”, com Qualis B1, a qual publica conteúdos da ciência psicológica, tais como psicologia cognitiva, avaliação psicológica e neuropsicologia.

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

F383r Ferreira, Faheyra Aragão Rodrigues.

Relação entre motivação por recompensa e memória de trabalho visuoespacial de crianças / Faheyra Aragão Rodrigues Ferreira. - João Pessoa, 2021.
70 f. : il.

Orientação: Carla Alexandra da Silva Moita Minervino.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCHLA.

1. Memória de Trabalho Visuoespacial (MVT). 2. Motivação. 3. Recompensa - memória - criança. 4. Neuropsicologia. I. Minervino, Carla Alexandra da Silva Moita. II. Título.

UFPB/BC

CDU 612.821.2(043)

**RELAÇÃO ENTRE MOTIVAÇÃO POR RECOMPENSA E MEMÓRIA DE
TRABALHO VISUOESPACIAL DE CRIANÇAS**

FAHEYNA ARAGÃO RODRIGUES FERREIRA

FOLHA DE APROVAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

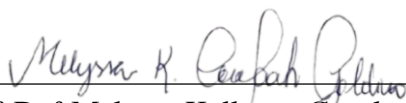
BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dr.^a Carla Alexandra da Silva Moita Minervino

Orientadora

Universidade Federal da Paraíba



Prof.^a Dr.^a Melyssa Kellyane Cavalcanti Galdino

Membro Interno

Universidade Federal da Paraíba



Prof.^a Dr.^a Monilly Ramos Araújo Melo

Membro Externo

Universidade Federal de Campina Grande

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento da Universidade Federal da Paraíba como requisito final para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em: 24 de Fevereiro de 2021.

Dedico esta dissertação à minha família.
Aos meus pais, Fátima e Clarckson, ao meu esposo
Anderson, e aos meus irmãos, Farckyanne e Farckson.
Minha fonte de amor e força.
Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Depois de um longo caminho trilhado com muito trabalho, noites mal dormidas, medos e inseguranças, mas também com muitas alegrias, aprendizados e conquistas, é chegada a hora de agradecer a todos que me motivaram durante a minha caminhada em busca do conhecimento.

Agradeço acima de tudo a DEUS pelo dom da vida.

Agradeço à minha família por sempre está ao meu lado, e me incentivar a ir atrás dos meus objetivos. Meus irmãos, Farckson e Farckyanne. Meus pais, Fátima e Clarckson, obrigada por fazerem tudo que podiam para me proporcionar uma educação de qualidade.

Agradeço ao meu amado esposo, Anderson, por toda paciência e dedicação, obrigada por ser tão companheiro, por estar ao meu lado durante todo o processo de coleta de dados. De casa em casa enfim conseguimos, você foi essencial na construção e concretização deste trabalho.

Agradeço a minha orientadora, Professora Dr.^a Carla Minervino, por ter sido minha estrela guia nessa jornada, obrigada por toda dedicação, por todos os ensinamentos, por ter acreditado em mim. Nunca a esquecerei.

Agradeço também aos amados amigos que o mestrado me trouxe, Heloísa, Yago e Lídia. Obrigada por tornarem meus dias mais leves e felizes, foi um prazer imenso tê-los ao meu lado durante esses dois anos.

Por fim, agradeço a todos os pais e crianças participantes deste estudo, os quais, mesmo diante de um quadro de pandemia mundial, me acolheram em vossas casas. Sem a contribuição de vocês a concretização deste trabalho não seria possível. Obrigada por toda atenção, pelo tempo dedicado, e pelo carinho com que me receberam. Obrigada por todas as estórias e risadas compartilhadas, foi uma imensa satisfação conhecer cada um de vocês.

SUMÁRIO

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AGRADECIMENTOS..... | 6 |
| RESUMO | 8 |
| ABSTRACT | 10 |
| LISTA DE FIGURAS | 11 |
| LISTA DE TABELAS | 12 |
| LISTA DE QUADROS..... | 13 |
| LISTA DE ABREVIATURAS..... | 14 |
| APRESENTAÇÃO | 15 |
| CAPÍTULO I..... | 16 |
| INTRODUÇÃO | 16 |
| Memória de Trabalho..... | 19 |
| Substratos Neurais da Memória de Trabalho | 21 |
| Desenvolvimento da Memória de Trabalho | 21 |
| Motivação..... | 22 |
| Motivação por Recompensa e Memória de Trabalho | 23 |
| CAPÍTULO II..... | 25 |
| Substratos neurais da influência da motivação por recompensa na memória de trabalho: Uma revisão integrativa..... | 25 |
| CAPÍTULO III | 39 |
| Efeito da Recompensa na Memória de Trabalho Visuoespacial de Crianças de 4 a 6 anos de idade sem Deficiência Cognitiva | 39 |
| CAPÍTULO IV | 58 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 58 |
| REFERÊNCIAS | 60 |
| APÊNDICES | 65 |
| PÊNDICE A - CHECKLIST COMPORTAMENTAL..... | 66 |
| APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO | 67 |
| APÊNDICE C - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO..... | 70 |
| APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO | 71 |

Ferreira, Faheyra (2021). **Relação entre motivação por recompensa e memória de trabalho visuoespacial de crianças.** (Dissertação de mestrado). Universidade Federal da Paraíba. Paraíba. 71p.

RESUMO

A Memória de Trabalho Visuoespacial deriva de um subsistema da memória de trabalho, o esboço visuoespacial, e é responsável pelo armazenamento e manipulação de informações visuais e espacial. Os estudos que se propõem a investigá-la apontam para um efeito positivo em seu desempenho desencadeado pela disponibilidade de recompensa. Nesse sentido, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de investigar como ocorre a nível neural a interação entre motivação por recompensa e a memória de trabalho, bem como analisar os efeitos dessa interação no desempenho da memória de trabalho visuoespacial na população infantil. Para atender aos objetivos propostos foram elaborados dois estudos. O estudo 1 consistiu em uma revisão integrativa e investigou, através de estudos de neuroimagem, os substratos neurais que possibilitam a ação da recompensa sobre a memória de trabalho visuoespacial. E o estudo 2 consistiu em uma pesquisa empírica, de caráter quase experimental, na qual foi observado o efeito da recompensa na memória de trabalho visuoespacial de crianças na faixa etária de quatro a seis anos de idade, sem comprometimento cognitivo. Os resultados encontrados no estudo 1 sugeriram que a interação entre motivação por recompensa e memória de trabalho ocorre através de três distintos processos neurais, a saber: (1) através da comunicação entre as regiões que formam o CPF do cérebro, com a região orbitofrontal a enviar informações motivacionais para a região dorsolateral, (2) por meio da ligação dinâmica funcional entre atividades teta e beta frontais, a qual facilitaria aumentos na capacidade da MTV, e (3) através da ação modulatória da dopamina em áreas cerebrais envolvidas no funcionamento da MT. No que concerne aos resultados do estudo 2, esses não indicaram efeito da recompensa no desempenho da memória de trabalho visuoespacial na amostra investigada quando comparações foram realizadas entre as crianças recompensadas e não recompensadas, embora tenham demonstrado variações entre os níveis motivacionais apresentados. Tomados em conjunto, tais resultados corroboram a existência de interação entre processos executivos “hot” e “cool” no CPF, bem como ressaltam a importância de se considerar a utilização de modos de apresentação de recompensa que promovam não apenas um maior engajamento a tarefa, como também a manutenção desse comportamento ao longo da tarefa, para que assim a

disponibilidade de recompensa possa conduzir a efeitos positivos no funcionamento da MTV infantil.

Palavras-chave: Memória de Trabalho Visuoespacial, Motivação, Recompensa, Neuropsicologia.

Ferreira, Faheyra (2021). **Relationship between reward motivation and children's visuospatial working memory.** (Masters dissertation). Federal University of Paraiba. Paraiba. 71p.

ABSTRACT

Visuospatial working memory is derived from a working memory subsystem, the visuospatial sketch, and is responsible for storing and manipulating visual and spatial information. The studies that propose to investigate it point to a positive effect on its performance triggered by the availability of reward. In this sense, the present study was developed with the objective of investigating how the interaction between reward motivation and working memory occurs at the neural level, as well as analyzing the effects of this interaction on the performance of visuospatial working memory in the child population. To meet the proposed objectives, two studies were prepared. Study 1 consisted of an integrative review and investigated, through neuroimaging studies, the neural substrates that enable the action of the reward on visuospatial working memory. And study 2 consisted of an empirical research, of a quasi-experimental character, in which the effect of the reward on the visuospatial working memory of children aged four to six years old, without cognitive impairment, was observed. The results found in study 1 suggested that the interaction between reward motivation and working memory occurs through three distinct neural processes, namely: (1) through communication between the regions that form the CPF of the brain, with the orbitofrontal region a send motivational information to the dorsolateral region, (2) through the dynamic functional link between frontal theta and beta activities, which would facilitate increases in MTV capacity, and (3) through the modulatory action of dopamine in brain areas involved in the functioning of the MT. Regarding the results of study 2, these did not indicate the effect of the reward on the performance of visuospatial working memory in the investigated sample when comparisons were made between rewarded and unrewarded children, although they showed variations between the motivational levels presented. Taken together, these results corroborate the existence of interaction between "hot" and "cool" executive processes at the CPF, as well as underscoring the importance of considering the use of reward presentation modes that promote not only greater engagement with the task, as well as the maintenance of this behavior throughout the task, so that the availability of reward can lead to positive effects on the functioning of children's MTV.

Keywords: Visuoespacial Working Memory, Motivation, Reward, Neuropsychology

LISTA DE FIGURAS

APRESENTAÇÃO

| | |
|------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Estrutura da Dissertação..... | 15 |
|------------------------------------------------|----|

CAPÍTULO I

| | |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Modelo de Memória de Trabalho de Três Componentes..... | 20 |
|-------------------------------------------------------------------------|----|

| | |
|----------------------------------------------------------------|----|
| Figura 2. Modelo Atualizado de Memória de Trabalho..... | 20 |
|----------------------------------------------------------------|----|

CAPÍTULO III

| | |
|----------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Divisão dos grupos do estudo..... | 44 |
|----------------------------------------------------|----|

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO III

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1. Desempenho médio no TIMTrac entre os grupos G1 e G2 por faixa etária. | 49 |
| Tabela 2. Distribuição dos níveis motivacionais entre os grupos..... | 49 |
| Tabela 3. Comparações por pares referentes ao desempenho no TIMTrac por nível motivacional | 51 |
| Tabela 4. Desempenho médio no TIMTrac entre os grupos G1 e G2 por nível motivacional | 51 |

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO I

Quadro 1. Descrição dos principais modelos teóricos sobre funções executivas 17

CAPÍTULO II

Quadro 1. Apresentação dos principais resultados encontrados 30

CAPÍTULO III

Quadro 1. Classificação de Nível Motivacional..... 45

LISTA DE ABREVIATURAS

- CAAE.** Certificação de Apreciação Ética.
- CPF.** Córtex Pré-frontal.
- Dr.^a.** Doutora.
- DP.** Desvio Padrão.
- EEG.** Eletroencefalograma.
- e.g.** Exemplo.
- fMRI.** Imagem por Ressonância Magnética Funcional.
- FES.** Funções Executivas.
- H².** Teste Kruskal-Wallis.
- MT.** Memória de Trabalho.
- MTV.** Memória de Trabalho Visuoespacial.
- n.** Tamanho da amostra.
- Prof.^a.** Professora.
- p.** Nível de Significância.
- R².** Variância.
- r.** Tamanho de Efeito
- SPSS.** Statical Package for the Social Sciences.
- SARS-Cov-19.** Vírus da família coronavírus.
- SEM.** Modelagem de equações estruturais.
- tDCS.** Estimulação Elétrica Transcraniana.
- TDAH.** Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade.
- TCLE.** Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.
- TALE.** Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.
- U.** Teste de Mann-Whitney.
- z.** Escore padronizado z.
- τ .** Correlação Tau de Kendal.

APRESENTAÇÃO

A presente Dissertação aborda o tema Funções Executivas (FEs), com ênfase no componente Memória de Trabalho. Com base no Modelo de Memória de Trabalho de Baddeley e Hitch (1974) e sua atualização, Baddeley (2000), e na Teoria de Complexidade Cognitiva e Controle de Zelazo e Müller (2002), teve por objetivos investigar como ocorre a interação entre motivação por recompensa e memória de trabalho a nível neural, e averiguar se a disponibilidade de recompensa pode contribuir para um melhor desempenho da memória de trabalho visuoespacial em crianças de 4 a 6 anos de idade que não apresentam comprometimento cognitivo.

Dessa forma, a presente dissertação está estruturada em quatro capítulos. O primeiro aborda os fundamentos teóricos que embasaram os estudos desta dissertação. O segundo capítulo traz uma revisão integrativa acerca de como ocorre a interação entre memória de trabalho e motivação por recompensa, a nível neural. Por sua vez, o capítulo três relata um estudo empírico sobre o efeito da motivação por recompensa no desempenho da memória de trabalho visuoespacial. E, por fim, o capítulo quatro apresenta as considerações finais, trazendo os principais resultados apresentados pelos estudos descritos no capítulo II e no capítulo III, respectivamente, e reflexões sobre estes. Sendo apresentadas também recomendações para futuros estudos. Os dois estudos desenvolvidos se encontram em formato de artigos científicos.

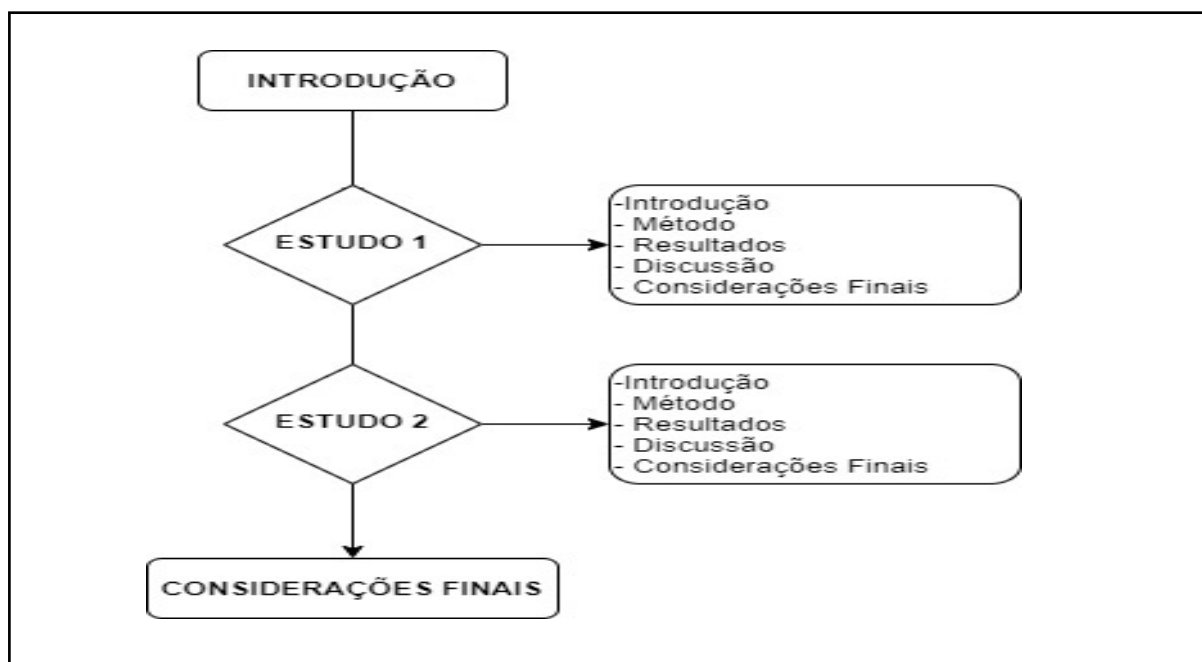


Figura 1. Estrutura da Dissertação.

Fonte: Elaboração Própria, 2021

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

*“Maravilha-te, memória!
Lembras o que nunca foi,
E a perda daquela história
Mais que uma perda me dói.”
(Fernando Pessoa)*

As Funções Executivas (FEs) são processos cognitivos de alto nível (Miyake & Friedman, 2017) que permitem aos indivíduos regular seus pensamentos, ações (Friedman & Miyake, 2017; Zelazo & Carlson, 2012) e afetividade, de acordo com a realização de um objetivo (Zelazo & Carlson, 2012), sendo estas sempre requisitadas diante de novas situações (Munakata, Michaelson, Barker, & Chevalier, 2013).

As FEs podem ser organizadas sistematicamente de acordo com os diversos modelos teóricos disponíveis na literatura (Quadro 1) sobre o tema. A partir do estudo de tais modelos, atualmente, há um consenso entre os estudiosos nessa questão (e.g. Miyake, Friedman, Emerson, Witzki & Howert, 2000; Diamond, 2013), de que o ser humano possui três funções executivas básicas, a saber: a memória de trabalho, a flexibilidade cognitiva e o controle inibitório.

A memória de trabalho (MT) refere-se a uma função cognitiva específica que tanto mantém a informação em mente quanto a manipula de alguma forma (Zelazo, 2015). Esta é fundamental para entender qualquer coisa que se desdobre ao longo do tempo, uma vez que isso exige ter em mente o que aconteceu antes e relacionar com o que vem depois (Diamond, 2013). Por sua vez, o controle inibitório (CI) envolve a capacidade de controlar a atenção, o comportamento, os pensamentos e/ou as emoções, para inibir uma resposta inadequada em determinada situação, substituindo-a por uma mais adequada (Diamond, 2013). Esta atua de modo que um indivíduo possa resistir às tentações e não agir impulsivamente ou prematuramente. E a flexibilidade cognitiva (FC) refere-se à habilidade de mudar de perspectivas ou abordagens para um problema (Diamond, 2013), possibilitando que o indivíduo alterne tarefas ou considere a perspectiva de outra pessoa em uma situação (Zelazo, 2015). Tais funções suportam o desenvolvimento de habilidades mais complexas de ordem superior, como, por exemplo, planejamento e raciocínio (Diamond, 2013), e funcionam juntas quando uma meta é perseguida, sendo consideradas operações distintas ainda que relacionadas (Miyake et al., 2000).

Quadro 1

Descrição dos principais modelos teóricos sobre funções executivas

| Nome do Modelo ¹ | Autores | Como explica as FEs |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Três Unidades Funcionais do Cérebro Humano ^a | Luria (1973) | Divide o cérebro em três unidades funcionais, Unidade I – tronco encefálico, Unidade II – lobo temporal, parietal e occipital e a Unidade III – córtex pré-frontal. Apesar de não utilizar o termo função executiva, a terceira unidade estaria associada ao gerenciamento das FEs. |
| Modelo de Memória de Trabalho ^a | Baddeley e Hitch (1974) | Demonstra a existência da MT - uma das três FEs básicas - a qual seria composta por três componentes: o executivo central, a alça fonológica e o esboço visuoespacial. Em 2000, Baddeley ampliou o modelo e acrescentou um quarto componente, o <i>buffer</i> episódico. |
| Teoria da Representação Hierárquica dos Lobos Frontais | Fuster (1980) | Baseado no modelo de memória de trabalho de Baddeley e Hitch, o autor busca explicar o funcionamento executivo com base em quatro processos fundamentais: controle inibitório, executivo central, <i>set</i> preparatório e mecanismos de supervisão. |
| Sistema Atencional Supervisor (SAS) ^a | Norman e Shallice (1986) | Influenciado pelos achados de Baddeley e Hitch (1974) esse modelo defende a necessidade de um controlador primário (o SAS) em situações não habituais ao indivíduo, nas quais diferentes estímulos seriam processados simultaneamente. O SAS gerenciaria ações de acordo com as intenções do indivíduo. |
| Modelo de Acontecimentos Complexos Estruturados ^a | Grafman (1995) | De forma complementar ao modelo de Norma e Shallice (1986), esse modelo defende a existência de um processo denominado “acontecimentos complexos estruturados” os quais possibilitariam a seleção de uma sequência particular de eventos que conduziria o sujeito a um objetivo. Tais eventos não seriam selecionados ao acaso, mas sim com um começo e um fim. Caso ocorra um evento não programado durante o percurso ao objetivo desejado, novos eventos complexos estruturados independentes e abstratos seriam formados para conduzir o indivíduo ao seu objetivo final. |
| | Lezak ^b (1995) | Defende que as funções executivas são compostas por quatro componentes: volição, planejamento, ação intencional e desempenho efetivo. |
| Teoria da Complexidade Cognitiva e Controle | Zelazo, Carter e Frye ^b (1997) | Apresenta a função executiva como um macroconstruto que envolve 4 fases da solução de problemas: representação, planejamento, execução e avaliação. Em 2002, Zelazo e Müller promovem uma atualização no modelo e sugeriram a classificação das FEs em processos “ <i>hot</i> ” - envolve aspectos motivacionais e emocionais, tais como julgamento moral, regulação do afeto e da motivação, e experiências de recompensa, por exemplo; e “ <i>cool</i> ” – envolve aspectos puramente cognitivos como raciocínio lógico e abstrato, MT, e planejamento, dentre outros. |
| | Miyake et al. ^b (2000) | Defende que as FEs são compostas por três processos básicos: inibição, atualização (memória de trabalho) e flexibilidade cognitiva. De acordo com esse modelo tais processos são parcialmente dissociáveis |
| | Diamond ^b (2006) | Em consonância como o modelo de Miyake et al (2000) esse modelo explica as funções executivas de três habilidades consideradas pela autora como básicas, a saber: memória de trabalho, controle inibitório de flexibilidade cognitiva. |
| Marcador Somático | Damásio (1994) | Apresenta uma visão socioafetiva das FEs ao defender que os estados somáticos afetivos, associados aos resultados antes da decisão, são utilizados na orientação de decisões futuras. Ou seja, caso em determinada situação um sujeito obtenha um resultado negativo, por exemplo, este influenciará uma tomada de decisão futura. |

Fontes: Baddeley & Hitch, 1974; Diamond, 2006; Miyake et al, 2000; Mourão Jr., & Melo, 2011; Purdy, 2011; Kluwe-Schiavon, Viola & Grassi-Oliveira, 2012; Stelzer, Mazzoni, & Cervigni, 2014; Marceu, Kelly & Solowij, 2017.).

¹ Nota. ^a Modelos que não abordam especificamente o tema Funções Executivas, porém são frequentemente referenciados na literatura por tratarem sobre funções associadas ao lobo frontal, o qual organiza e engloba as FEs.

^bEstes autores não nomearam seus modelos teóricos.

Estudos tem demonstrado a relevância das funções executivas para o desenvolvimento da teoria da mente, facilitando a capacidade de refletir e aprender com a experiência relevante (Benson, Sabbagh, Carlson, & Zelazo, 2013), para o processo de compreensão da leitura (Colé, Duncan, & Blaye, 2014; Cartwright, 2015; Cartwright, Coppage, Lane, Singleton, Marshall, & Bentivegna, 2016), assim como, para o desempenho da produção escrita e das habilidades matemáticas (Cantin, Gnaedinger, Gallaway, Hesson-McInnis, & Hund, 2016; Gonçalves, Viapiana, Sartori, Giacomoni, Stein, & Fonseca, 2017).

No que concerne ao desenvolvimento das funções executivas, a literatura aponta que estas surgem durante os primeiros anos de vida (Best & Miller, 2010; Dias & Seabra, 2013; Diamond, 2013), continuam a se fortalecer significativamente ao longo da infância e adolescência (Best & Miller, 2010), e prosseguem em desenvolvimento até início da vida adulta (Dias & Seabra, 2013).

Do ponto de vista neuroanatômico, grandes progressos estão sendo feitos na identificação das principais regiões cerebrais envolvidas no surgimento saudável das habilidades de funções executivas. Estas regiões incluem circuitos e sistemas que envolvem principalmente o córtex pré-frontal, todavia incluem ainda o córtex cingulado anterior, o córtex parietal e o hipocampo (Capilla, Maestú, Romero-Ayoso, & Campo, 2004). Não estando, portanto, estas habilidades, localizadas apenas em uma única região cerebral, mas sim distribuídas pelo cérebro.

O presente estudo se concentrou na avaliação da MT, especificamente em seu componente visuoespacial, e enfatizou o efeito dos aspectos motivacionais no desempenho deste. Para tal tomou por base o Modelo de Memória de Trabalho de Baddeley e Hitch (1974) e sua atualização Baddeley (2000) por este ser o modelo mais referenciado no meio científico dentre os diversos modelos que buscam explicar a memória de trabalho (Tirapu-Ustárroz, García-Molina, Luna-Lario, Roig-Rovira, & Pelegrín-Valero, 2008; Kluwe-Schiavon et al, 2012); e a Teoria de Complexidade Cognitiva e Controle de Zelazo et al (2002), uma vez que esta abrange o aspecto motivacional das FEs, o qual é considerado essencial no direcionamento de comportamentos orientados a metas (Kluwe-Schiavon et al, 2012). Embora tais modelos apresentem divergência no modo de explicar as FEs, trabalhados em conjunto fornecem uma visão ampla sobre o funcionamento executivo ao abarcar a interação entre memória de trabalho e os aspectos motivacionais relacionados a esta, permitindo, desta forma, uma explicação sobre FEs não limitada apenas a aspectos cognitivos.

Memória de Trabalho

O conceito de MT tem sido amplamente utilizado, estendendo-se da sua origem na psicologia cognitiva a diversas outras áreas da ciência cognitiva e da neurociência. O termo memória de trabalho foi cunhado em 1960 por Miller, Galanter e Pribam em seu livro clássico “*Plans and the Structure of Behavior*”. Em 1968, Atkinson e Shiffrin o utilizou em um de seus artigos mais influentes (*Human memory: A proposed system and its control processes*), e Baddeley e Hitch em 1974 o adotaram como título para o seu modelo multicomponente (Baddeley, 2010).

A MT refere-se ao sistema ou sistemas (Baddeley, 2010) de memória de capacidade limitada (Baddeley, 2000) que supostamente são necessários para manter informações em mente enquanto tarefas complexas tais como raciocínio, compreensão e linguagem, são executadas (Baddeley, 2010). Baddeley e Hitch (1974) demonstraram empiricamente a existência de um sistema de Memória de Trabalho composto por três componentes, os quais permitem que o humano compreenda e represente mentalmente seu ambiente imediato, retenha informações sobre sua experiência passada imediata, solucione problemas e aja de acordo com os seus objetivos atuais (Baddeley & Hitch, 1974). Esta desempenha também um papel crucial na codificação da Memória de Longo Prazo (MLP), (Baddeley & Logie, 1999).

De acordo com Baddeley e Hitch (1974) a MT é constituída pelo Executivo Central, o qual atua como um controlador atencional e gerenciador dos dados obtidos com a memória de longo-prazo; e por dois sistemas subsidiários: a) a Alça Fonológica, responsável pelo armazenamento e processamento de informações verbais, tendo sido estas apresentadas por via auditiva ou visual. Esta contém dois subcomponentes: o armazenador fonológico, que armazena informações verbais; e um mecanismo de reverberação, que resgata informações em declínio, as mantendo na memória de trabalho; e b) o Esboço Visuoespacial, o qual é responsável pelo processamento e armazenamento de informações referentes aos objetos e suas relações espaciais entre si. Por sua vez, esse se divide em dois subcomponentes: um armazenador temporário, envolvido na representação na consciência das características físicas dos objetos; e um mecanismo espacial, o qual possibilita ao indivíduo se localizar e planejar movimentos (Baddeley, 1974, 1992). (Figura 1). Este modelo oferece uma estrutura útil responsável por uma grande variedade de achados empíricos em MT (Baddeley & Logie, 1999).

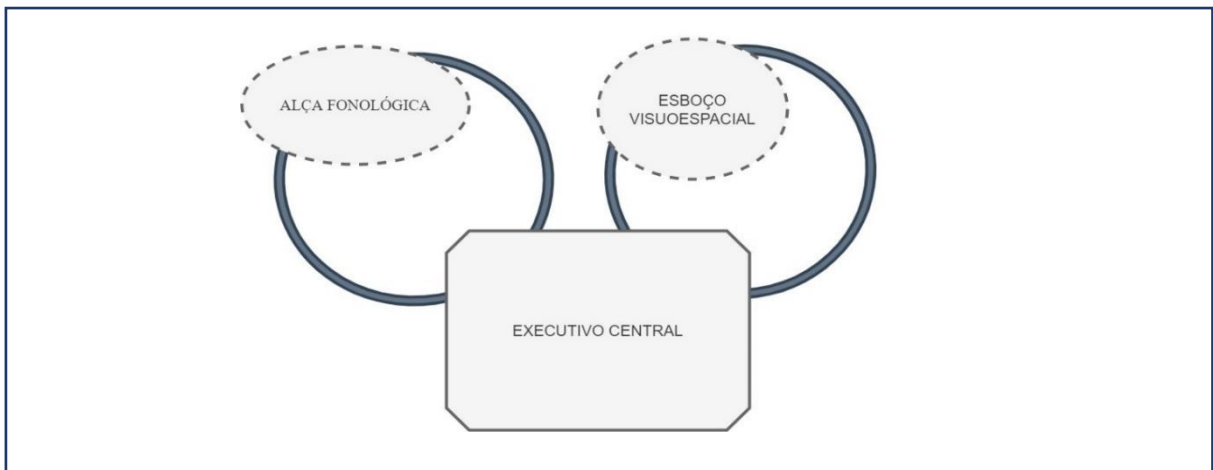


Figura 1. Modelo de Memória de Trabalho de Três Componentes

Fonte: Adaptada de Baddeley & Logie, 1999.

Com o objetivo de estabelecer um diálogo entre a MT e a de longo-prazo, no ano 2000, Baddeley fez uma atualização em seu modelo e acrescentou a este um quarto componente, o *Buffer* Episódico. Do mesmo modo dos três componentes do modelo de 1974, este consiste em um componente de armazenamento temporário e capacidade limitada, que é capaz de integrar informações de uma variedade de fontes e fornecer uma interface temporária entre a alça fonológica, o esboço visuoespacial e a memória de longo prazo. Supõe-se que este componente seja controlado pelo executivo central, sendo capaz de recuperar informações na forma de percepção consciente, de refletir sobre essas informações e, quando necessário, manipulá-las e codificá-las. O *Buffer* Episódico fornece não apenas um mecanismo para modular o ambiente, mas também cria representações cognitivas, que por sua vez podem facilitar a resolução de problemas (Baddeley, 2000). (Figura 2).

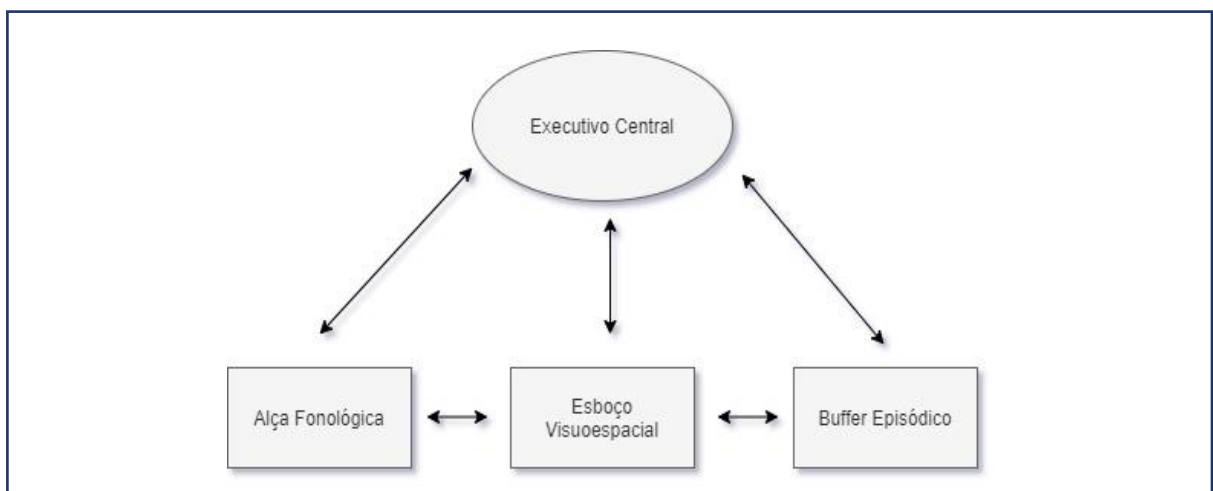


Figura 2. Modelo Atualizado de Memória de Trabalho

Fonte: Adaptada de Baddeley, 2000.

Substratos Neurais da Memória de Trabalho

O córtex pré-frontal, mais especificamente sua área dorsolateral, tem sido implicada no funcionamento da MT (Braver, Cohen, Nystrom, Jonides, Smith, & Noll, 1997; ver Zelazo & Müller, 2002; Curtis & D'Esposito, 2003; ver Zelazo, Qu & Müller, 2005), todavia estudos evidenciam ainda a participação de outras regiões cerebrais como o córtex cingulado anterior, o parietal (Capilla, et al., 2004) e o sistema límbico, em especial o hipocampo (Zelazo & Müller, 2002; Stretton, Winston, Sidhu, Centeno, Vollman, Bonelli, Symms, Koepp, Ducan, & Thompson, 2012; Gómez, Barriga-Paulino, Rodríguez-Martínez, Rojas-Benjumea, Arjona, & Gómez-González, 2017) no funcionamento desse processo cognitivo.

Do ponto de vista neurofisiológico, Goldman-Rakic (1995) demonstrou que a MT ocorre por intermédio de um fenômeno elétrico, no qual determinados grupos de neurônios permanecem disparando potenciais de ação durante alguns segundos, retendo temporariamente a informação, somente durante o tempo em que esta é necessária, extinguindo-a logo em seguida. Um corpo substancial de estudos científicos baseados em imageamento cerebral apoiam ainda a participação da neurotransmissão dopaminérgica na MT, por meio da ação desta no córtex pré-frontal (eg. Kimberg, Aguirre, Lease, & D'Esposito, 2001; Clark, Cool & Robbins, 2004; Landau, Lal, O'Neil, Baker, & Jagust, 2009; Bäckman, Karlsson, Fisher, Hakan, Karlsson, Brehmer, Rieckmann, MacDonald, Farde, & Nyberg, 2011).

Desenvolvimento da Memória de Trabalho

Uma vez que a habilidade de memória de trabalho está associada à ação e interação de inúmeras regiões cerebrais, seu desenvolvimento não pode ser considerado sem que seja levado em conta o desenvolvimento dessas regiões.

Neste sentido, Luciana e Nelson (1998) enfatizaram a participação de três processos no desenvolvimento dessa habilidade, sendo estes: a maturação estrutural das regiões específicas do cérebro, o refinamento de circuitos locais dentro dessas regiões, e a formação de redes neurais extensas e de grande escala que integrariam as interações entre diferentes circuitos locais. Tais autores apontaram ainda a possibilidade de que o processo de mielinização e maturação da substância branca contribua para melhorar a comunicação entre o córtex pré-frontal e diferentes regiões corticais e subcorticais subjacentes à memória de trabalho.

Outros estudos (e.g. Diamond, 2002; Gathercole, Pinckering, Ambridge, & Wearing, 2004; Diamond, 2013; Lesing & Elsner, 2018) por sua vez, demonstraram que a MT se desenvolve de forma rápida, sendo a primeira das funções executivas a se desenvolver, podendo ser observada em bebês a partir dos nove meses de idade, e que a capacidade de armazenamento e atualização dos seus três principais componentes (executivo central, alça fonológica e esboço

visuoespacial) aumenta de forma linear a partir dos quatro anos até a adolescência, vindo a declinar com o envelhecimento. Zelazo e Müller (2002) apontaram que este curso de desenvolvimento ocorre paralelo ao crescimento prolongado do córtex pré-frontal.

Mudanças comportamentais sinalizam esse precoce desenvolvimento da MT, Diamond (2002, 2006), assinalou que a partir dos 7 aos 9 meses de idade a criança desenvolve a capacidade de lembrar que mesmo que não consiga ver um brinquedo escondido sob um pano, ele ainda está lá, e aprende a colocar duas ações juntas em uma sequência, como por exemplo, levantar o pano e pegar o brinquedo; dos 9 aos 10 meses a criança pode realizar tarefas simples “meio para um fim” e planos de duas etapas; aos 3 anos de idade a criança é capaz de manter em mente duas regras e agir com base nestas, por exemplo, quadrado vai aqui, redondo vai lá; dos 4 aos 5 anos de idade a criança adquire a capacidade de lembrar de/ ou identificar um objeto, embora este se assemelhe a um outro, ou seja, mesmo diante de uma esponja que se assemelhe a uma pedra, ela identificará a esponja; dos 5 aos 16 anos a criança torna-se capaz de pesquisar diferentes locais, lembrar-se de que algo foi encontrado, e então explorar outros locais.

No que concerne as mudanças que ocorrem na MT na vida adulta, existem relativamente poucos dados (Eriksson, Vogel, Lansner, Bergström, & Nyberg, 2015). No entanto, Nyberg, Andersson, Kauppi, Lundquist, Persson, Pudas e Nilsson (2014) indicaram que há uma estabilidade no desempenho da memória de trabalho entre 20 e 50 anos e posteriormente um aparente declínio linear dos 55-60 anos aos 75-80 anos. Deste modo, pode ser observado que o desenvolvimento da MT muda ao longo da vida útil com uma trajetória em forma de U invertido (∩) (Erikson et al, 2015).

Motivação

Ao observar a trajetória de desenvolvimento da MT pode-se verificar que a capacidade desse sistema de memória varia entre indivíduos diferentes e dentro do mesmo indivíduo. Estudos apontam que apesar de limitada, a capacidade da memória de trabalho não é fixa (Klinberg, 2012), e sofre influência de inúmeros fatores, um destes é a motivação (eg. Kawasaki & Yamagushi, 2013).

Motivação pode ser definida como uma “força que compele um comportamento a acontecer” (Bear, Connors, & Paradiso, 2008), é um ímpeto ou inspiração para agir (Ryan & Deci, 2000). Esta pode ser classificada como: a) Intrínseca – a qual envolve a realização de uma atividade devido a satisfações inerentes a esta, ou seja, a pessoa age pela diversão ou pelo desafio envolvido na atividade; e b) Extrínseca – que se refere a realizar uma tarefa porque isso conduz a um resultado gratificante (Ryan & Deci, 2000), este tipo de motivação concentra-se na oferta de recompensas para direcionar e controlar um determinado comportamento. Um

indivíduo motivado apresenta resultados positivos, como maior esforço, persistência e melhor desempenho (Buckley & Doyle, 2016).

Nessa perspectiva, o presente estudo focou na relação entre motivação extrínseca e memória de trabalho, com vistas a compreender o efeito desencadeado pela motivação por recompensa no funcionamento desse sistema de memória.

Motivação por Recompensa e Memória de Trabalho

A memória de trabalho e o processamento de recompensas são funções essenciais na vida cotidiana. Grande parte das tarefas do dia a dia envolve a integração ativa ou a segregação desses dois tipos de informações. Por exemplo, durante a tomada de decisões, precisamos manter as informações em mente e integrá-las com informações relacionadas à recompensa (Fallon & Cools, 2014).

Sobre o efeito da recompensa, Louie, Grattan, e Glimcher, (2011) apontaram que a recompensa é um fator importante no comportamento direcionado por metas. Sendo esta importante para o aumento da saliência motivacional de um estímulo e, conseqüentemente, para atração de mais atenção para este (Anderson, Laurent & Yantis, 2011). Consistindo assim em um fator que pode contribuir para um melhor desempenho da memória de trabalho.

Estudos tem demonstrado que as regiões cerebrais relacionadas a memória de trabalho são influenciadas pela motivação quando a recompensa é esperada (Taylor, Welsh, Wagner, Phan, Fitzgerald, & Gehring, 2004; Krawczyk, Gazzaley, & D'Esposito 2007; Beck, Locke, Savine, Jimura, & Braver, 2010; Mason, Farrel, Howard-Jones, & Ludwig, 2017). Krawczyk, et al., 2007 revelaram que a motivação por recompensa pode exercer um papel crucial na condução do desempenho em regiões frontais envolvidas na MT, bem como em regiões visuais de associação seletivas ao processamento das entradas perceptivas dos itens a serem lembrados. Beck et al., 2010 observaram ativações no CPF dorsolateral, no cíngulo anterior e no córtex parietal durante a execução de tarefas de MT que envolviam a apresentação de incentivos.

E em um estudo mais recente, Mason, et al., 2017 apontaram mudanças em áreas como a tegmentar ventral (ATV), o estriado ventral, o córtex frontal e a amígdala em resposta a recompensas e sugestões de previsão de recompensa. A participação do circuito frontoestriatal foi também sugerida no processamento da memória de trabalho, com o processamento de recompensas associado ao estriado ventral, enquanto a memória de trabalho mostrou envolver, entre outras regiões, o córtex pré-frontal lateral e o estriado dorsal. Apesar dessa aparente segregação, a organização anatômica do circuito frontoestriatal oferece várias oportunidades de interação entre recompensa e memória de trabalho (Fallon & Cools, 2014).

No entanto, embora a literatura científica aponte para a possibilidade de interação entre esses dois processos cognitivos, os estudos que abordam essa temática deixam lacunas relacionadas a forma como ocorre a interação entre as áreas cerebrais envolvidas nesses dois processos cognitivo, e com relação a influência da motivação por recompensa no desempenho da memória de trabalho visuoespacial infantil, tais como: Como as áreas cerebrais envolvidas no processamento da recompensa e da memória de trabalho se comunicam? Há diferentes modos de comunicação relacionados ao estado desenvolvimental no qual encontra-se o sujeito? O efeito da recompensa sobre a sua memória de trabalho visuoespacial apresenta variações de acordo com a idade da criança? Variações nos níveis motivacionais refletiriam em variações no desempenho desse sistema de memória na população infantil?

Nesse contexto, a presente dissertação buscou investigar como ocorre a nível neural a interação entre motivação por recompensa e memória de trabalho; bem como analisar o efeito desta no desempenho da memória de trabalho visuoespacial de crianças. Com o propósito de abarcar tais objetivos foram conduzido dois estudos, os quais encontram-se nos capítulos subsequentes.

CAPÍTULO II

Substratos neurais da influência da motivação por recompensa na memória de trabalho: Uma revisão integrativa

RESUMO

A presente revisão focou em como a motivação por recompensa e a memória de trabalho se integram a nível neural promovendo um melhor desempenho desse sistema de memória. Foram analisados estudos empíricos, que envolveram técnicas de neuroimagem, e publicados nos últimos 15 anos. As buscas foram realizadas nas bases de dados Pubmed, Pepsiq e ScienceDirect e na biblioteca virtual de dados científicos Portal Periódicos Capes. Foram utilizados os descritores “working memory”, “memory, short-term”, “limbic system”, “neuroimaging” e “motivation”; e as palavras-chave “reward circuit” e “memory circuit”. Os resultados encontrados sugeriram que a motivação por recompensa influencia o desempenho da MT através de três modos distintos de comunicação cerebral que ocorrem no Córtex Pré-Frontal (CPF), a saber: (1) através da comunicação entre as regiões que formam o CPF do cérebro, com a região orbitofrontal a enviar informações motivacionais para a região dorsolateral, (2) por meio da ligação dinâmica funcional entre atividades teta e beta frontais, a qual facilitaria aumentos na capacidade da memória de trabalho visual (MTV), e (3) através da ação modulatória da dopamina nos circuitos de memória de trabalho.

Palavras-chave: Memória de trabalho, motivação, recompensa

ABSTRACT

This review focused on how reward motivation and working memory are integrated at the neural level, promoting a better performance of this memory system. Empirical studies, involving neuroimaging techniques, and published in the last 15 years were analyzed. The searches were carried out in the PubMed, Pepsiq and ScienceDirect databases and in the virtual scientific data library Portal Periódicos Capes. The descriptors “working memory”, “memory, short-term”, “limbic system”, “neuroimaging” and “motivation” were used; and the keywords “reward circuit” and “memory circuit”. The results found suggested that reward motivation

influences TM performance through three distinct modes of cerebral communication that occur in the Pre-Frontal cortex (CPF), namely: (1) through communication between the regions that make up the CPF of the brain, with the orbitofrontal region sending motivational information to the dorsolateral region, (2) through the dynamic functional link between frontal theta and beta activities, which would facilitate increases in visual working memory (MTV) capacity, and (3) through the modulatory action of dopamine in working memory circuits.

Keywords: Working memory, motivation, reward.

INTRODUÇÃO

Processos executivos e motivação são componentes que determinam comportamentos direcionados a objetivos (Zelazo & Müller, 2002; Szatkowska, Bogorodzki, Wolak, Marchewka, & Szeszkowski, 2008; Pessoa & Engemann, 2010; Kimberly & Braver, 2014; Bahlmann, Aarts, & D'Esposito, 2015; Botvinick & Braver, 2015; Etzel, Cole, Zacks, Kay, & Braver, 2015; Yee, & Braver, 2018), e a interação entre esses processos cognitivos pode ocorrer na região frontal medial e lateral do cérebro (Gilbert & Fiez, 2004; Bahlmann et al., 2015). Uma das teorias mais influentes sobre a interação entre processos motivacionais e executivos é o modelo de Complexidade Cognitiva e Controle de Zelazo e Müller (2002). Este ressalta a importância de se considerar o aspecto motivacional nos comportamentos direcionados a metas e destaca a participação de regiões frontais do cérebro nesse processo.

O modelo de complexidade cognitiva e controle sugere a classificação dos processos executivos em processos “cool” (frios) e “hot” (quentes). Os primeiros foram classificados como processos que não envolvem excitação emocional e incluem os aspectos lógicos e cognitivos, como o raciocínio lógico e abstrato, planejamento, resolução de problemas e memória de trabalho; estando estes associados ao córtex pré-frontal dorsolateral. Em contrapartida, os processos “quentes” são referidos como sendo relacionados aos aspectos emocionais, crenças e volições, estando aí inclusos a experiência de recompensa e punição, a teoria da mente, o julgamento moral, interpretações pessoais e a regulação do afeto, da motivação e do próprio comportamento social, bem como a tomada de decisão. Esses componentes foram relacionados ao córtex pré-frontal orbitofrontal e ventromedial (Zelazo & Müller, 2002). Embora não adentre profundamente em questões neuronais, o modelo proposto por Zelazo e Müller, pressupõe a ocorrência de uma conexão entre processos motivacionais e executivos, por meio da comunicação entre áreas cerebrais a eles associadas.

Em consonância com esses pressupostos acredita-se que a disponibilidade ou perspectiva de recompensa pode ter efeitos benéficos nos processos executivos (Pessoa, & Engemann, 2010), como a memória de trabalho (Gong & Li, 2014; Hammer, Tennekoon, Cooke, Gayda, Stein & Booth, 2015; Infanti, Hickey & Turatto, 2015; Klink, Jeurissen, Theeuwes, Denys, & Roelfsema, 2017), por exemplo, podendo vir a contribuir para um melhor desempenho desse sistema de memória.

Esta crença deriva do fato da recompensa ser considerada um componente central para promover a aprendizagem baseada em incentivos, respostas apropriadas aos estímulos e o desenvolvimento de comportamentos direcionados a objetivos (ver Haber, 2017). Ela atua como um reforço positivo, o qual aumenta o controle proativo, ou seja, o controle preparatório

que objetiva evitar conflitos e otimizar o desempenho da tarefa através da ativação sustentada de informações relevantes à esta (Laudecer, Schlund, & Segreti, 2018).

Nessa perspectiva um recente desenvolvimento teórico em neurociência cognitiva - a estrutura de Controle Cognitivo Baseado em Valor (VBCC), (Westbrook, & Braver, 2015) - sugere que a apresentação de incentivos de recompensa aumenta o valor motivacional do controle cognitivo, o que se traduz diretamente em um aumento no impulso de ativação nas redes de controle frontoparietais que são conhecidas por serem críticas para a função de MT (Westbrook & Braver, 2016).

Todavia, embora exista evidências de que a motivação por recompensa pode modular o desempenho da MT, os mecanismos neurais pelos quais essa função é influenciada permanecem pouco compreendidos. Nesse contexto, a presente revisão integrativa teve o propósito de investigar como ocorre a relação dinâmica entre MT e motivação por recompensa, bem como analisar se esta relação influencia, por conseguinte, o desempenho da MT.

MÉTODO

O presente estudo consistiu em uma revisão integrativa da literatura, planejada para responder à seguinte pergunta de pesquisa: Como a ocorrência ou a previsão de recompensa ativa os circuitos neurais da memória de trabalho?

O levantamento bibliográfico abarcou publicações indexadas nas bases de dados eletrônicas PubMed, Pepsiq e Science Direct, e na biblioteca virtual Portal Periódicos Capes. Optou-se por incluir apenas estudos empíricos em humanos, escritos em inglês e português, publicados nos últimos 15 anos. Inicialmente o período foi taxado em 5 anos, porém devido à escassez de estudos relacionados ao tema pesquisado, esse período foi aumentado gradativamente até o limite acima estabelecido.

As buscas foram realizadas boleano com “AND” os descritores “working memory”, “memory, short-term”, “limbic system”, “neuroimaging” e “motivation”; e as palavras-chave “reward circuit” e “memory circuit”. Foram excluídos estudos que não utilizaram métodos de neuroimagem, estudos com animais, estudos com mais de 15 anos de publicação, em duplicidade, e estudos de revisão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi encontrado um total de 6.480 artigos, todos em língua inglesa. Após a análise inicial para atender aos critérios de elegibilidade, a saber, seleção por ano (5, 10 e 15 anos) e tipo de artigo (estudos empíricos) 2.750 artigos foram selecionados. Após leitura por títulos, resumos,

e obra completa 2.696 destes artigos foram excluídos por não abordarem a relação investigada, ou consistirem em estudos repetidos ou não utilizarem técnicas de neuroimagem em sua metodologia. Por fim, 54 artigos foram lidos na íntegra e incluídos no escopo desta revisão.

A partir da análise desses artigos, observou-se que um número considerável de pesquisas investigou as bases neurais da motivação (eg. Krawczyk, Gazzaley, & D'Esposito, 2007; Westbrook & Braver, 2016), da recompensa (eg. Bunzeck, Guitart-Masip, Dolan, & Düzel, 2011; Apitz & Bunzeck, 2014; Glazera, Kelley, Pornpattananangkul, Mittal, & Nusslock, 2018; Haber, 2017; Fisher, Ellwood-Lowe, Colich, Cichocki, Ho, & Gotlib, 2019) e da memória de trabalho (eg. Szatkowska, Bogorodzki, Wolak, Marchewka, & Szeszkowski 2008; ver Bäckman, Karlsson, Fischer, Karlsson, Brehmer, Rieckmann, MacDonald, Farde, & Nyberg, 2011). Estas investigaram as áreas cerebrais envolvidas em cada um desses processos cognitivos, porém ignoraram como ocorre e/ou os efeitos da interrelação entre tais processos.

Uma grande quantidade de estudos considerou ainda os substratos neurais dos efeitos da motivação por recompensa nos processos de controle atencional (Small, Gitelman, Simmons, Bloise, Parrish, & Mesulam, 2005; ver Pessoa, 2009; Hickey, Chelazzi & Theeuwes, 2010; Padmala & Pessoa, 2011; Stoppel, Boehler, Strumpf, Heinze, Hopf, & Schoenfeld, 2011; Theeuwes, & Belopolsky, 2012; Chelazzi, Perlato, Santandrea, & Libera, 2013), da memória de longo prazo (Wittmann, Schott, Guderian, Frey, Heinze, & Düzel, 2005; ver Wolosin, Zeithamova, & Preston, 2012; Murty & Adcock, 2013) e de controle cognitivo (Locke & Braver, 2008; ver Braem, Verguts, Roggeman, & Notebaert, 2012).

Ademais, foram escassos os estudos encontrados que investigaram de forma direta como ocorre neurologicamente a influência da motivação por recompensa no desempenho da MT. Estes consistiram em três estudos, sendo dois estudos empíricos e um estudo de revisão, os quais apresentaram explicações distintas sobre como ocorre esse tipo de interação. Não foram encontrados estudos sobre como ocorre interação, a nível cerebral, entre memória de trabalho e motivação por recompensa na população infantil. Os principais resultados retratados são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1

Apresentação dos principais resultados encontrados sobre como a motivação por recompensa modula o funcionamento da MT

| Banco de dados de Procedência | Título do Artigo | Autores | Periódico (vol., nº, pág., ano) | Explicação Apresentada |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PubMed | The effect of motivation on working memory: An fMRI and SEM study | Szatkowska, Borogodzki, Wolak, Marchewka e Szeszski. | Neurobiology of Learning and Memory, 90 (2), 475-478, 2008. | A influência da motivação por recompensa na MT ocorre através da comunicação entre as áreas cerebrais dorsolateral esquerda e orbitofrontal do córtex pré-frontal. |
| PubMed | Frontal theta and beta synchronizations for monetary reward increase visual working memory capacity | Kawasaki e Yamaguchi | Social Cognitive and Affective Neuroscience, 8(5); 523-530; 2013 | Oscilações frontais teta (6Hz) e beta (24 Hz) se integram dinamicamente e contribuem para o aumento da capacidade da MTV por meio de sincronizações de fase durante a manutenção da MTV motivada. |
| ScienceDirect | Dopamine Does Double Duty in Motivating Cognitive Effort | Westbrook e Braver | Neuron Review, 89(4); 695-710; 2016. | A DA tônica age diretamente no CPF influenciando a estabilidade do conteúdo da memória de trabalho, enquanto o efluxo de DA fásica no estriado possibilita a atualização baseada em valor do conteúdo da memória de trabalho. |

Acredita-se que, embora limitados, os resultados apresentados abarcaram o objetivo proposto por esta revisão, uma vez que analisam como ocorre, a nível neural, a influência da motivação por recompensa no funcionamento da MT. Os estudos encontrados foram unânimes ao apontar a área frontal do cérebro como uma região fundamental para a ocorrência desse processo, corroborando, desta forma, o preconizado pelo modelo de Complexidade Cognitiva e Controle de Zelazo e Müller (2002) no que se refere a participação dessa região cerebral na comunicação entre processos executivos e motivacionais.

Nessa perspectiva, destaca-se os resultados trazidos por Szatkowska et al., (2008) os quais evidenciaram que a ocorrência de comunicação entre áreas pré-frontais dorsolateral e

orbitofrontal atuaria na influência que a motivação por recompensa exerce na memória de trabalho. Estes usaram fMRI e SEM para investigar a conectividade efetiva entre regiões pré-frontais enquanto os sujeitos executavam uma tarefa 2-back de memória de trabalho e uma tarefa simples de vigilância (0-back) como controle, e observaram interações entre as regiões do córtex pré-frontal orbitofrontal e do córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo, sugerindo a influência motivacional na MT. Na visão dos referidos autores, o sinal que modula as atividades do córtex dorsolateral origina-se em áreas do córtex orbitofrontal que, supõem-se, fornecerem um valor contextual à tarefa em andamento.

Em consonância com tais estudos, Kawasaki e Yamaguchi (2013) demonstraram a contribuição das ondas cerebrais teta e beta frontais para o progresso da memória de trabalho em contextos motivacionais gratificantes. Ao investigarem a relação dinâmica entre a MTV e atividades cerebrais relacionadas à recompensa usando dados de eletroencefalograma obtidos durante uma tarefa de resposta atrasada de incentivo monetário, Kawasaki et al., (2013) demonstraram que as amplitudes frontais do teta (6 Hz) aumentaram durante os períodos de atraso e se correlacionaram positivamente com a capacidade MTV, indicando envolvimento de sincronizações locais do teta neste sistema de memória, ao passo que as atividades beta frontais (24 Hz) foram identificadas como atividades relacionadas à recompensa, uma vez que as amplitudes do período de atraso se correlacionaram com o aumento da capacidade da MTV entre as condições de alta recompensa e ausência de recompensa. De acordo com os autores, esses achados indicam que a ligação dinâmica funcional entre atividades teta relacionadas à MTV e atividades beta relacionadas à recompensa nas regiões frontais exerce um papel integral na facilitação de aumentos na capacidade da MTV.

Em conformidade com os achados anteriores sobre a participação da área pré-frontal como uma região cerebral central a interação recompensa-MT, os resultados apresentados por Westbrook e Braver (2016) destacaram a participação do neurotransmissor dopamina (DA) como atuante nesse processo de interação. De acordo com estes a DA tônica influencia a estabilidade do conteúdo da memória de trabalho por ação direta no CPF, enquanto o efluxo de DA fásica no estriado possibilitaria a atualização baseada em valor do conteúdo da memória de trabalho. Tal argumento destaca o papel da dopamina como um neuromodulador essencial nas interações motivação-cognição (Aarts, Roelofs, Franke, Rijpkema, Fernández, Helmich, & Cools, 2010; ver Krebs, Boehler, Roberts, Song, & Woldorff, 2012; Yee, & Braver, 2018). Sendo consistente ainda com a sugestão de Adcock, Thangavel, Whitfield-Gabrieli, Knutson e Gabrieli (2006) de que motivação por recompensa promove a formação da memória via liberação de dopamina. Ressalta-se que apesar de consistir em um estudo de revisão, e não responder diretamente à questão abordada pela presente pesquisa, o estudo conduzido por

Westbrook e Braver (2016) foi incluído nesta revisão pelo fato de seus autores descreverem como a dopamina modula funcionalmente os circuitos da memória de trabalho diante de estímulos afetivos.

Em suma, observa-se que embora as descobertas acima forneçam evidências de que a recompensa pode promover a comunicação entre as regiões cerebrais envolvidas no processamento motivacional e da MT, e assim modular o desempenho desta, estas não são unânimes em explicar como ocorre esse processo. Todavia, tomadas em conjunto tais evidências sugerem que a motivação por recompensa influencia o desempenho da MT por meio da interação de múltiplos substratos neurais, a saber: (1) através da comunicação entre as regiões que formam o CPF do cérebro, com a região orbitofrontal a enviar informações motivacionais para a região dorsolateral, (2) por meio da ligação dinâmica funcional entre atividades teta e beta frontais, a qual facilitaria aumentos na capacidade da MTV, e (3) através da ação modulatória da dopamina em áreas cerebrais envolvidas no funcionamento da MT.

Como tal, é possível que, juntos, esses modos de comunicação possibilitem a chegada de informações motivacionais a regiões cerebrais envolvidas na MT e, por conseguinte, modulem o seu desempenho; podendo um ou mais desses modos de comunicação estar agindo em um determinado momento. Todavia, essa hipótese nunca foi testada, e por esse motivo análises devem ser realizadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A literatura aponta que memória de trabalho e motivação são componentes cognitivos interrelacionados. O presente estudo confirmou essa interação e apresentou três diferentes modos pelos quais a motivação por recompensa pode afetar o desempenho da MT, a nível neural. No entanto, a investigação sobre os substratos neurais por meio dos quais esse processo ocorre continua sendo um desafio para a pesquisa em neurociências, com questões relacionadas ao tema ainda a estar em aberto, tais como: Há ativação e comunicação múltipla entre modos de interação apresentados por essa revisão? O(s) modo(s) de interação mudam ao longo da vida, sendo afetado pelo nível de desenvolvimento cerebral do indivíduo? Existe interação em outras regiões cerebrais associadas à memória de trabalho além do CPF?

Dessa forma, dada a relevância da memória de trabalho para o raciocínio, a compreensão, a aprendizagem e a linguagem de crianças e adultos, a compreensão dessas questões faz-se de suma importância, visto que o desenvolvimento e ampliação de conhecimentos sobre como melhorar o desempenho da MT pode gerar um impacto positivo no desempenho de tais atividades cognitivas, e promover mudanças impactantes na visão atual sobre dificuldades de aprendizagem na infância, bem como podem vir a impactar o desempenho

de outras funções cognitivas, como o controle inibitório e a flexibilidade cognitiva, por exemplo, uma vez que tal função é considerada precursora das demais (Diamond, 2013), sendo estas consideradas indissociáveis na determinação de comportamentos direcionados a metas (Miyake et al., 2000).

REFERÊNCIAS

- Adcock, R. A., Thangavel, A., Whitfield-Gabrieli S., Knutson, B., & Gabrieli, J. de (2006). Reward-Motivated Learning: Mesolimbic Activation Precedes Memory Formation. *Neuron*. 50(3), 507-517. Doi: 10.1016/j.neuron.2006.03.036.
- Aarts, E., Roelofs, A., Franke, B., Rijpkema, M., Fernández, G., Helmich, R.C., & Cools, R. (2010). Striatal Dopamine Mediates the Interface between Motivational and Cognitive Control in Humans: Evidence from Genetic Imaging. *Neuropsychopharmacology*. 35 (9), 1943-1951. Doi: 10.1038/npp.2010.68.
- Apitz, T., & Bunzeck, N. (2014). Early Effects of Reward Anticipation Are Modulated by Dopaminergic Stimulation. *PLoS One*. 9(10), 1–11. Doi: 10.1371/journal.pone.0108886.
- Baddeley, A.D., & Hitch, G.J. (1974) Working memory. *Psychology of Learning and Motivation*. 8,47–89. Doi: 10.1016/S0079-7421(08)60452-1.
- Baddeley, A. D. (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. D., & Logie, R. H. (1999). The Multiple-Component Model. In A. Miyake & P. Shah (Eds), *Models of Working memory: Mechanisms os active maintenace na executice control* (p.28-61). *Cambridge University Press*. Doi: 10.1017/CBO978113917-4909.005.
- Baddeley, A. (2010). Working Memory. *Current Biology*. 20 (4), 136-140. Doi: 10.1016/j.cub.2009.12.014.
- Bäckman, L., Karlsson, S., Fischer, H., Karlsson, P., Brehmer, Y., Rieckmann, A., MacDonald, S. W. S., Farde, L., & Nyberg, L. (2011). Dopamine D1 receptors and age differences in brain activation during working memory. *Neurobiology of Aging*. 32 (10), 1849-1856. Doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2009.10.018.
- Botvinick, M., & Braver, T. (2015). Motivation and cognitive control: From behavior to neural mechanism. *Annual Review of Psychology*, 66, 83–113. Doi: 10.1146/annurev-psych-010814-015044.
- Braem, S., Verguts, T., Roggeman, C., & Notebaert, W. (2012). Reward modulates adaptations to conflict. *Cognition*. 125 (2), 324-332. Doi: 10.1016/j.cognition.2012.07.015.

- Bunzeck, N., Guitart-Masip, M., Dolan, R. J., & Düzel, E. (2011). Contextual Novelty Modulates the Neural Dynamics of Reward Anticipation. *Journal of Neuroscience*. 31 (36), 12816-12822. Doi: 10.1523/JNEUROSCI.0461-11.2011.
- Camara, E., Antoni Rodriguez-Fornells, A., Ye, Z., & Münte, T. F. (2009). Reward networks in the brain as captured by connectivity measures. *Frontiers in Neuroscience*. 3(3), 350-362. Doi: 10.3389/neuro.01.034.2009.
- Chelazzi, L., Perlato, A., Santandrea, E., & Libera, C. D. (2013). Rewards teach visual selective attention. *Vision Research*. 85, 58-72. Doi: 10.1016/j.visres.2012.12.005.
- 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.
- Etzel, J. A., Cole, M.W., Zacks, J.M., Kay, K. N., & Braver, T. S. (2015). Reward Motivation Enhances Task Coding in Frontoparietal Cortex. *Cerebral Cortex*. 26 (4), 1647 – 1659. Doi: 10.1093/cercor/bhu327.
- Fisher, A. S., Ellwood-Lowe, M. E., Colich, N. L., Cichocki, A., Ho, T. C., & Gotlib, I. H. (2019). Reward-circuit biomarkers of risk and resilience in adolescent depression. *Journal of Affective Disorders*. 246 (2019), 902–909. Doi: 10.1016/j.jad.2018.12.104.
- Geddes, M. R., Mattfeld, A. T., de los Angeles, C., Keshavan, A., & Gabrieli, J. D. E. (2018). Human aging reduces the neurobehavioral influence of motivation on episodic memory. *NeuroImage*. 171 (2018), 296–310. Doi: 10.1016/j.neuroimage.2017.12.053.
- Gilbert, A. M., & Fiez, J. A. (2004). Gilbert, A.M., Fiez, J.A. Integrating rewards and cognition in the frontal cortex. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*. 4, 540–552. Doi: 10.3758/CABN.4.4.540.
- Glazera, J. E., Kelley, N. J., Pornpattananangkul, N., Mittal, V. A., & Nusslock, R. (2018). Beyond the FRN: Broadening the time-course of EEG and ERP components implicated in reward processing. *International Journal of Psychophysiology*. 132 (2018), 184–202. Doi: 10.1016/j.ijpsycho.2018.02.002.
- Gleich, T., Lorens, R. C., Gallinat, J., & Kühn, S. (2017). Functional changes in the reward circuit in response to gaming-related cues after training with a commercial video game. *NeuroImage*. 152 (2017), 467-475. Doi: 10.1016/j.neuroimage.2017.03.032
- Gómez, C. M., Barriga-Paulino, C. I., Rodríguez-Martínez, E. I., Rojas-Benjumea, M. A., Arjona, A., & Gómez-González, J. (2017). The neurophysiology of working memory development: from childhood to adolescence and young adulthood. *Reviews in the Neurosciences*. 29 (3), 261-282. Doi: 10.1515/revneuro-2017-0073.

- Gong, M., & Li, Sheng. (2014). Learned reward association improves visual working memory. *Journal of experimental psychology. Human perception and performance*. 40(2), 841-56. Doi: 10.1037/a0035131.
- Haber, S. N. (2017). Anatomy and connectivity of the reward circuit. In J.-C. Dreher & L. Tremblay (Eds.), *Decision neuroscience: An integrative perspective* (p. 3–19). Elsevier Academic Press. Doi: 10.1016/B978-0-12-805308-9.00001-4
- Hammer, R., Tennekoon, M., Cooke, G. E., Gayda, J., Stein, M., & Booth, J. R. (2015). Feedback associated with expectation for larger-reward improves visuospatial working memory performances in children with ADHD. *Developmental cognitive neuroscience*. 14, 38-49. Doi: 10.1016/j.dcn.2015.06.002.
- Hickey, C., Chelazzi, L., & Theeuwes, J. (2010). Reward Changes Saliency in Human Vision via the Anterior Cingulate. *Journal of Neuroscience*. 30 (33), 11096-11103. Doi: 10.1523/JNEUROSCI.1026-10.2010.
- Infanti, E., Hickey, C., & Turrato, M. (2015) Reward associations impact both iconic and visual working memory. *Vision research*. 107, 22-9. Doi: 10.1016/j.visres.2014.11.008.
- Jimura, K., Locke, H. S., & Braver, T. S. (2010). Prefrontal cortex mediation of cognitive enhancement in rewarding motivational contexts. *PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(19), 8871–8876. <https://doi.org/10.1073/pnas.1002007107>
- Jones, Gözenman e Berryhill (2015). The strategy and motivational influences on the beneficial effect of neurostimulation: A tDCS and fNIRS study. *NeuroImage*, 105 (2015), 238-247. Doi: 10.1016/j.neuroimage.2014.11.012.
- Jones, K. T., Peterson, D. J., Blacker, K. J., & Berryhill, M. E. (2017). Examining the interaction between cognitive control and reward sensitivity in substance use dependence. *Drug and Alcohol Dependence*, 166 (2016), 235 - 242. Doi: 10.1016/j.drugalcdep.2016.07.020.
- Kimberly, S. C., & Braver, T. S. (2014). Dissociable influences of reward motivation and positive emotion on cognitive control. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*. 14 (2), 509–529. Doi: 10.3758/s13415-014-0280-0.
- Kawasaki, M., & Yamaguchi, Y. (2013). Frontal theta and beta synchronizations for monetary increase visual working memory capacity. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*. 8 (5), 523 – 530. Doi: 10.1093/scan/nss027.
- Klink, P. C., Jeurissen, D., Theeuwes, J., Denys, D., & Roelfsema, P. R., (2017). Working memory accuracy for multiple targets is driven by reward expectation and stimulus contrast with different time-courses. *Scientific Reports*. 7(1), 1-13. Doi:10.1038/s41598-017-08608-4.

- Krawczyk, D. C., Gazzaley, A., & D'Esposito, M. (2007). Reward modulation of prefrontal and visual association cortex during an incentive working memory task. *Brain Research*. 1141, 168-177. Doi: 10.1016/j.brainres.2007.01.052.
- Krebs, R. M., Boehler, C. N., Roberts, K. C., Song, A.W., & Woldorff, M.J. (2012). The Involvement of the Dopaminergic Midbrain and Cortico-Striatal-Thalamic Circuits in the Integration of Reward Prospect and Attentional Task Demands. *Cerebral Cortex*. 22 (3), 607–615. Doi: 10.1093/cercor/bhr134.
- Li, C-W., Chen, J-H., & Tsai, C-G. (2015). Listening to music in a risk-reward context: The roles of the temporoparietal junction and the orbitofrontal/insular cortices in reward-anticipation, reward-gain, and reward-loss. *Brain Research*. 1629(2015), 160-170. Doi: 10.1016/j.brainres.2015.10.024.
- Liu, X., Hairston, J., Schrier, M., & Fan, J. (2011). Common and distinct networks underlying reward valence and processing stages: A meta-analysis of functional neuroimaging studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 35 (5), 1219-1236. Doi: 10.1016/j.neubiorev.2010.12.012.
- Locke, H. S., & Braver, T. S. (2008). Motivational influences on cognitive control: Behavior, brain activation, and individual differences. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*. 8, 99-112. Doi: 10.3758/CABN.8.1.99.
- Mas-Herrero, E., Ripollés, P., HajiHosseini, A., Rodríguez-Fornells, A., & Marco-Pallarés, J. (2015). Beta oscillations and reward processing: Coupling oscillatory activity and hemodynamic responses. *NeuroImage*. 119, 13-19. Doi: 10.1016/j.neuroimage.2015.05.095.
- Massar, S. A. A., Libedinsky, C., Weiyan, C., Huettel, S. A., & Chee, M.W. L. (2015). Separate and overlapping brain areas encode subjective value during delay and effort discounting. *Neuroimage*. 120 (2015), 104-113. Doi: 10.1016/j.neuroimage. 2015.06.080.
- McNab, F., & Klingberg, T. (2008). Prefrontal cortex and basal ganglia control access to working memory. *Nature Neuroscience*, 11, 103-107. Doi: 10.1038/nn2024.
- Miendlarzewsk, E. A., Bavelier, D., & Schwartz, S. (2015). Influence of reward motivation on human declarative memory. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. 61 (2016), 156–176. Doi: 10.1016/j.cognition.2012.07.018.
- Miyake, A., Friedman, N.P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., & Howert, A. (2000). The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex “Frontal Lobe” Tasks: A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology*. 41, 49–100. Doi: 10.1006/cogp.1999.0734.

- Murty, V. P., & Adcock, A. (2013). Enriched Encoding: Reward Motivation Organizes Cortical Networks for Hippocampal Detection of Unexpected Events. *Cerebral Cortex*, 24(8), 2160–2168. Doi: 10.1093/cercor/bht063.
- O’Railly, R. C., & Frank, M. J. (2006). Making Working Memory Work: A Computational Model of Learning in the Prefrontal Cortex and Basal Ganglia. *Neural Computation*. 18 (2), 283-328. Doi: 10.1162/089976606775093909.
- Padmala, S., & Pessoa, L. (2011). Reward Reduces Conflict by Enhancing Attentional Control and Biasing Visual Cortical Processing. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 23 (11), 3419-3432. Doi: 10.1162/jocn_a_00011.
- Pessoa, L. (2009). How do emotion and motivation direct executive control? *Trends in Cognitive Science*. 13(4), 160-166. Doi: 10.1016/j.tics.2009.01.006.
- Pessoa, L., & Engelmann, J. B. (2010). Embedding reward signals into perception and cognition. *Frontiers in Neuroscience*. 4(17), 1-8. Doi: 10.3389/fnins.2010.00017.
- Rottschy, C., Langner, R., Dogan, I., Reetz, K., Laird, A. R., Schulz, J. B., Fox, P.T., & Eickhoff, S. B. (2012). Modelling neural correlates of working memory: A coordinate-based meta-analysis. *NeuroImage*. 60 (1), 830-846. Doi: 10.1016/j.neuroimage.2011.11.050.
- Silverman, M. H., Jedd, K., & Luciana, M. (2015). Neural networks involved in adolescent reward processing: An activation likelihood estimation meta-analysis of functional neuroimaging studies. *NeuroImage*. 122(2015), 427-439. Doi: 10.1016/j.neuroimage.2015.07.083.
- Small, D. M., Gitelman, D., Simmons, K., Bloise, S. M., Parrish, T., Mesulam, M.-M. (2005). Monetary Incentives Enhance Processing in Brain Regions Mediating Top-down Control of Attention. *Cerebral Cortex*. 15 (12), 1855–1865. Doi: 10.1093/cercor/bhi063.
- Stoppel, C. M., Boehler, C. N., Strumpf, H., Heinze, H-J., Hopf, J-M., & Schoenfeld, M. A. (2011). Neural processing of reward magnitude under varying attentional demands. *Brain Research*. 1383, 218 -229. Doi: 10.1016/j.brainres.2011.01.095.
- Stretton, J., Winston, G., Sidhu, M., Centeno, M. Vollman, C., Bonelli, S., Symms, M., Koepp, M., Ducan, J. S., & Thompson, P.J. (2012). Neural correlates of working memory in Temporal Lobe Epilepsy — An fMRI study. *NeuroImage*. 60 (3), 1696–1703. Doi: 10.1016/j.neuroimage.2012.01.126.
- Szatkowska, I., Bogorodzki, P., Wolak, T., Marchewka, A., & Szeszkowski, W. (2008). The effect of motivation on working memory: An fMRI and SEM study. *Neurobiology of Learning and Memory*. 90 (2), 475-478. Doi: 10.1016/j.nlm.2008.06.001.

- Theeuwes, J., & Belopolsky, A. V. (2012). Reward grabs the eye: Oculomotor capture by rewarding stimuli. *Vision Research*. 74 (2012), 80–85. Doi: 10.1016/j.visres.2012.07.024.
- Westbrook, A., & Braver, T. S. (2015). Cognitive effort: A neuroeconomic approach. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*. 15, 395–415. Doi: 10.3758/s13415-015-0334-y.
- Westbrook, A., & Braver, T. S. (2016). Dopamine Does Double Duty in Motivating Cognitive Effort. *Neuron*. 89(4), 695-710. Doi: 10.1016/j.neuron.2015.12.029.
- Wittmann, B. C., Schott, B. H., Guderian, S., Frey, J. U., Heinze, H-J., & Düzel, E. (2005). Reward-Related fMRI Activation of Dopaminergic Midbrain Is Associated with Enhanced Hippocampus- Dependent Long-Term Memory Formation. *Neuron*. 45 (3), 459-467. Doi: 10.1016/j.neuron.2005.01.010.
- Wolosin, S. M., Zeithamova, D., & Preston, A. R. (2012). Reward Modulation of Hippocampal Subfield Activation during Successful Associative Encoding and Retrieval. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 24 (7), 1532-1547. Doi: 10.1162/jocn_a_00237.
- Yee, D. M., & Braver, T. S. (2018). Interactions of motivation and cognitive control. *Current Opinion in Behavioral Sciences*. 19. 83-90. Doi: 10.1016/j.cobeha.2017.11.009.
- Zelazo, P. D., & Müller, U. (2002). Executive Function in Typical and Atypical Development. *Blackwell Handbook of Childhood Cognitive Development*. 445-469. Doi: 10.1002/9780470996652.ch20.
- Zelazo, P. D., Qu, L., & Müller, U. (2005). Hot and cool aspects of executive function: Relations in early development. In W. Schneider, R. Schumann-Hengsteler, & B. Sodian (Eds.), *Young children's cognitive development: Interrelationships among executive functioning, working memory, verbal ability, and theory of mind* (p. 71–93). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

CAPÍTULO III

Efeito da Recompensa na Memória de Trabalho Visuoespacial de Crianças de 4 a 6 anos de idade sem Deficiência Cognitiva

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo analisar o efeito da recompensa na memória de trabalho visuoespacial de crianças de quatro a seis anos de idade sem comprometimento cognitivo. Quarenta crianças participaram da pesquisa, as quais foram alocadas em dois grupos (G1: com recompensa, n=20; e G2: sem recompensa, n=20), e submetidas aos seguintes instrumentos: a) Desenho da figura humana (DHF- IV); e b) Tarefa Informatizada de Memória de Trabalho para Crianças (TIMTraC). O estudo utilizou dois outros instrumentos, um questionário sociodemográfico e um *Check-list* comportamental, que foram respondidos pelo responsável pela criança e pelo examinador, respectivamente. Após coleta, os dados passaram por análises estatísticas que incluíram análise descritiva e inferencial dos dados. Os resultados apresentados não indicaram diferenças estatisticamente significativas relacionadas ao desempenho da memória de trabalho visuoespacial infantil diante da disponibilidade de recompensa entre os grupos G1 e G2, embora tenham sido observadas variações no nível motivacional. Tais resultados destacam a importância de se pensar em modos de recompensar eficazes, que sejam adequados a faixa etária da criança, e conduzam não apenas a um maior engajamento a tarefa, mas também a manutenção desse engajamento, para que assim a recompensa possa conduzir a um melhor desempenho da MTV na população infantil.

Palavras-chave: Memória de Trabalho Visuoespacial, Reward, Neuropsicologia.

ABSTRACT

The present study aimed to analyze the effect of the reward on visuospatial working memory of children from four to six years of age without cognitive impairment. Forty children participated in the research, which were allocated into two groups (G1: with reward, n = 20; and G2: without reward, n = 20), and submitted to the following instruments: a) Drawing of the human figure (DHF-IV); and b) Computerized Working Memory Task for Children

(TIMTraC). The study used two other instruments, a sociodemographic questionnaire and a behavioral check-list, which were answered by the person responsible for the child and the examiner, respectively. After collection, the data underwent statistical analysis that included descriptive and inferential analysis of the data. The results presented did not indicate statistically significant differences related to the performance of children's visuospatial working memory in view of the availability of reward between groups G1 and G2, although variations in the motivational level have been observed. Such results highlight the importance of thinking about effective ways of rewarding, which are appropriate to the child's age group, and lead not only to a greater engagement in the task, but also the maintenance of that engagement, so that the reward can lead to a better performance of MTV in the child population.

Keywords: Visuospatial Working Memory, Reward, Neuropsychology.

INTRODUÇÃO

A memória de trabalho visuoespacial (MTV) é responsável pela retenção e manipulação da informação visual e espacial (Baddeley, 1992), o que torna possível a formação e manipulação de imagens mentais (De Beni, Pazzaglia, Gyselink, & Meneghetti, 2005). Esta integra informações espaciais, visuais e, possivelmente, cinestésicas em uma representação unificada que pode ser temporariamente armazenada e manipulada (Baddeley, 2003), e seu funcionamento geralmente é associado a atividades do córtex parietal, bem como a interações entre o córtex pré-frontal e várias regiões corticais e subcorticais, como as regiões parietais e temporais associadas, o tálamo e os gânglios da base (Capilla, Maestú, Romero-Ayoso, & Campo, 2004).

Embora tais regiões cerebrais sejam associadas ao funcionamento da MTV, o modelo multicomponente de memória de trabalho (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 2000), no qual esta está inserida, é um modelo conceitual e funcional, assim, não determina que os componentes específicos que dele fazem parte sejam mapeados em áreas específicas do cérebro; no entanto, a descoberta de que a MTV e a memória de trabalho verbal podem ser danificadas de forma independente demonstra que os diferentes tipos de funções cognitivas que compõem a memória de trabalho são suportados por diferentes redes no cérebro (Logie, 2011).

A MTV desempenha um papel crucial no desempenho ocupacional das crianças, incluindo a vida diária e o desempenho acadêmico (Wangkawan, Lai, Munkhetvit, Yung, & Chinchai, 2020). Estando altamente correlacionada com habilidades de raciocínio matemático e predição de desempenho aritmético (Dumontheil & Klinberg, 2012; Fanari, Meloni, & Massidda, 2019), bem como com habilidades de leitura (Pham & Hasson, 2014).

A capacidade da MTV é limitada normalmente a cerca de três ou quatro objetos (Baddeley, 2003), sendo a complexidade visual da representação fator determinante na capacidade de armazenamento deste sistema de memória (Logie, 2011). Há fortes evidências de que o desempenho da MTV melhora com o desenvolvimento do indivíduo (Heyes, Zokaie, & Husaun, 2016; Riggs, McTaggart, Simpson, & Freeman, 2006), Gathercole e Baddeley (1993) apontaram que crianças de 4 anos de idade são capazes de lembrar uma sequência de duas a três figuras. Com essa capacidade praticamente dobrando dos 5 aos 11 anos de idade, onde atinge o nível de um adulto, de aproximadamente três a quatro itens (Riggs, et al., 2006).

Dos estudos sobre os sistemas componentes da memória de trabalho, o esboço visuoespacial, componente essencial a MTV, é o menos investigado (Mammarella, Caviola, Giofrè, & Szucs, 2018). Todavia, os estudos que se propõem a investigá-lo apontam para um efeito positivo desencadeado pela disponibilidade de recompensa no desempenho da MTV,

consistindo, esse, em um fator que pode contribuir para a melhora da capacidade desse sistema de memória, além das variáveis desenvolvimentais.

Sobre os efeitos da interação recompensa/desempenho da MTV, Gong e Li (2014) apontaram que a associação de recompensas pode melhorar o desempenho da MTV em estudantes universitários, mesmo quando o recurso associado à recompensa é irrelevante para a tarefa. Os resultados deste estudo mostraram uma melhoria na MTV maior para o alvo associado com alta recompensa do que para os alvos associados à baixa recompensa e não recompensados.

Ao testarem o efeito interativo de feedback e recompensa na memória de trabalho visuoespacial em crianças com e sem diagnóstico de TDAH, Hammer, Tennekoon, Cooke, Gayda, Stein e Booth (2015) observaram que feedback associado à expectativa de recompensa melhorou o desempenho da MTV em crianças de ambos os grupos. Todavia, enquanto o desempenho dos meninos sem TDAH foi alto em todas as condições (alta recompensa, baixa recompensa, com feedback e sem feedback, as quais eram apresentadas pareadas), os meninos com TDAH exibiram maior desempenho apenas quando receberam feedback associado com grande recompensa.

Infanti, Hickey e Turatto (2015) avaliaram a influência de associações de valor de recompensa na codificação e armazenamento de informações na memória visual de estudantes universitários de Trento, e constataram que associações de recompensas produzem efeitos significativos na MTV.

Em um estudo mais recente, Klink, Jeurissen, Theeuwes, Denys e Roelfsema (2017) investigaram como os sinais de seleção top-down e bottom-up podem priorizar a codificação, manutenção e recuperação de múltiplos estímulos na MTV, em jovens adultos. Usando pistas de cores associadas a diferentes níveis de recompensa esperada, os autores demonstraram que os estímulos associados a maiores recompensas esperadas são lembrados com mais precisão.

Tais resultados evidenciam a ocorrência de efeitos positivos que a recompensa exerce sobre a MTV, bem como demonstram a importância do valor subjetivo da recompensa para que esta possibilite um melhor desempenho desse sistema de memória. No entanto, devido ao número reduzido de pesquisas, algumas lacunas com relação a esse sistema de memória ainda persistem. Uma destas lacunas refere-se ao controle motivacional por recompensa da MTV, na população infantil, sem deficiência intelectual, o qual apesar de crucial é amplamente ignorado, permanecendo, portanto, pouco compreendido. Fazendo-se, assim, necessária a elaboração de delineamentos experimentais alternativos que cooperem para a compreensão desse fenômeno.

Neste contexto, o presente estudo investigou a relação entre motivação por recompensa e MTV na população infantil, tendo por base o modelo de Memória de Trabalho de Baddeley e

Hitch (1974), sua atualização Baddeley (2000), e a Teoria de Complexidade Cognitiva e Controle de Zelazo e Muller (2002), com o objetivo principal de analisar o efeito da recompensa no desempenho da MTV de crianças de quatro a seis anos de idade que não apresentam deficiência cognitiva. Nesse sentido, este estudo investigou: a) se houve diferenças significativas no desempenho da MTV em grupos com recompensa e sem recompensa; b) a existência de diferenças significativas no desempenho desse sistema de memória entre os grupos idade (4 anos, 5 anos e 6 anos de idade); c) a existência de relação entre nível motivacional e desempenho da MTV, e d) se houve diferença significativa entre os níveis motivacionais apresentados pelas crianças e desempenho da MTV.

As previsões deste estudo foram baseadas na literatura científica, a qual aponta efeitos positivos da recompensa nesse sistema de memória. Desse modo, se esperou que as crianças recompensadas apresentassem melhor desempenho na tarefa de MTV que as crianças não recompensadas, que o desempenho da MTV apresentasse progressos de acordo com a faixa etária das crianças (4, 5 e 6 anos de idade), sendo este progresso maior entre as crianças recompensadas, que o nível de motivação fosse maior nas crianças recompensadas, e que quanto maior o nível de motivação da criança, melhor fosse o seu desempenho na tarefa que avaliou a MTV. Foi esperado ainda que o nível de motivação apresentasse variação de acordo com a idade da criança, entre os grupos com recompensa e sem recompensa, e que a variável recompensa apresentasse uma maior influência no nível motivacional das crianças mais novas (4 anos).

MÉTODO

Delineamento

O estudo teve características de um quase experimento (Prodanov & Freitas, 2013), com controle de variáveis em dois grupos (subdivididos por faixa etária), conforme Figura 1. Caracterizou-se como um estudo de corte transversal e quantitativo, com o objetivo de examinar o desempenho da MTV de crianças diante da disponibilidade de recompensa, por meio da Tarefa Informatizada de Memória de Trabalho para Crianças (TIMTraC).

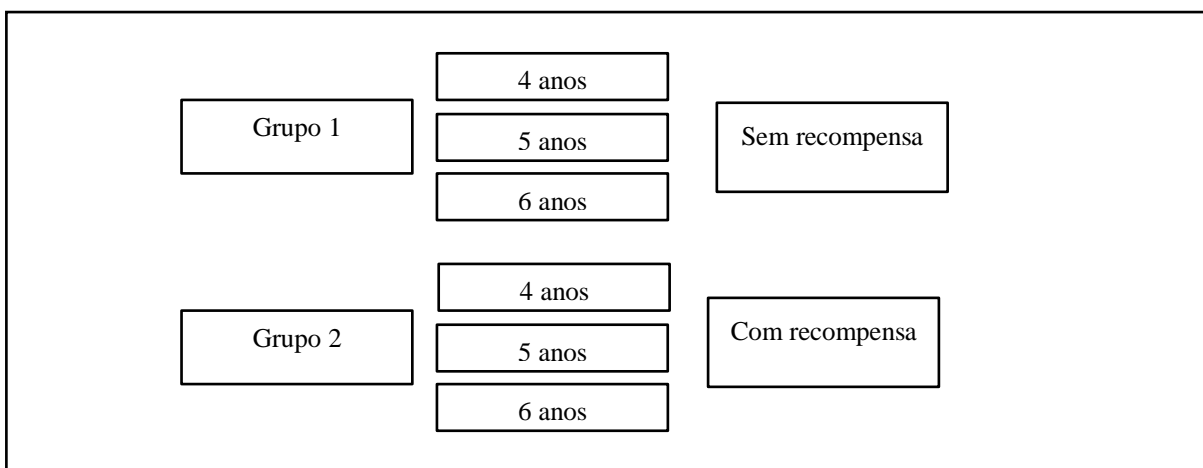


Figura 1. Divisão dos grupos do estudo

Fonte: Elaboração Própria, 2021.

Participantes

Participaram do estudo de forma voluntária 41 crianças estudantes da pré-escola (65%) e do 1º ano do ensino fundamental (35%), dos municípios de João Pessoa e Bananeiras (ambos localizados no Estado da Paraíba). Foram elencados como critérios de inclusão: 1) Estar dentro da faixa etária pré-estabelecida; 2) Ausência de déficit cognitivo ou problemas visuais e/ou auditivos não corrigidos; e 3) Concordância em participar da pesquisa, expressa pela assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelo responsável, e do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TLCE) pela criança. E como critérios de exclusão: 1) Apresentação de resultado abaixo do esperado para a idade no teste do Desenho da Figura Humana, 2) Presença de diagnóstico psiquiátrico/psicológico ou de problema visual e/ou auditivo não corrigidos, e 3) Recusa em participar da pesquisa em qualquer momento desta.

Um participante foi excluído por ter desistido de continuar a realizar a tarefa de avaliação da memória de trabalho. Desse modo, a análise estatística foi conduzida a partir do resultado de 40 crianças. A média de idade das crianças foi de 5,13 anos (DP = 0,82), 95% frequentavam escolas da rede privada de ensino e tinham acesso ao computador, 60% sabiam ler, e a maior parte destas (75%) tinha renda familiar superior a três salários-mínimos e o núcleo familiar composto por quatro pessoas (52,5%). Em 100% dos casos os pais/responsáveis informaram que as crianças não apresentavam dificuldades escolares.

Instrumentos

A fim de contemplar os objetivos propostos no presente estudo, os dados dos participantes foram coletados a partir dos seguintes instrumentos:

Questionário sociodemográfico

Este instrumento foi utilizado com o objetivo de identificar o perfil sociodemográfico das crianças participantes do estudo, foi preenchido pelos pais ou responsáveis e contemplou questões importantes voltadas para a caracterização da criança e de seu núcleo familiar, tais como nível de escolaridade, ocorrência de déficits visuais e/ou auditivos não corrigidos, acesso a computador, notebook ou celular, e, nível socioeconômico, dentre outros. Este instrumento pode ser observado na íntegra no apêndice A.

Check-list de Comportamentos

Por meio deste instrumento foi avaliado o nível de motivação dos participantes do estudo diante da presença ou da ausência de recompensa. Este consiste em uma lista de comportamentos que sugerem comportamentos de motivação ou desmotivação (Apêndice B), e apresenta escores que variam em uma escala intervalar de 0 a 4 pontos. No caso dos comportamentos que sugerem motivação foi adotado os seguintes escores: escore 0 para a não emissão do comportamento, o escore 1 quando a criança emitir o comportamento de 1 a 2 vezes, o escore 2, quando a criança emitir o comportamento de 3 a 4 vezes, e assim sucessivamente, até que um escore de 4 pontos, que corresponde a emissão de um determinado comportamento 7 vezes ou mais; a forma de pontuação foi inversa quando o comportamento sugeria desmotivação. Neste instrumento, a soma de tais escores foi utilizada como base para determinar o nível de motivação da criança durante a realização da tarefa. Logo, quanto maior a pontuação atingida maior o nível de motivação da criança.

Desse modo, com base nos escores totais obtidos pelas crianças no *Chek-list* comportamental durante a execução do teste de MTV, e da divisão desses em quartis, o nível motivacional das crianças foi determinado de acordo com o Quadro 1. Este instrumento foi preenchido pelo examinador enquanto a criança realizava a tarefa de memória de trabalho.

Quadro 1
Classificação de Nível Motivacional

| Nível Motivacional | Pontuação |
|---------------------------|------------------|
| Baixo | 42 - 60 pontos |
| Médio | 61 – 72 pontos |
| Alto | 73 - 80 pontos |

Fonte: Elaboração Própria, 2021.

Tarefa Informatizada de Memória de Trabalho para crianças (TIMTrac)

Desenvolvido por Tomaz, Cordeiro e Minervino (2019), com o objetivo de avaliar a MTV infantil. Este consiste em uma tarefa informatizada, de aplicação individual, construída em formato de jogo de memória.

O TIMTrac é composto por figuras de animais, meios de transporte e paisagens, divididos em dois blocos. No bloco 1, a criança deve memorizar sequências de imagens de animais, e posteriormente, identificá-los e posicioná-los no local indicado, na ordem em que foram apresentados; no bloco 2, novamente a criança deve memorizar os elementos apresentados, porém agora, além das figuras de animais, a criança precisará memorizar figuras de meios de transportes, e posteriormente as imagens devem ser posicionadas em seus respectivos contextos (natureza ou cidade). Em ambos os blocos os escores variam entre 0 (erro) e 1 (acerto), o tempo ofertado para a memorização da informação é de 5 segundos e, o nível de dificuldade de recordação e manipulação da informação aumenta à medida que o número de itens apresentados se torna maior.

Ao final do primeiro bloco a criança recebe um incentivo na tela do computador para motivá-la a continuar a tarefa. E ao concluir é apresentada, em tela, a esta, uma recompensa (troféu) pelo seu desempenho. Uma versão do TIMTrac sem apresentação de recompensa e incentivos foi aplicada ao grupo controle.

Desenho da Figura Humana - (DHF IV)

Este instrumento foi empregado com fins de critérios exclusão dos participantes. O DHF-IV consiste em um teste não-verbal que tem o objetivo de avaliar o desenvolvimento cognitivo infantil. Apresenta uma aplicação simples, rápida e de baixo custo. Este instrumento foi aplicado anteriormente ao TIMTrac, sendo solicitado que a criança realizasse um desenho de uma figura do sexo feminino e outra do sexo masculino. Os desenhos foram pontuados de acordo com a presença de itens desenhados pelas crianças, tais como cabeça, pernas, braços, nariz, boca, etc.

Procedimentos

Diante do quadro pandemia mundial, causada pelo vírus SARS-CoV-19, não foi possível o contato com os participantes diretamente nas escolas nas quais estes estavam matriculados. Neste sentido, inicialmente, o estudo foi divulgado na internet com o objetivo de captar pais de crianças entre 4 e 6 anos de idade para participarem da pesquisa, em seguida foi

realizado contato por telefone com os pais que demonstraram interesse em contribuir com o estudo e, então, agendado dia e horário para a aplicação dos instrumentos utilizados.

A aplicação dos instrumentos foi individual, realizada na residência das crianças, sendo assegurado um ambiente iluminado, arejado, com a menor distração possível. Esta foi precedida de instruções aos participantes com o objetivo de facilitar a compreensão destes para a finalidade de cada teste. O tempo de aplicação dos testes foi de aproximadamente 60 minutos. E cada participante respondeu um teste de avaliação da memória de trabalho (TIMTrac) e um teste de avaliação de desenvolvimento cognitivo (DHF IV).

Como a amostra do estudo foi composta por crianças, foi solicitado aos pais ou responsáveis autorização para a participação destas. Deste modo, foi apresentado a estes o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) com a finalidade de que fosse compreendido o âmbito do estudo e a garantia de anonimato e confidencialidade dos participantes. Este informou ainda aos pais ou responsáveis que a criança poderia desistir a qualquer momento do estudo sem que, por isso, viesse a sofrer qualquer consequência. Associado ao TCLE os pais ou responsáveis responderam ao questionário sociodemográfico com o objetivo de caracterizar a amostra do estudo.

Antes do início da aplicação dos instrumentos foi apresentado as crianças o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALC) com a finalidade de solicitar a colaboração destas para o estudo. Este esclareceu que a participação da criança era voluntária e que esta poderia desistir do estudo a qualquer momento sem que sofresse consequências.

Aspectos éticos

A pesquisa foi realizada após aprovação e emissão da certidão do Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências Médicas da Universidade Federal da Paraíba, seguindo as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, contidas na Resolução de nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). CAAE:19484519.2.0000.8069.

Foram considerados como riscos previsíveis: desmotivação, cansaço e fadiga durante a execução dos instrumentos. Neste sentido, foi permitido que a criança descansasse entre o primeiro e o segundo instrumento aplicado, e assegurado que esta desistisse do estudo a qualquer momento sem que sofresse nenhuma consequência por isso.

Análise de dados

Os dados foram analisados através do software *Statistical Package for the Social Sciences – SPSS 25*, para Windows. Foram realizadas análises descritivas dos dados para

caracterização da amostra, bem como tabelas customizadas. Diante do número da amostra (n=40) optou-se pela condução de testes não paramétricos, sendo realizados testes U de Mann-Whitney para as variáveis de categoria independente, e testes de Kruskal-Wallis para a análise das diferenças nas variáveis com mais de dois grupos independentes. Foram realizadas também análises *post hoc* com correção de Bonferroni, testes de Correlação, e calculado o tamanho de efeito “*r*” a partir do escore Z.

Os tamanhos de efeito foram interpretados com base nos valores de referência sugeridos por Cohen (1988), sendo estes classificados em: 1. Nulo: 0,00 – 0,10; Fraco: 0,11 – 0,29; Moderado: 0,30 – 0,49 e Forte: 0,50. O desempenho dos participantes no TIMTrac foi analisado a partir da pontuação apresentada por estes nos Blocos 1, no Bloco 2, e sobre a pontuação total.

RESULTADOS

Em comparações iniciais, ao se comparar, através do teste U de Mann-Whitney, o desempenho no TIMTrac entre os grupos sem recompensa (G1) e com recompensa (G2), não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos com relação a pontuação no Bloco 1 [Mediana = 10,50; U = 175,000; p = 0,495; r = - 0,10], no Bloco 2 [Mediana = 20,50; U = 198,000; p = 0,957; r = - 0,008] e na pontuação Total [Mediana = 30,50; U = 190,500; p = 0,797; r = - 0,04] do referido teste, demonstrando, desta forma, que não houve diferenças significativas no desempenho da MTV entre os grupos G1 e G2. O que foi confirmado por análises da magnitude do efeito, as quais indicaram efeito nulo da recompensa no desempenho desse sistema de memória.

Análises posteriores compararam o desempenho da MTV, por faixa etária (4 anos, 5 anos e 6 anos de idade), nos grupos G1 e G2, e mostraram que não houve diferença significativa relacionada a idade na pontuação do Bloco 1 [$H^2(2) = 3,896$; p = 0,143], do Bloco 2 [$H^2(2) = 3,734$; p = 0,155] e na pontuação Total do TIMTrac [$H^2(2) = 5,179$; p = 0,057] entre as crianças do G1. Em contrapartida, entre as crianças do G2 foi observada diferenças significativas relacionada a idade nas pontuações do Bloco 1 [$H^2(2) = 10,879$; p = 0,004], do Bloco 2 [$H^2(2) = 6,771$; p = 0,034], e na pontuação Total do TIMTrac [$H^2(2) = 10,217$; p = 0,006].

Análises *post hoc* foram conduzidas para acompanhar esses achados e corroboraram a ausência de diferenças significativas relacionadas a idade nas pontuações do Bloco 1 [$H^2(2) = 3,896$; p = 0,143], do Bloco 2 [$H^2(2) = 3,734$; p = 0,155], e na pontuação Total do TIMTrac [$H^2(2) = 5,179$; p = 0,057], nas faixas etárias estudadas no G1. Ao passo que demonstraram efeito significativamente forte quando as comparações foram realizadas entre as idades de 4 e 6 anos (U = -9,622; p = 0,010; r = -0,78), e 5 e 6 anos de idade (U = -7,722; p = 0,038; r = -0,64) no Bloco 1, entre as idades de 4 e 6 anos (U = -8,544; p = 0,028; r = -0,69) no Bloco 2; e

entre as idades de 4 e 6 anos ($U = -10,089$; $p = 0,007$; $r = -0,81$) na pontuação Total do TIMTrac, no G2. Indicando, assim, que a recompensa pode ter influenciado no resultado por idade no G2, porém, ao se comparar os dois grupos, o G2 não apresentou desempenho superior ao G1, tendo o segundo grupo apresentado maior desempenho (ver tabela 1).

Tabela 1
Desempenho médio no TIMTrac entre os grupos G1 e G2 por faixa etária.

| Grupo | Idade | Média Pontuação Bloco 1 | Média Pontuação Bloco 2 | Média Pontuação Total |
|----------------------------|--------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Sem Recompensa (G1) | 4 anos | 8,33 | 17,00 | 25,33 |
| | 5 anos | 9,57 | 19,43 | 29,00 |
| | 6 anos | 12,14 | 22,00 | 34,14 |
| Com Recompensa (G2) | 4 anos | 6,20 | 13,80 | 20,00 |
| | 5 anos | 7,67 | 19,33 | 27,00 |
| | 6 anos | 12,44 | 22,22 | 34,67 |

Por sua vez, em análises de comparação os níveis motivacionais não foram considerados similares entre os grupos analisados por idade ($U = 106,000$; $p = 0,006$, $r = -0,43$), – o grupo G1 apresentou níveis motivacionais entre baixo e médio (crianças com 4 anos níveis baixos, crianças com 5 anos baixos e médios; e crianças de 6 anos de idade apresentaram nível médio) o que pode indicar uma leve tendência a quanto mais velho mais motivado. Entretanto no G2 essa tendência foi melhor descrita, neste grupo visualiza-se níveis motivacionais entre baixo, médio e alto; onde 67% das crianças com 6 anos apresentaram níveis altos de motivação. Demonstrando, desta forma, efeito moderado da recompensa na determinação do nível motivacional das crianças na amostra estudada. (ver Tabela 2). Testes de correlação mostraram ainda relação positiva entre nível motivacional e idade da criança nos grupos G1 ($\tau = 0,761$; $p = 0,000$; $R^2 = 0,58$) e G2 ($\tau = 0,555$; $p = 0,007$; $R^2 = 0,30$), sugerindo que quanto maior a idade da criança, maior foi o seu nível motivacional.

Tabela 2
Distribuição dos níveis motivacionais entre os grupos G1 e G2

| Grupo | Idade | Nível Motivacional | | | Total |
|----------------------------|--------|--------------------|-------|------|----------|
| | | Baixo | Médio | Alto | |
| Sem Recompensa (G1) | 4 anos | 6 | 0 | 0 | 6 |
| | 5 anos | 2 | 5 | 0 | 7 |

| | | | | | |
|----------------------------|--------|----------|-----------|----------|-----------|
| | 6 anos | 0 | 7 | 0 | 7 |
| Total | | 8 | 12 | 0 | 20 |
| | 4 anos | 4 | 0 | 1 | 5 |
| Com Recompensa (G2) | 5 anos | 0 | 4 | 2 | 6 |
| | 6 anos | 0 | 3 | 6 | 9 |
| Total | | 4 | 7 | 9 | 20 |

Teste de correlação também demonstraram relação positiva entre nível motivacional e as pontuações no Bloco 1 ($\tau = 0,433$; $p = 0,031$; $R^2 = 0,19$) e Total ($\tau = 0,386$; $p = 0,048$; $R^2 = 0,15$) no G1, com a variável nível motivacional a explicar 19% da variação na pontuação do Bloco 1 e 15% da variação na pontuação Total do TIMTrac. Não foi observada correlação entre nível motivacional e pontuação no Bloco 2 ($\tau = 0,335$; $p = 0,093$; $R^2 = 0,11$). No tocante ao G2, não foi observada relação entre nível motivacional e as pontuações do Bloco 1 ($\tau = 0,322$; $p = 0,088$; $R^2 = 0,10$) e do Bloco 2 ($\tau = 0,303$; $p = 0,104$; $R^2 = 0,09$). Todavia, houve relação positiva entre nível motivacional e a pontuação Total apresentada pela criança no TIMTrac ($\tau = 0,372$; $p = 0,044$; $R^2 = 0,14$), tendo a variável nível motivacional explicado 14% da variância nessa pontuação. Em suma, tais resultados indicam correlação positiva, em ambos os grupos, entre nível motivacional e desempenho da MTV, demonstrando, dessa forma, que quanto maior o nível motivacional, melhor será o desempenho desse sistema de memória.

Todavia ao se comparar o desempenho da MTV relacionada ao nível motivacional das crianças, nos grupos G1 e G2, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. Observou-se que o teste de Kruskal-Wallis mostrou a ocorrência de diferenças significativas na pontuação do Bloco 1 [$H^2(2) = 4,663$; $p = 0,031$] e na pontuação Total do TIMTrac [$H^2(2) = 3,900$; $p = 0,048$] no G1. E nas pontuações do Bloco 2 [$H^2(2) = 4,442$; $p = 0,044$] e Total [$H^2(2) = 6,539$; $p = 0,038$] do referido teste, no G2. Análises *post hoc* relacionadas a esses achados demonstraram que o nível motivacional afetou moderadamente o desempenho da MTV quando as comparações foram realizadas entre os níveis motivacionais Baixo – Médio no Bloco 1 ($U = 75,500$; $p = 0,031$; $r = 0,48$) e na pontuação Total do TIMTrac ($U = 73,500$; $p = 0,048$; $r = 0,44$) no G1. No entanto, no que concerne ao G2, não foram encontradas diferenças significativas quando as comparações foram realizadas por pares entre os níveis motivacionais na pontuação do Bloco 2 e na pontuação Total do TIMTrac, conforme pode ser observado na Tabela 3. Verificando-se, desta forma, que embora a recompensa tenha influenciado na determinação do nível motivacional, esta influência não refletiu no desempenho

da MTV, embora o G2 tenha apresentado níveis motivacionais mais altos que o G1 (ver Tabela 4).

Tabela 3
Comparações por pares referentes ao desempenho no TIMTrac por nível motivacional no G2

| TIMTrac | Níveis motivacionais | Teste U de Mann-Whitney | p | r |
|-----------------------------|----------------------|-------------------------|-------|---------|
| Pontuação no Bloco 2 | Baixo – Alto | -7,611 | 0,095 | - 0,59 |
| | Baixo – Médio | - 8,786 | 0,052 | - 0,71 |
| | Médio – Alto | 1,175 | 1,000 | 0,09 |
| Pontuação Total | Baixo – Médio | - 8,393 | 0,070 | - 0,68 |
| | Baixo – Alto | - 8,472 | 0,051 | - 0,66 |
| | Médio – Alto | - 0,079 | 1,000 | - 0,006 |

*Significância a $p < 0,05$.

Tabela 4
Desempenho médio no TIMTrac entre os grupos G1 e G2 por nível motivacional

| Grupo | Nível Motivacional | Média Pontuação Bloco 1 | Média Pontuação Bloco 2 | Média Pontuação Total |
|----------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Sem Recompensa (G1) | Baixo | 8,13 | 17,50 | 25,62 |
| | Médio | 11,42 | 21,00 | 32,00 |
| | Alto | - | - | - |
| Com Recompensa (G2) | Baixo | 5,75 | 12,75 | 18,50 |
| | Médio | 10,29 | 21,29 | 31,57 |
| | Alto | 10,44 | 20,50 | 31,50 |

DISCUSSÃO

Estímulos motivacionais, como recompensas, eliciam respostas adaptativas e influenciam várias funções cognitivas (Bourgeois, Chelazzi, & Vuilleumier, 2016). Nessa perspectiva, estudos recentes tem mostrado que itens associados a recompensas são melhor mantidos na MTV (eg. Gong & Li, 2014; Hammer et al., 2015). Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo analisar o efeito da recompensa no desempenho da MTV de crianças de 4 a 6 anos de idade, sem deficiência cognitiva.

Os resultados apresentados indicaram que a disponibilidade de recompensa não ocasionou um melhor desempenho da MTV, uma vez que não foi verificada a ocorrência de diferenças significativas referentes ao desempenho desse sistema de memória no G2 (grupo com recompensa) em relação ao G1 (grupo sem recompensa), na amostra estudada. Contrariando, dessa forma, os resultados apresentados por pesquisas anteriores que demonstraram efeito positivo da recompensa sobre o desempenho desse sistema de memória (eg. Gong, et al., 2014; Hammer et al., 2015; Infanti, et al., 2015; Klink, et al., 2017).

Tal discrepância pode ter derivado da ocorrência de diferenças metodológicas referentes ao intervalo de apresentação da recompensa no presente estudo e nos estudos anteriores. Nesses estudos os participantes eram recompensados após a apresentação de cada item ou de cada fase, ao passo que no presente os participantes apenas receberam a recompensa ao final da aplicação do instrumento. O longo atraso no recebimento da recompensa (aproximadamente 30 minutos) pode ter ocasionado uma redução no valor da recompensa entre as crianças na faixa etária investigada e reduzido o interesse destas pelo TIMTrac, afetando, desta forma, o desempenho da MTV.

Com relação ao intervalado de apresentação e ao valor da recompensa, Lang e Adair (1968) apontaram que tais variáveis contribuem de forma significativa para a disposição em obter uma gratificação atrasada entre crianças de 4 a 6 anos de idade. Em consonância com tais autores, Schwarz, Schrage e Lyons (1983), em um estudo envolvendo crianças pré-escolares, demonstraram que diante de um longo intervalo de apresentação (em torno de 15 minutos) crianças nessa faixa etária são menos propensas a escolher recompensas atrasadas. O que pode estar associado a maturação incipiente do sistema “frio” do funcionamento executivo, o qual nesta faixa etária, não se encontra suficientemente maduro para superar a atração do sistema “quente” em direção a uma escolha imediatamente gratificante (Garon, Longard, Bryson & Moore, 2012). Todavia, uma investigação mais detalhada deve ser conduzida abordando intervalos distintos de apresentação de recompensa para verificar se apresentações mais frequentes desta levariam a um maior desempenho da MTV, entre crianças de 4 a 6 anos de idade.

Ressalta-se o fato de que o presente estudo avaliou uma amostra com uma faixa etária entre 4 e 6 anos de idade, enquanto os estudos anteriores, em sua maior parte, tiveram suas amostras compostas por estudantes universitários. O único dos estudos encontrados que investigou o efeito da recompensa sobre o desempenho da MTV em crianças (Hammer, et al., 2015) não informou a faixa etária das crianças avaliadas, impossibilitando, assim, uma comparação mais detalhada dos resultados apresentados entre esse e o estudo presente.

De forma surpreendente, embora não tenha sido observado diferenças estatisticamente significativas de desempenho da MTV entre os grupos, os resultados apontaram para um maior

desempenho desse sistema de memória no grupo G1. Tal resultado parece sugerir que a influência da motivação intrínseca, a qual possibilita que a criança sinta que “a participação na tarefa é a principal recompensa, não sendo necessárias pressões externas, internas ou prêmios por seu cumprimento” (Burochovitch e Bzuneck, 2004; p.34), pode melhorar o desempenho da MTV de crianças entre 4 e 6 anos de idade bem mais que motivadores extrínsecos, como uma recompensa. Com base nessa perspectiva, sugere-se que o simples fato de realizar a tarefa, no caso do presente estudo o teste de mensuração da MTV – TIMTrac, desencadeou um melhor desempenho entre as crianças do G1 em comparação a oferta do “prêmio” disponibilizado as crianças do G2. Porém, apesar da existência de evidências empíricas de que a motivação intrínseca melhora o funcionamento executivo (Cohen-Zimmerman & Hassin, 2018), no qual a MTV está inserida, o presente estudo não avaliou se o efeito desta se sobressai em relação a motivação por recompensa, necessitando, portanto, esta hipótese ser testada.

Outra constatação surpresa observada referiu-se aos resultados alusivos ao nível motivacional. Foi verificado que a recompensa influenciou na determinação do nível motivacional das crianças analisadas, comprovando, desta forma, o que apontam estudos científicos atuais sobre o papel estimulador da recompensa na motivação humana (Richter, Raban, & Rafaeli, 2014, ver Bourgeois, et al., 2016). Porém, apesar de tais achados e testes de correlação terem indicado relação positiva entre nível motivacional e desempenho da MTV, quando comparações por pares foram realizadas entre essas variáveis no G2 não foram verificadas diferenças significativas relacionadas ao desempenho desse sistema de memória. O mesmo ocorreu quando os desempenhos entre os grupos G1 e G2 foram observados. Demonstrando, desse modo, que apesar da recompensa ter influenciado na determinação do nível motivacional, esta influência não refletiu em um melhor desempenho da MTV, embora o G2 tenha apresentado níveis motivacionais mais altos que o G1.

Além da hipótese inicialmente levantada sobre o papel determinante do intervalo de apresentação da recompensa para que esta possa influenciar o desempenho da MTV infantil, sugere-se ainda que tais resultados podem ter derivado do fato do teste TIMTrac - utilizado para avaliar a MTV - não ter sido construído em formato *touch screen*, o que conduziu a perda de interesse pela tarefa, diante da dificuldade em manusear e controlar o mouse do computador apresentada pelas crianças, e, por conseguinte, afetou o desempenho da MTV das crianças avaliadas, uma vez que reduziu a atenção direcionada a tarefa, fator considerado essencial ao funcionamento desse sistema de memória (Gray, Green, Alt, Hogan, Kuo, Brinkley, & Cowan, 2017), em todas as faixas etárias.

Acredita-se que a presença da dificuldade de manusear e controlar o mouse, somando-se ao longo intervalo de apresentação da recompensa utilizado pelo TIMTrac, pode ainda estar

relacionado a observação de baixos níveis motivacionais em maior número na faixa etária dos 4 anos de idade, visto que durante o processo de coleta de dados do presente estudo se observou que a ocorrência dessa dificuldade desencadeou considerável irritabilidade nas crianças dessa faixa etária, e consistiu em um fator desestimulante, que tornou a tarefa longa e pode ter conduzido a redução do poder atrativo e estimulante da recompensa, afetando, dessa forma, o estado motivacional das crianças.

Em suma, os resultados apresentados pelo presente estudo destacam a importância de se pensar em modos de recompensar eficazes, que sejam adequados a faixa etária da criança, e conduzam não apenas a um maior engajamento a tarefa, mas também a manutenção desse engajamento, para que assim a recompensa possa conduzir a um melhor desempenho da MTV na população infantil.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A MTV é considerada fundamental ao desempenho ocupacional das crianças, incluindo a vida diária e o desempenho acadêmico (Wangkawan, et al., 2020), porém, ainda são escassos os estudos que se propõem a investigá-la (Mammarella, et al., 2018). Desse modo, em busca de agregar conhecimento a literatura disponível sobre esse sistema de memória, o presente estudo investigou a relação entre motivação por recompensa e MTV com o objetivo de investigar se a presença de recompensa promove um melhor desempenho desse sistema de memória em crianças de 4 a 6 anos de idade.

Considera-se que o presente estudo atendeu aos objetivos propostos e contribuiu para a compreensão de como a recompensa pode promover um melhor desempenho da MTV de crianças. Este traz ainda contribuições importantes para a prática da neuropsicologia e da avaliação psicológica infantil ao apresentar um novo método de mensurar a MTV de crianças, o qual, além de eficaz, apresenta um *design* em formato de jogo, o que torna o processo de avaliação mais prazeroso para a criança; e ao demonstrar que o desempenho de crianças em testes psicológicos ou neuropsicológicos, como é o caso do TIMTrac, não será comprometido diante da ausência da oferta de um “prêmio”. As contribuições do presente estudo estendem-se ainda a área educacional, uma vez que este concentrou-se na investigação de como otimizar o desempenho de uma função executiva considerada essencial ao processo de aprendizagem infantil, a memória de trabalho.

Recomenda-se que novas investigações sejam realizadas com uma amostra maior que a apresentada pelo presente estudo, uma vez que a atual pode ser considerada insuficiente para se obter generalizações dos resultados; e que estas levem em consideração variados intervalos de apresentação de recompensa, a fim de que seja possível se avaliar com maior precisão o

modo de apresentação mais eficaz para otimizar o desempenho da MTV de crianças de 4 a 6 anos de idade. Diante da dificuldade que as crianças apresentaram em trabalhar com o mouse do computador, sugere-se ainda que o desempenho desse sistema de memória seja avaliado em uma versão do TIMTrac construído no formato *touch screen*.

REFERÊNCIAS

- Baddeley, A. D., & Hitch, G.J. (1974) Working memory. *Psychology of Learning and Motivation*. 8,47–89. Doi: 10.1016/S0079-7421(08)60452-1.
- Baddeley, A. D. (1992). Working Memory. *Science*. 255(5044), 556-559. Doi: 10.1126/science.1736359.
- Baddeley, A. D. (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. D. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*. 4(10), 829–839. Doi: 10.1038/nrn1201.
- Boruchovitch, E., & Bzuneck, J. A. (Orgs.). (2004). A motivação do aluno: Contribuições da psicologia contemporânea (3a ed.). Petrópolis, RJ: Vozes
- Bourgeois, A., Chelazzi, L., Vuilleumier, P. (2016). How motivation and reward learning modulate selective attention. *Progress in Brain Research*. 229, 325-342. Doi: 10.1016/bs.pbr.2016.06.004 <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:97056>.
- Capilla, A., Romero, D., Maestú, F., Campo, P., Fernández, S., González-Marqués, J., Fernandez, A., & Ortiz, T. (2004). Emergence and brain development of executive functions. *Actas Españolas de Psiquiatria*, 32(6), 377-386.
- Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences (2. Ed.). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- De Beni, R., Pazzaglia, F., Gyselinck, V., & Meneghetti, C. (2005). Visuospatial working memory and mental representation of spatial descriptions. *European Journal of Cognitive Psychology*. 17(1), 77-95. Doi: 10.1080/09541440340000529.
- Dumontheil, I., & Klingberg, T. (2012). Brain Activity during a Visuospatial Working Memory Task Predicts Arithmetical Performance 2 Years Later. *Cerebral Cortex*. 22(5), 1078–1085. Doi: 10.1093/cercor/bhr175.
- Fanari, R., Meloni, C., & Massidda, D. (2019). Visual and Spatial Working Memory Abilities Predict Early Math Skills: A Longitudinal Study. *Frontiers Psychology*. 10. Doi:10.3389/fpsyg.2019.02460.

- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1993). Phonological working memory: A critical building block for reading development and vocabulary acquisition? *European Journal of Psychology of Education*, 8(259), 259-272. Doi: 10.1007/BF03174081.
- Gong, M., & Li, Sheng. (2014). Learned reward association improves visual working memory. *Journal of experimental psychology. Human perception and performance*. 40(2), 841-56. Doi: 10.1037/a0035131.
- Gray, S., Green, S., Alt, M., Hogan, T., Kuo, T., Brinkley, S., & Cowan, N. (2017). The structure of working memory in young children and its relation to intelligence. *Journal of Memory and Language*. 92, 183-201. Doi: 10.1016/j.jml.2016.06.004.
- BouHammer, R., Tennekoon, M., Cooke, G. E., Gayda, J., Stein, M., & Booth, J. R. (2015). Feedback associated with expectation for larger-reward improves visuospatial working memory performances in children with ADHD. *Developmental cognitive neuroscience*. 14, 38-49. Doi: 10.1016/j.dcn.2015.06.002.
- Heyes, S. B., Zokaeib, N. & Hussain, M. (2016). Longitudinal development of visual working memory precision in childhood and early adolescence. *Cognitive Development*. 39 (2016), 36–44. Doi: 10.1016/j.cogdev.2016.03.004.
- Infanti, E., Hickey, C., & Turrato, M. (2015) Reward associations impact both iconic and visual working memory. *Vision research*. 107, 22-9. Doi: 10.1016/j.visres.2014.11.008.
- Klink, P. C., Jeurissen, D., Theeuwes, J., Denys, D., & Roelfsema, P. R., (2017). Working memory accuracy for multiple targets is driven by reward expectation and stimulus contrast with different time-courses. *Scientific Reports*. 7(1), 1-13. Doi:10.1038/s41598-017-08608-4.
- Lamm, C., Benson, B. E., Guyer, A. E., Perez-Edgar, K., Fox, N. A., Pine, D. S., & Ernst, M. (2014). Longitudinal study of striatal activation to reward and loss anticipation from mid-adolescence into late adolescence/early adulthood. *Brain and Cognitive*. 89, 51-60. Doi: doi.org/10.1016/j.bandc.2013.12.003.
- Lang, S., & Adair, J. G. (1968). Preference for delayed reward as a function of age and personality. *Psychological Reports*. 22(3), 805–808. Doi: 10.2466/pr0.1968.22.3.805
- Logie, R. H. (2011). The Functional Organization and Capacity Limits of Working Memory. *Current Directions in Psychological Science*. 20(4), 240-245. Doi: 10.1177/0963721411415340.
- Mammarella, I. C., Caviola, S., Giofrè, D., & Szűcs, D. (2018). The Underlying Structure of Visuospatial Working Memory in Children with Mathematical Learning Disability. *British Journal of Developmental Psychology*. 36(2), 220-235. Doi:10.1111/bjdp.12202.

- Pham, A. V., & Hasson, R. M. (2014). Verbal and visuospatial working memory as predictors of children's reading ability. *Archives of Clinical Neuropsychology*. 29(5), 467–477. Doi: 10.1093/arclin/acu024.
- Piaget, J. (1999). *A linguagem e o pensamento da criança*. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes.
- Richter, G., Raban, D. R., Rafaeli, S. (2014). Studying Gamification: The Effect of Rewards and Incentives on Motivation. *Gamification in Education and Business*. 21-46. Doi: 10.1007/978-3-319-10208-5_2
- Riggs, K. J., McTaggart, J., Simpson, A., & Freeman, R. P. J. (2006). Changes in the capacity of visual working memory in 5- to 10-year-olds. *Journal of Experimental Child Psychology*. 95(1), 18–26. Doi: 10.1016/j.jecp.2006.03.009.
- Schwarz, J. B., Schrager, J. B., & Lyons, A. E. (1983). Delay of Gratification by Preschoolers: Evidence for the Validity of the Choice Paradigm. *Child Development*. 54(3), 620-625. Doi: 10.2307/1130048.
- Tomaz, D. F. O. (2019). *Tarefa Informatizada de Memória de Trabalho: Evidências Psicométricas e Análise de Desempenho*. João Pessoa.
- Tomaz, D. F. O., Cordeiro, A. S., & Minervino, C. A. S. M. (2019, no prelo). Avaliação da memória de trabalho em crianças: uma revisão sistemática com metanálise. *Revista Neuropsicologia Latinoamericana*.
- Wangkawam, T., Lai, C., Munkhetvit, P., Yung, T., & Chincal, S. (2020). The Development and Psychometric Properties of the Visuospatial Working Memory Assessment (VWMA) for Children. *Occupational Therapy International*. 2020, 1–10. Doi: 10.1155/2020/8736308.
- Wechsler, S. M. (2018). *DFH IV: O Desenho da Figura Humana: Avaliação do desenvolvimento cognitivo infantil*. Editora LAMP. ISBN: 97885892233057.
- Zelazo, P. D., & Müller, U. (2002). Executive Function in Typical and Atypical Development. *Blackwell Handbook of Childhood Cognitive Development*. 445-469. Doi: 10.1002/9780470996652.ch20.

CAPÍTULO IV

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação possuiu como objetivos: Investigar como ocorre a nível neural a interação entre motivação por recompensa e memória de trabalho; bem como analisar o efeito da recompensa no desempenho MTV na população infantil. Neste sentido, foram desenvolvidos dois estudos a fim de abarcar os objetivos propostos.

Os resultados do estudo 1 apresentaram três modos distintos através dos quais a motivação por recompensa pode influenciar o desempenho da memória de trabalho, a nível neural, os quais, tomados em conjunto, sugerem que este processo ocorre por meio da interação de múltiplos substratos neurais. De forma complementar, do ponto de vista comportamental, os resultados apresentados pelo estudo 2 apontaram que o modo de apresentação da recompensa é um determinante importante para que esta possa conduzir a um melhor desempenho da MTV, uma vez que sugeriram que se o modo utilizado não conduzir a criança a um maior engajamento a tarefa e estimular a atenção, a presença desta variável não influenciará o desempenho desse sistema de memória na população infantil, embora possam ser observadas variações no nível motivacional diante da presença da recompensa.

Diante de tais resultados, considera-se que o presente estudo traz contribuições importantes para o estudo das Funções Executivas, uma vez que ao abordar a interação entre o funcionamento executivo “*hot*” e “*cool*” apresentou possíveis modos como esses processos se comunicam durante a emissão de um comportamento direcionado a uma meta, como obter uma recompensa.

As contribuições trazidas pelo presente estudo estendem-se ainda as áreas de neurociências e neuropsicologia, uma vez que fornecem uma melhor compreensão de como informações motivacionais podem chegar a regiões cerebrais envolvidas na memória de trabalho, e por conseguinte modular o seu desempenho, bem como sugerem como a disponibilidade de recompensa pode influenciar o desempenho da MTV de crianças entre quatro e seis anos de idade, que não apresentam comprometimento cognitivo.

Como perspectivas futuras almeja-se a continuidade de estudos voltados a investigar o processo de interação entre motivação por recompensa e MTV, os quais examinem se esse processo interacional ocorre para além do CPF, visto que o funcionamento desse sistema de memória não se limita apenas a essa região cerebral; bem como analisem a ocorrência desse processo de interação entre diferentes faixas etárias. Espera-se ainda a continuidade de estudos que investiguem o efeito da motivação por recompensa em crianças de faixas etárias variadas e

que levem em consideração a apresentação de diferentes modos de apresentação de recompensa, a fim de se obter uma melhor compreensão de como esta pode vir a melhorar o funcionamento da MTV infantil. Almeja-se também o desenvolvimento de estudos que examinem se os impactos positivos causados pela disponibilidade de recompensa no funcionamento da MTV refletiriam em melhoras no funcionamento de outras funções executiva, uma vez que essas consistem em habilidades cognitivas interrelacionadas (Miyake, et al., 2000), com a Memória de Trabalho sendo considerada precursora das demais (Diamond, 2013).

REFERÊNCIAS

- Anderson, B. A., Laurent, P. A. & Yantis, S. (2011) Learned value magnifies salience-based attentional capture. *PLoS ONE*. 6(11), e27926. Doi: 10.1371/journal.pone.0027926.
- Baddeley, A.D., & Hitch, G.J. (1974) Working memory. *Psychology of Learning and Motivation*. 8,47–89. Doi: 10.1016/S0079-7421(08)60452-1.
- Baddeley, A. D. (1992). Working Memory. *Science*. 255(5044), 556-559. Doi: 10.1126/science.1736359.
- Baddeley, A. D., & Logie, R. H. (1999). The Multiple-Component Model. In A. Miyake & P. Shah (Eds), *Models of Working memory: Mechanisms os active maintenace na executice control* (p.28-61). *Cambridge University Press*. Doi: 10.1017/CBO978113917-4909.005.
- Baddeley, A. D. (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. (2010). Working Memory. *Current Biology*. 20 (4), 136-140. Doi: 10.1016/j.cub.2009.12.014.
- Bäckman, L., Karlsson, S., Fisher, Hakan, Karlsson, P., Brehmer, Y., Rieckmann, S., MacDonald, W. S., Farde, L., & Nyberg, L. (2011). Dopamine D₁ receptors and age differences in brain activation during working memory. *Neurobiology of Aging*. 32 (10), 1849-1856. Doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2009.10.018.
- Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2008). *Neurociências: Desvendando o Sistema Nervoso*. Tradução Carla Dalmaz [et al]; 3ª Edição. Porto Alegre: Artmed.
- Benson, J. E., Sabbagh, M. A., Carlson, S. M., & Zelazo, P. D. (2013). Individual differences in executive functioning predict preschoolers' improvement from theory-of-mind training. *Developmental Psychology*, 49(9), 1615–1627. Doi: 10.1037/a0031056.
- Best, J. R., & Miller, P. H. (2010). A developmental perspective on executive function. *Child development*, 81(6), 1641-1660. Doi: 10.1111/j.1467-8624.2010.01499.x.
- Braver, T. S., Cohen, J. D., Nystrom, L. E., Jonides, J., Smith, E. E., & Noll, D. C (1997). A Parametric Study of Prefrontal Cortex Involvement in Human Working Memory. *NeuroImage*. 5 (1), 49-62. Doi: 10.1006/nimg.1996.0247.
- Buckley, P., & Elaine Doyle, E. (2016) Gamification and student motivation. *Interactive Learning Environments*. 24(6), 1162-1175. Doi: 10.1080/10494820.2014.964263.
- Cantin, R. H., Gnaedinger, E. K., Gallaway, K. C., Hesson-McInns, M. S., & Hund, A. M. (2016). Executive functioning predicts reading, mathematics, and theory of mind during the elementary years. *Journal of Experimental Child Psychology*. 146 (2016), 66–78. Doi: 10.1016/j.jecp.2016.01.014.
- Capilla, A., Romero, D., Maestú, F., Campo, P., Fernández, S., González-Marqués, J., Fernandez, A., & Ortiz, T. (2004). Emergence and brain development of executive functions. *Actas Españolas de Psiquiatria*, 32(6), 377-386. PMID: 15529228.

- Cartwright, K. B. (2015). Executive Function and Reading Comprehension: The Critical Role of Cognitive Flexibility. In Parris & Headley (Eds.) *Comprehension Instruction: Research Based Best Practices* (3rd edition). NY: Guilford Press.
- Cartwright, K. B., Coppage, E. A., Lane, A. B., Singleton, T., Marshall, T. R., & Bentivegna, C. (2017). Cognitive flexibility deficits in children with specific reading comprehension difficulties. *Contemporary Educational Psychology*. 50, 33-44. Doi: 10.1016/j.cedpsych.2016.01.003.
- Clark, L., Cool, R., & Robbins, T. W. (2004). The neuropsychology of ventral prefrontal cortex: Decision-making and reversal learning. *Brain and Cognition*. 55(1), 41-53. Doi: 10.1016/S0278-2626(03)00284-7.
- Colé, P., Duncan, L. G., & Blaye, A. (2014). Cognitive flexibility predicts early reading skills. *Frontiers in Psychology*. 5 (565), 2 – 8. Doi: 10.3389/fpsyg.2014.00565.
- 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.
- Dias, N., & Seabra, A. G. (2013). Funções Executivas: desenvolvimento e intervenção. *Temas sobre Desenvolvimento*. 19 (107), 206 – 212.
- Diamond, A. (2002). Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. In D. T. Stuss & R. T. Knight (Eds.), *Principles of frontal lobe function* (p. 466–503). Oxford University Press. Doi: 10.1093/acprof:oso/9780195134971.003.0029.
- Diamond, A. (2006). The Early Development of Executive Functions. In E. Bialystok & F. I. M. Craik (Eds.), *Lifespan cognition: Mechanisms of change* (p. 70–95). Oxford University Press. Doi: 10.1093/acprof:oso/9780195169539.003.0006.
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135-168. Doi: 10.1146/annurev-psych-113011-143750.
- Eriksson, J., Vogel, E. K., Lansner, A., Bergström, F., & Nyberg, L. (2015). Neurocognitive Architecture of Working Memory. *Neuron Perspective*. 88(1), 33-46. Doi: 10.1016/j.neuron.2015.09.020.
- Fallon, S. J., & Cools, R. (2014). Reward Acts on the PFC to Enhance Distractor Resistance of Working Memory Representations. *Journal of Cognitive Neuroscience* 26(12), 1-15. Doi: 10.1162/jocn_a_00676.
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2017). Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window cognitive structure. *Cortex*. 86, 186 – 204. Doi: 10.1016/j.cortex.2016.04.01.
- Gathercole, S.E., Pinckering, S. J., Ambridge, B., & Wearing, H. (2004) The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental psychology*. 40(2), 177-190. Doi: 10.1037/0012-1694.40.2.177.
- Goldman-Rakic, P.S. (1995). Cellular Basis of Working Memory. *Neuron*. 14(3), 477-85. Doi: 10.1016/0896-6273(95)90304-6.

- Gómez, C. M., Barriga-Paulino, C. I., Rodríguez-Martínez, E. I., Rojas-Benjumea, M. A., Arjona, A., & Gómez-González, J. (2017). The neurophysiology of working memory development: from childhood to adolescence and young adulthood. *Reviews in the Neurosciences*. 29 (3), 261-282. Doi: 10.1515/revneuro-2017-0073.
- Gonçalves, H. A., Viapiana, V. F., Sartori, M. S., Giacomoni, C. H., Lilian Milnitsky Stein, L. M., & Fonseca, R. P. (2017). Funções executivas predizem o processamento de habilidades básicas de leitura, escrita e matemática? *Revista Neuropsicologia Latinoamericana*. 9 (3), 42-54. Doi: 10.5579/rnl.2016.0393.
- Kawasaki, M., & Yamaguchi, Y. (2013). Frontal theta and beta synchronizations for monetary increase visual working memory capacity. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*. 8 (5), 523 – 530. Doi: 10.1093/scan/nss027.
- Kimberg, D. Y., Aguirre, G. K., Lease, J., & D'Esposito, M. (2001). Cortical effects of bromocriptine, a D-2 dopamine receptor agonist, in human subjects, revealed by fMRI. *Human Brain Mapping*. 12 (4), 246 – 257. Doi: 10.1002/1097-0193(200104)12:4<246::AID-HBM1019>3.0.CO;2-9.
- Klingberg, T. (2012). Is working memory capacity fixed? *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*. 1(3), 194–196. Doi: 10.1016/j.jarmac.2012.07.004.
- Kluwe-Schiavon, B., Viola, W. T., & Grassi-Oliveira. (2012). Modelos teóricos sobre construto único ou múltiplos processos das funções executivas. *Revista Neuropsicológica Latinoamericana*. 4(2), 29-34. Doi: 10.5579/rnl.2012.00106.
- Krawczyk, D. C., Gazzaley, A., & D'Esposito, M. (2007). Reward modulation of prefrontal and visual association cortex during an incentive working memory task. *Brain Research*. 1141, 168-177. Doi: 10.1016/j.brainres.2007.01.052.
- Landau, S. M., Lal, R., O'Neil, J. P., Baker, S., & Jagust, W. J. (2009). Striatal Dopamine and Working Memory. *Cerebral Cortex*. 19(2), 445–454. Doi: 10.1093/cercor/bhn095.
- Laudecer, C. D., Schlund, M. W., & Segreti, A. M. (2019). Positive reinforcement modulates fronto-limbic systems subserving emotional interference in adolescents. *Behavioural Brain Research*. 338 (2018), 109–117. Doi: 10.1016/j.bbr.2017.10.019.
- Louie, K., Grattan, L. E., & Glimcher, P. W. (2011). Reward Value-Based Gain Control: Divisive Normalization in Parietal Cortex. *Journal of Neuroscience*. 31 (29), 10627-10639; Doi: 10.1523/JNEUROSCI.1237-11.2011.
- Luciana, M., & Nelson, C. A. (1998). The functional emergence of prefrontally-guided working memory systems in four- to eight-year-old children. *Neuropsychologia*. 36 (3), 273-293. Doi: 10.1016/S0028-3932(97)00109-7.
- Marceau, E. M.; Kelly, P. J.; & Solowij, N. (2017). The relationship between executive functions and emotion regulation in females attending therapeutic community treatment for substance use disorder. *Drug and Alcohol Dependence*. 182(2018), 58-66. Doi: 10.1016/j.drugalcdep.2017.10.008.
- Mason, A., Farrell, S., Howard-Jones, P., & Ludwig, C. J. H. (2017). The role of reward and reward uncertainty in episodic memory. *Journal of Memory and Language*. 96 (2017) 62–77. Doi: 10.1016/j.jml.2017.05.003.

- Miendlarzewska, E. A., Bavelier, D., & Schuwartz, S. (2015). Influence of reward motivation on human declarative memory. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. 61 (2016), 156-176. Doi: 10.1016/j.neubiorev.2015.11.015.
- Mischel, W., & Metzner, R. (1962). Preference for delayed reward as a function of age, intelligence, and length of delay interval. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*. 64(6), 425-431. Doi: 10.1037/h0045046.
- Miyake, A., Friedman, N.P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., & Howert, A. (2000). The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex “Frontal Lobe” Tasks: A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology*. 41, 49–100. Doi: 10.1006/cogp.1999.0734.
- Mourão Jr.; C. A. & Melo, L. B. R. (2011). Integração de Três Conceitos: Função Executiva, Memória de Trabalho e Aprendizado. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*. 27(3), 309-314. Doi: 10.1590/S0102-37722011000300006.
- Munakata, Y., Michaelson, L., Barker, J., Chevalier, N. (2013). Executive Functioning During Infancy and Childhood. In R. E. Tremblay, M. Boivin, & R. DeV Peters (Eds.), *Encyclopedia on Early Childhood Development*. Centre of Excellence for Early Childhood Development (CEECD).
- Nyberg, L., Andersson, M., Kauppi, K., Lundquist, A., Persson, J., Pudas, S., & Nilsson, L. G. (2014). Age-related and genetic modulation of frontal cortex efficiency. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 26(4), 746-754. Doi: 10.1162/jocn_a_00521.
- Pentland, L. M., Anderson, V. A., Dye, S., & Wood, S. J. (2003). The Nine Box Maze Test: A measure of spatial memory development in children. *Brain and Cognition*. 52(2003), 144 – 154. Doi: 10.1016/S0278-2626(03)00079-4.
- Prodanov, C. C., & Freitas, E. C. (2013). Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2ª. ed. – Novo Hamburgo: Feevale.
- Purdy, M. H. (2016). Executive functions: Theory, assessment, and treatment. In M. L. Kimbarow (Ed.), *Cognitive communication disorders* (p. 83–128). Plural Publishing Inc.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*. 25, 54–67. Doi: 0.1006/ceps.1999.1020.
- Skinner, B. F. (1982). Sobre o behaviorismo. Trad. de Maria da Penha Villalobos. São Paulo: Cultrix/EDUSP. Trabalho original publicado em 1974.
- Stretton, J., Winston, G., Sidhu, M., Centeno, M. Vollman, C., Bonelli, S., Symms, M., Koeppe, M., Ducan, J. S., & Thompson, P.J. (2012). Neural correlates of working memory in Temporal Lobe Epilepsy — An fMRI study. *NeuroImage*. 60 (3), 1696–1703. Doi: 10.1016/j.neuroimage.2012.01.126.
- Stelzer, F., Mazzoni, C. C., Cervign, M. A. (2014). Cognitive models of executive functions development. Methodological limitations and theoretical challenges. *Anales de Psicología*. 30 (1), 329-336. Doi: 10.6018/analesps.30.1.139251.

- Tirapu-Ustárrroz, J., García-Molina, A., Luna-Lario, P., Roig-Rovira, T., & Pelegrín-Valero, C. (2008). Modelos de funciones y control ejecutivo (I). *Revista de Neurología*. 46 (11), 684-692.
- Zelazo, P. D., Carter, A., Reznick, J. S., & Frye, D. (1997). Early Development of Executive Function: A Problem-Solving Framework. *Review of General Psychology*. 1(2), 198-226. Doi: 10.1037/1089-2680.1.2.198.
- Zelazo, P. D., & Müller, U. (2002). Executive Function in Typical and Atypical Development. *Blackwell Handbook of Childhood Cognitive Development*. 445-469. Doi: 10.1002/9780470996652.ch20.
- Zelazo, P. D., Qu, L., & Müller, U. (2005). Hot and cool aspects of executive function: Relations in early development. In W. Schneider, R. Schumann-Hengsteler, & B. Sodian (Eds.), *Young children's cognitive development: Interrelationships among executive functioning, working memory, verbal ability, and theory of mind* (p. 71–93). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Zelazo, P. D., & Carlson, S. M. (2012). Hot and Cool Executive Function in Childhood and Adolescence: Development and Plasticity. *Child Development Perspectives*. 6(4), 354-360. Doi: 10.1111/1750-8606.2012.00246.x.
- Zelazo, P. D. (2015). Executive function: Reflection, iterative reprocessing, complexity, and the developing brain. *Developmental Review*. 38 (2015), 55–68. Doi: 10.1016/j.dr.2015.07.001.

APÊNDICES



PÊNDICE A - CHECKLIST COMPORTAMENTAL



Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Núcleo de Estudos em Saúde Mental, Educação e Psicometria (NESMEP)

PROTOCOLO Nº:

CHECKLIST COMPORTAMENTAL

Comportamentos emitidos pela criança durante a execução da tarefa
(A ser respondido pelo examinador)

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Ausência do comportamento | Presença do comportamento algumas vezes (1 a 2 vezes) | Presença do comportamento várias vezes (3 a 4 vezes) | Presença do comportamento muitas vezes (5 a 6 vezes) | Presença do comportamento continuamente (7 vezes ou mais) |

| Durante a execução da tarefa foi possível perceber que a criança | | PONTUAÇÃO |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Durante a explicação da tarefa</i> | | |
| 01 | manteve atenção. | |
| 02 | comunicou dúvidas. | |
| 03 | fez perguntas. | |
| <i>Durante o treino</i> | | |
| 04 | fez perguntas. | |
| 05 | executou com brevidade. | |
| 06 | compreendeu a tarefa. | |
| 07 | demonstrou motivação. | |
| <i>Durante a execução da tarefa</i> | | |
| 08 | fez perguntas relacionadas a tarefa demonstrando curiosidade por esta. | |
| 09 | manteve o olhar voltado para a tarefa. | |
| 10 | relatou felicidade com o fato de estar realizando a tarefa. | |
| 11 | sorriu e/ou deu gargalhadas durante a realização da tarefa. | |
| 12 | bateu o mouse contra a mesa demonstrando satisfação com o seu desempenho. | |
| 13 | bateu o mouse contra a mesa demonstrando insatisfação com o seu desempenho. | |
| 14 | demonstrou nervosismo (balançar de pernas, roer unhas, colocar dedos na boca) | |
| 15 | persistiu na tarefa mesmo diante de eventuais dificuldades. | |
| 16 | usou estratégias criativas para executar a tarefa | |
| 17 | abordou assuntos não relacionados a tarefa. | |
| 18 | abandonou a tarefa sem terminar. | |
| 19 | apresentou erros propositalmente, mesmo sabendo a resposta correta | |
| 20 | levantou da cadeira durante a tarefa demonstrando desinteresse por esta | |
| 21 | relatou não estar gostando da tarefa | |
| 22 | pediu para beber água | |
| 23 | pediu para ir ao banheiro | |
| 24 | apresentou queixa relacionada ao tempo da tarefa | |
| <i>Ao terminar a tarefa</i> | | |
| 25 | elogiou. | |
| 26 | relatou não ter gostado. | |

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO



Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Núcleo de Estudos em Saúde Mental, Educação e Psicometria (NESMEP)



PROTOCOLO Nº:

QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO (A ser respondido pelo responsável)

EIXO I – DADOS PESSOAIS DO PARTICIPANTE

1. **Idade:** _____

2. **Nível de escolaridade:**

() Educação Infantil (creches ou pré-escolas)

() Ensino Fundamental I (1º ao 5º ano)

() 1º. Ano () 2º. Ano () 3ºano () 4º. Ano () 5º. Ano

3. **Rede Escolar:**

() Pública () Privada

4. **Seu (sua) filho (a) sabe ler?** () SIM () NÃO

5. **Seu (sua) filho (a) apresenta dificuldades na escola?** () SIM () NÃO

Caso tenha respondido SIM na questão anterior, esclareça qual(is) a(s) dificuldade(s): _____

6. **Apresenta algum diagnóstico psiquiátrico e/ou psicológico?** () SIM () NÃO

Em caso afirmativo, cite-o: _____

7. **Apresenta algum problema visual e/ou auditivo?** () SIM () NÃO

Em caso de resposta afirmativa, cite-o: _____

8. **Como você define os estudos do seu (sua) filho (a) em casa?** Marque a opção que é mais condizente com a sua realidade:

() Ele faz a tarefa sozinho

() Ele estuda em um reforço

() Eu o ajudo a responder toda a atividade

() Eu ajudo apenas no necessário.

() Outro: _____

14. *Número de irmãos:* _____

Por gentileza, identifique qual o seu grau de parentesco com a criança (exemplo: mãe, pai, avó): _____

APÊNDICE C - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE ASSENTIMENTO PARA PARTICIPANTE MENOR DE IDADE (6 anos acima) BASEADO NAS DIRETRIZES DA RESOLUÇÃO CNS, Nº466/2012, MS

Prezado(a) Participante,

Esta pesquisa é sobre **MEMÓRIA DE TRABALHO NA INFÂNCIA** e está sendo desenvolvida por Faheyra Aragão Rodrigues Ferreira, do Curso de Pós-Graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento da Universidade Federal da Paraíba, sob a orientação do(a) Prof.(a) Dra. Carla Alexandra S. M. Minervino.

O objetivo do estudo será analisar o efeito da recompensa na memória de trabalho de crianças, ou seja, estamos querendo saber se ao saber que terá um “prêmio” no final da atividade você ficará mais motivado para realizar a atividade. Isso será interessante para que os pesquisadores possam construir atividades mais motivantes (legais) para as crianças.

Você pode participar se quiser ou poderá desistir caso não ache legal. Se você se sentir cansado, basta avisar que nós paramos a atividade. A atividade será feita no computador, e é um jogo eletrônico.

Depois de todas as crianças jogarem, vamos analisar as respostas de todos. Assim gostaríamos de saber se você permite que os pesquisadores apresentem os teus resultados em eventos da área de saúde e publicar em revista científica nacional e/ou internacional. *Mas não se preocupe seu nome não será revelado.*


Só para lembrar: sua participação no estudo é voluntária e, portanto, você não é obrigado(a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador(a). Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano, nem haverá modificação na assistência que vem recebendo na Instituição (se for o caso). Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Assinatura do(a) pesquisador(a)

Eu aceito participar da pesquisa, que tem o objetivo analisar o efeito da recompensa na memória de trabalho de crianças. Entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir sem que nada me aconteça.

Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com os meus pais e/ou responsáveis. Li e concordo em participar como voluntário da pesquisa descrita acima. Estou ciente que meu pai e/ou responsável receberá uma via deste documento.

João Pessoa, ____ de _____ de _____


Impressão dactiloscópica

Assinatura do participante (menor de idade)

Contato com o Pesquisador (a) Responsável: 83 98807-4500

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor ligar para o (a) pesquisador (a) Faheyra Aragão.

Telefone: 98807-4500 ou nesmep.ufpb@gmail.com - ou para o Comitê de Ética do CCM: *Centro de Ciências Médicas, 3º andar, sala 14 - Cidade Universitária - Campus I, Universidade Federal da Paraíba, CEP: 58051-900 - Bairro Castelo Branco - João Pessoa - PB. Telefone: (83) 3216.7619. E-mail: comitedeetica@ccm.ufpb.br*

APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE BASEADO NAS DIRETRIZES DA RESOLUÇÃO CNS Nº466/2012, MS.

Prezado (a) Senhor (a)

Esta pesquisa é sobre **MEMÓRIA DE TRABALHO NA INFÂNCIA** e está sendo desenvolvida por Faheyra Aragão Rodrigues Ferreira, do Curso de Pós-Graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento da Universidade Federal da Paraíba, sob a orientação do(a) Prof.(a) Dra. Carla Alexandra S. M. Minervino.

O objetivo do estudo será analisar o efeito da recompensa na memória de trabalho de crianças. A finalidade deste trabalho é contribuir para possibilitar o acesso, estimular troca de ideias e opiniões referentes à comunidade acadêmica ou não acadêmica sobre o efeito da recompensa na memória de trabalho de crianças, influenciando na forma de avaliação, e levando intervenções mais atrativas no ambiente escolar.

Solicitamos o seu consentimento para que seu filho seja colaborador deste projeto, respondendo a atividades simples e rápidas, como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de saúde e publicar em revista científica nacional e/ou internacional. Por ocasião da publicação dos resultados, os nomes serão mantidos em sigilo absoluto. Informamos que essa pesquisa apresenta como riscos previsíveis a desmotivação e a fadiga durante execução dos instrumentos, neste sentido, lhe será permitido parar ou desistir do estudo a qualquer momento sem que sofra qualquer consequência por isso.

Esclarecemos que a **participação do(a) seu/sua filho(a)** no estudo é voluntária e, portanto, o(a) senhor(a) não é obrigado(a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador(a). Caso decida não participar do estudo, ou seu/sua filho(a) resolver a qualquer momento desistir do mesmo, ele(a) não sofrerá nenhum dano, nem haverá modificação na assistência que vem recebendo na Instituição (se for o caso). Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Assinatura do(a) pesquisador(a) responsável

Considerando, que fui informado(a) dos objetivos e da relevância do estudo proposto, de como será minha participação, dos procedimentos e riscos decorrentes deste estudo, declaro o meu consentimento em participar da pesquisa, como também concordo que os dados obtidos na investigação sejam utilizados para fins científicos (divulgação em eventos e publicações). Estou ciente que receberei uma via desse documento.

João Pessoa, ____ de _____ de _____



Impressão dactiloscópica

Assinatura do participante ou responsável legal

Contato com o Pesquisador (a) Responsável: 83 98807-4500

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor ligar para o (a) pesquisador (a) Faheyra Aragão.

Telefone: 98807-4500 ou nesmep.ufpb@gmail.com - ou para o Comitê de Ética do CCM: *Centro de Ciências Médicas, 3º andar, sala 14 - Cidade Universitária - Campus I, Universidade Federal da Paraíba, CEP: 58051-900 - Bairro Castelo Branco - João Pessoa - PB. Telefone: (83) 3216.7619. E-mail: comitedeetica@ccm.ufpb.br*