



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes
Departamento de Psicologia
Trabalho de Conclusão de Curso

Memória de Trabalho Infantil: Informatização de uma Tarefa Avaliativa

Andriely dos Santos Cordeiro

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Psicologia da Universidade Federal da Paraíba como parte dos requisitos necessários para obtenção do diploma de Formação em Psicologia.

Orientadora: Profa. Dra. Carla Moita Minervino

João Pessoa
Novembro/2018

Título Expandido: Memória de Trabalho Infantil: Informatização de uma Tarefa Avaliativa

Expanded Title: Working Memory of Children: Informatization of Assessment Task

Título Abreviado: Avaliação da Memória Infantil

RESUMO

A memória de trabalho é a capacidade que possibilita às pessoas manter uma informação na “mente” e trabalhar com ela. Os objetivos desse estudo foram 1) apresentar o processo de informatização da TIMTraC e 2) analisar o desempenho em memória de trabalho de crianças com idades entre cinco e 11 anos através da realização desta tarefa. No estudo 1, a TIMTRaC foi informatizada com a utilização do *GameMaker* e sua adequação foi avaliada qualitativamente a partir da aplicação com um pequeno grupo amostral (N=20). Modificações foram realizadas para melhoria da tarefa. No estudo 2, participaram 224 crianças de escolas públicas e privada (M = 8,12 anos; DP = 1,72), os desempenhos das crianças foram analisados com o auxílio do *Software IBM SPSS Statistics 21*, de acordo com o sexo, a idade, ano escolar, habilidade de leitura, presença de dificuldade escolar, tipos de apoio escolar, tempo de estudo fora da escola, acesso anterior a computador e renda familiar. Não foram encontradas diferenças de acordo com o sexo, tempo de estudo fora da escola, acesso anterior a computador ou renda familiar. Foi observado que o desempenho das crianças na TIMTraC melhora conforme o avanço da idade e do ano escolar. Além disso, as crianças leitoras, aquelas que não possuem dificuldade escolar, e aquelas que costumam fazer a tarefa de casa sozinhas obtiveram melhor desempenho nesta tarefa. Esse estudo contribui com a apresentação de uma tarefa informatizada que avalia a capacidade de memória de trabalho em crianças, a qual está relacionada ao desempenho escolar. Essa tarefa pode contribuir para a detecção e intervenção precoces de crianças que apresentem déficits nesta habilidade, para que elas não tenham prejuízo escolar futuro.

PALAVRAS-CHAVE: Memória de Trabalho, Infância, Avaliação, Informatização, Desempenho Escolar.

ABSTRACT

Working memory is the ability that enables people to keep information in the "mind" and work with it. The objectives of this study were 1) to present the TIMTraC informatization process and 2) to analyze the performance in working memory of children between five and 11 years old through this task. In study 1, the TIMTRaC was informatized with the use of *GameMaker* and its suitability was evaluated qualitatively from the application with a small sample group (N = 20). Modifications were made to improve the task. In study 2, participated 224 children from public and private schools (M = 8.12 years; SD = 1.72) participated, the children's performances were analyzed using the *IBM SPSS Statistics 21 Software*, according to gender, age, school year, reading ability, presence of school difficulties, types of school support, out-of-school study time, prior computer access, and family income. No differences were found according to gender, out-of-school study time, previous computer access, or family income. It was observed that the performance of the children in the TIMTraC improves as the age and the school year advance. In addition, the reading children, those who do not have school difficulties, and those who usually do the homework alone have performed better in this task. This study contributes to the presentation of a informatized task that assesses the ability of Working Memory in children, which is related to school performance. This task can contribute to the early detection and intervention of children who present deficits in this ability, so that they do not have future school impairment.

KEYWORDS: Working Memory, Childhood, Assessment, Informatization, Academic Performance.

Introdução

Vivências do dia-a-dia produzem imagens e emoções, estas são guardadas na memória e podem influenciar a forma de agir das pessoas. O cérebro ou a função cerebral e o comportamento humano estão relacionados. A neuropsicologia é a ciência que investiga essa relação (Lage, Albuquerque, & Christie, 2014) e compreende o estudo de diversas funções cognitivas, sendo uma das mais estudadas, a memória, tendo em vista que é uma das funções mais complexas, pois envolve a recepção, arquivamento e recordação de informações (Abreu, Rivero, Coutinho, & Bueno, 2014).

Memória pode ser definida como a capacidade de adquirir, armazenar e recuperar diversos tipos de informação, e é indispensável tanto para a sobrevivência, como para a formação da identidade (Bueno & Batistela, 2015). Entre os primeiros pesquisadores, Atkinson e Shiffrin propuseram a divisão da memória no que se refere a sua duração como memória de curta duração (MCD) e memória de longa duração (MLD). Embora, até hoje essa denominação seja utilizada, a forma como o modelo foi proposto não garantiu muita aceitação entre a academia científica da época. Ele atribuía a dependência do ser humano na MCD, inclusive a sujeição das informações de longa duração. Assim, tudo iniciou com o que parecia ser um único módulo: A memória verbal de curto prazo e sua relação com a memória de longo prazo, porém, com a crescente complexidade do campo e aparente falta de progresso, muitos investigadores migraram para outras áreas. Para reestruturar este pensamento, Baddeley e Hitch propuseram buscar qual seria a verdadeira função da MCD. Este trabalho resultou na teoria da memória de trabalho (MT), o sistema que suportava a capacidade de trabalho mental e pensamento coerente; diferente da MCD e sua habilidade em apenas guardar a informação por um breve período de tempo (Baddeley, Anderson, & Eysenk, 2011; Baddeley, 2017).

A MT é um conceito teórico que pressupõe um sistema integrado envolvendo armazenamento temporário, controle da atenção, e manipulação de uma informação, ele suporta uma gama de processos cognitivos e tarefas. Pela sequência da concepção do modelo, ela começou podendo ser dividida em três componentes: 1) o executivo central, que é considerado um sistema de controle da atenção; 2) o esboço visuoespacial, que manipula imagens visuais; e 3) a alça fonológica, a qual armazena informações baseadas na fala (Baddeley, 1992, 2017).

Com o passar dos anos, porém, ficou cada vez mais claro que o modelo original de três componentes estava encontrando problemas de dois tipos básicos. A primeira foi a questão de como os sistemas visuoespaciais e verbais interagem e, segundo, como o sistema inteiro interagia com a MLD. Por isso, foi acrescentado ao modelo um quarto componente, denominado *buffer* episódico ou retentor episódico, este seria responsável por unir informações de diversas fontes em episódios multidimensionais integrados (Baddeley, 2000, 2017).

Todas as evidências apontavam para o *buffer* episódico como um sistema de armazenamento valioso, mas passivo, a tela na qual informações vinculadas de outras fontes poderiam ser disponibilizadas à consciência e usadas para planejar ações futuras. A versão atual do modelo original de MT mantém seus três componentes originais, contudo, ele é mais detalhado e hierárquico. Ele tenta capturar o fluxo de informação dentro dos domínios verbal e visual, da percepção à MT. Supõe-se então que os domínios visual e fonológico influenciem a consciência através do *buffer* episódico, o qual usa essa informação para realimentar e controlar a entrada perceptual e para combinar informações da MLD para planejar, controlar e executar ações futuras. Dessa forma, a MT se interpõe entre cognição e ação, fornecendo um meio de entender a situação atual e planejar o futuro (Baddeley, 2017).

Componentes do executivo central importantes para este trabalho são os de “atualização” e “categorização”. A atualização implica na habilidade de realizar o processamento ativo e atualizar as informações na MT, esta é preditora de um nível geral de inteligência e auxilia no desempenho infantil de leitura, matemática, raciocínio e escrita (Ang, Lee, Cheam, Poon, & Koh, 2015; Corso, 2018; Mammarella, Pazzaglia, & Cornoldi, 2015; Pelegrina, Capodiece, Carreti, & Cornoldi, 2015; Wilhelm, Hildebrandt, & Oberauer, 2013).

Já com relação a capacidade de categorização, Diamond (2013) destaca que uma das melhores formas de mensurar a capacidade de MT é através da separação de informações em categorias. Além disso, alguns estudos indicam que esta habilidade é preditora da aprendizagem (Gray et al., 2017; Craig & Lewandowsky, 2012; Lewandowsky, 2011). Ainda, em estudo realizado por Barros et al. (2016) foi observado que os resultados para a função de categorização indicam que tal habilidade tem uma longa trajetória de desenvolvimento, a qual pode ser representada por uma curva ascendente, sem a presença de picos ao longo das diferentes faixas etárias.

A MT está presente em diversos contextos e nas mais diversas realizações do ser humano, com pesquisas que demonstram o seu uso desde muito cedo. Os estudos de Gathercole, Pickering, Ambridge e Wearing (2004) revelaram as mudanças que ocorrem no desempenho da MT ao longo da vida e verificaram que esta função está em vigor desde os seis anos de idade, aumentando linearmente a partir dos quatro anos até a adolescência. No nordeste da Inglaterra, Alloway, Gathercole e Pickering (2006) realizaram um estudo com 709 crianças de escolas primárias com o objetivo de investigar se a MT é consistente na infância, eles demonstraram que na faixa etária de quatro aos onze anos há um padrão de aumento de desempenho da MT.

A luz de pesquisas da última década, foi observado que mesmo os lactantes e as crianças pequenas já podem realizar prontamente tarefas que requerem a utilização da MT (Diamond, 2013). Com o objetivo de avaliar o desenvolvimento dos componentes do executivo central, Bell e Cuevas (2016) realizaram uma tarefa com bebês de nove a doze meses de vida e discutiram a prevalência de uma atualização do conteúdo da MT. Estas investigações referendam indícios de uma evolução premente na compreensão da MT em crianças.

O estudo da MT se faz de extrema importância, tendo em vista que essa capacidade é útil na manutenção das diferentes atividades que circundam a vida de uma criança, além do tempo necessário para a execução de uma tarefa complexa. É um tipo de memória crucial, tanto no momento de aquisição, como de evocação de toda e qualquer memória (Miranda et al., 2006). Esta habilidade é importante ainda para atividades formais, como a aquisição de leitura, escrita e matemática em crianças na fase do ensino fundamental. Pesquisas demonstram que a MT desempenha um papel imprescindível na aprendizagem de novas palavras, produção, decodificação de palavras e também compreensão da linguagem, além disso, a capacidade de MT é forte preditora da compreensão leitora, e déficits nessa capacidade podem dificultar essa compreensão. A MT é preditora também do desempenho em matemática (Costa, 2011; Faria & Mourão Júnior, 2013; Gonçalves et al., 2017; Menezes, Godoy, & Seabra, 2009; Swanson, 2017). Essas questões influenciam, obviamente, no desempenho escolar, Léon, Rodrigues, Seabra e Dias (2013), ao comparar funções executivas e desempenho escolar em crianças de seis a nove anos de idade, encontraram que a MT se correlacionou significativamente com o desempenho escolar das crianças. Outros estudos concordam que a MT é importante para o desempenho escolar (Capovilla, Berberian, Rezende, & Trevisan, 2008; Uehara & Landeira-Fernandez, 2010).

Um problema que a comunidade científica enfrenta há muito tempo é a compreensão dos processos cognitivos e de como o seu desenvolvimento acontece, especialmente no que

se refere às crianças em idade escolar, sabe-se que os fatores de desenvolvimento, ou seja, a capacidade cognitiva e eficiência melhoram com a idade (Osman & Sullivan, 2015). Apesar de existirem estudos que tratam da relação entre os processos cognitivos e o contexto cultural (Alansari & Soliman, 2012), classe social (Julvez et al., 2007), e nível socioeconômico (Sbicigo, Abaid, Dell’Aglia, & Salles, 2013), por exemplo, estes aspectos ainda são pouco estudados, o que dificulta a compreensão dos mesmos. As funções de atenção e memória estão relacionadas com a aprendizagem, e por isso, entender como elas são desempenhadas é fundamental para os profissionais que trabalham com essa faixa etária (Rodrigues, 2016).

A partir do conhecimento de como estas funções ocorrem, e com a utilização de testes psicológicos é possível a detecção precoce de um desenvolvimento atípico das funções cognitivas. De acordo com Muszkat e Cardoso (2016) existem períodos sensíveis na infância, os quais são essenciais para a intervenção precoce e reabilitação cognitiva. Portanto, é pertinente investigar essa habilidade precocemente em crianças, já que quanto mais cedo for observado um déficit ou prejuízo nesta capacidade, mais chances existem de reversão do quadro.

Foi realizado por Tomaz, Cordeiro, Carvalho e Minervino (2017) um levantamento dos testes presentes no Sistema de Avaliação de Testes Psicológicos (SATEPSI), com o objetivo de investigar quais os recursos disponíveis para a avaliação da MT em crianças. Os instrumentos presentes na lista foram submetidos aos critérios de inclusão: a) estar presente na lista completa dos testes psicológicos do SATEPSI; e b) indicar que avaliava MT. Os critérios de exclusão foram os seguintes: a) ser categorizado como “desfavorável” no resultado final do parecer do SATEPSI; e b) não contemplar a faixa etária abaixo dos 12 anos.

Verificou-se a existência de 164 testes psicológicos autorizados para utilização, contudo, apenas 13 avaliavam MT, dos quais 4 testes estavam relacionados à faixa etária proposta, quais sejam: O teste das Figuras Complexas de Rey; a Escala de Inteligência Wechsler para Crianças 4ª edição (WISC-IV); Teste de Retenção Visual de Benton (BVRT); e o Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Infantil (NEUPSILIN – Inf) (Tomaz et al., 2017). O método de avaliação utilizado por esses instrumentos continua sendo a versão papel e lápis, o que corrobora a crítica feita por Almeida (1999) de que as teorias sobre os construtos são reformuladas, porém, as formas de avaliação continuam iguais.

Sendo assim, dada a carência de instrumentos informatizados validados no Brasil que avaliam MT, é relevante a informatização da Tarefa de Memória de Trabalho Visuoespacial para Crianças, construída em projeto anterior (versão papel e lápis), para uso em crianças localizadas na faixa etária entre cinco e 11 anos.

A informatização da tarefa apresenta diversas vantagens, como o uso de menos folhas de resposta; menor tempo de aplicação; aplicação padronizada, possuindo uma menor quantidade de erros; maior rigidez no que diz respeito ao controle das regras dos testes; uma maior observação dos aspectos qualitativos por parte do examinador; armazenamento dos dados automáticos no próprio computador ou em rede; redução de erros na correção das respostas dos participantes; boa acessibilidade para pessoas com dificuldades motoras nas telas sensíveis ao toque; riqueza de estímulos visuais e sonoros, o que facilita a motivação de crianças, uma vez que a tarefa é mais atrativa que os testes tradicionais; comportamento menos disperso, como consequência de um maior envolvimento e persistência na realização da tarefa; a ocupação de um menor espaço físico para a administração da tarefa, entre outras (Moita, 2013; Pires, 2014; Santos, 2017).

O trabalho foi dividido em dois estudos, o estudo 1 tinha como objetivo informatizar a Tarefa de Memória de Trabalho Visuoespacial para Crianças (instrumento construído em versão papel e lápis em projeto anterior), transformando-o na TIMTraC – Tarefa Informatizada de Memória de Trabalho para crianças, um teste em formato de jogo. Além

disso, planejou-se analisar qualitativamente a aplicabilidade e funcionalidade do instrumento enquanto a criança o respondia. Já o estudo 2 tinha o intuito de analisar o desempenho das crianças em memória de trabalho através desta tarefa informatizada. Avaliar também, se existiam distinções no desempenho da amostra nos diferentes grupos avaliados (idade, sexo, ano escolar, habilidade de leitura, dificuldade escolar, tipos de apoio escolar, acesso à computador ou *notebook*, tempo de estudo e renda familiar), como também se alguma das variáveis quantitativas se correlacionaria com os desempenhos no bloco 1, bloco 2, e com o escore total. Pretendia-se verificar ainda quais os tipos de erro cometidos com maior frequência em cada grupo de idade. A hipótese do estudo era que ao passo que as crianças crescem, com o aumento de idade e aumento do ano escolar, o desempenho da tarefa torna-se melhor, elas acertam uma maior quantidade de itens.

Métodos

Estudo 1

Participantes

Esse estudo foi realizado com uma amostra de 20 crianças residentes no interior do Estado da Paraíba, matriculadas no ensino público, cujas idades variaram dos cinco aos dez anos ($M=7,75$; $DP=1,55$). As crianças participantes estavam matriculadas na educação infantil ($n=3$); 2º ano ($n=4$); 3º ano ($n=3$); 4º ano ($n=5$); 5º ano ($n=4$); e 6º ano ($n=1$), sendo 10 crianças do sexo feminino.

Instrumentos

1. *Questionário sociodemográfico*: Questionário elaborado pelos pesquisadores. Foi aplicado à uma pessoa responsável pela criança participante, ele continha dez questões objetivas, algumas eram referentes aos dados de identificação, quais sejam: 1) idade da criança; 2) sexo; e 3) nível de escolaridade. Outras questionavam a respeito da 4) presença de dificuldades escolares; 5) se a criança tinha algum diagnóstico psiquiátrico e/ou psicológico; e 6) se apresentava problema visual e/ou auditivo não corrigidos, caso a resposta fosse sim para qualquer uma das perguntas anteriores, a pessoa responsável precisava especificar qual era a dificuldade, diagnóstico ou problema. Havia questões ainda sobre o 7) tipo de apoio escolar, ou seja, como as crianças costumavam fazer a tarefa da escola (sozinha; em um reforço; ajudadas em toda a tarefa por alguém; ou auxiliada apenas no necessário); 8) sobre o tempo de estudo da criança fora da escola (menos de uma hora, de uma a duas, de duas a três, de três a quatro, quatro horas ou mais); 9) sobre a renda familiar (até um salário mínimo, de um a dois, de dois a três, mais de três salários mínimos); e 10) sobre o número de pessoas que moram na casa (duas, três, quatro, cinco ou mais); e

2. *Tarefa Informatizada de Memória de Trabalho para crianças (TIMTraC)*: Essa tarefa em formato de jogo avalia a memória de trabalho visuoespacial e conta com figuras de animais, meios de transporte e paisagens. É composto por duas etapas, na primeira etapa é avaliado o componente “atualização” da MT, em que a criança precisa memorizar algumas imagens, e identifica-las posteriormente, na ordem em que foram apresentadas. Na segunda etapa avalia-se o componente “categorização”, a criança precisa, mais uma vez, memorizar os elementos apresentados, e em seguida, posicioná-los no local adequado. Cada uma das etapas é composta por oito itens com nível crescente de dificuldade, e o escore de cada item varia de zero a um, sendo que o zero classifica erro, e o um classifica acerto.

Os erros cometidos pelas crianças no bloco 1 são classificados em: a) omissão: a criança esquece de mencionar algum dos animais apresentados; b) ordem: a criança apresenta os animais corretamente, mas erra a ordem de apresentação; c) acréscimo: a criança responde

com os animais corretos, na ordem correta, mas acrescenta um animal que não havia sido apresentado; d) substituição: a criança apresenta os animais corretamente, mas troca apenas um animal; e) mais de um tipo de erro: a criança erra mais do que um dos tipos mencionados anteriormente, por exemplo, acrescenta um animal que não havia sido apresentado e erra também a ordem de apresentação.

No bloco 2, os tipos de erro são classificados em: a) omissão: a criança esquece um animal ou meio de transporte; b) acréscimo: a criança acerta os animais e os meios de transporte, mas acrescenta algo que não foi apresentado; c) contexto: a criança coloca um ou mais animais no contexto urbano, ou um ou mais meios de transporte no contexto rural; d) local inadequado: a criança coloca os animais ou meios de transporte no local inadequado, um exemplo é colocar o bem-te-vi na água, ao invés de colocá-lo no ar; e) substituição: a criança acerta todos os animais e objetos, mas troca algum deles, um exemplo é trocar o pombo pelo bem-te-vi; e f) mais de um tipo de erro: a criança comete mais de um tipo de erro dos previamente classificados.

Procedimentos

A partir da constatação de que não seria ideal para a construção dos itens do instrumento a utilização de imagens de domínio público, foi contratado um *Designer* para a elaboração dos desenhos. Para a informatização da TIMTraC foi usado o *GameMaker Studio*, um programa de criação de jogos.

O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba (CAAE: 67250517.0.0000.5188). A amostra foi escolhida por conveniência, sendo solicitado aos pais o preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e do questionário sociodemográfico. Depois da autorização dos pais/responsáveis, as crianças assinaram o Termo de Assentimento para Participante Menor de Idade e responderam a TIMTraC. Com o objetivo de assegurar maior fidedignidade na transcrição das respostas das crianças, foi aplicado o *Open Broadcaster Software* para a gravação da tela do computador no momento da execução do jogo. Além disso, foi elaborado um crivo para correção das respostas dos participantes.

Estudo 2

Participantes

Foram recrutadas para participar desse estudo 234 crianças, porém, depois da análise dos critérios de exclusão, dez sujeitos foram excluídos, totalizando assim, uma amostra final de 224 crianças, as quais foram representadas pelos seguintes grupos: *a) idade* (M=8,12; DP=1,72): 5 anos (n=6), 6 anos (n=54), 7 anos (n=31), 8 anos (n=24), 9 anos (n=49), 10 anos (n=46), e 11 anos (n=14); *b) ano escolar*: educação infantil (n=6), 1º ano (n=56), 2º ano (n=30), 3º ano (n=26), 4º ano (n=48), e 5º ano (n=58); e *c) sexo*: feminino (n=112), e masculino (n=112). Esse estudo foi realizado em uma escola pública do município de João Pessoa, uma escola pública de Pedras de Fogo e uma escola pública e outra particular em Alagoinha, cidades do estado da Paraíba. Para obtenção dessa amostra, foram aplicados os seguintes critérios de inclusão e exclusão:

Crítérios de inclusão: (1) Apresentar o TCLE devidamente assinado; (2) Pertencer a faixa etária pré-estabelecida; e (3) Estar devidamente matriculado e ser assíduo na escola.

Crítérios de exclusão: (1) Possuir histórico de repetência escolar; (2) Apresentar desempenho inferior ao esperado para sua faixa etária no teste do Desenho da Figura Humana (Wechsler, 2003); e (3) Apresentar déficits cognitivos, problemas visuais e/ou auditivos não corrigidos, cujas informações foram obtidas através da aplicação de questionário sociodemográfico dirigido aos pais/responsáveis.

Instrumentos

1. *Questionário sociodemográfico*: Esse questionário continha as mesmas perguntas do estudo 1, porém, com as modificações, outras questões objetivas foram acrescentadas, quais sejam: 1) tipo de ensino (público ou particular); 2) habilidade de leitura (se a criança sabia ou não ler); e 3) acesso a computador (se a criança tinha ou não acesso a computador ou notebook).

2. *Desenho da figura humana*: É um instrumento para avaliação do desenvolvimento cognitivo através do desenho da figura humana, o qual pode ser aplicado em crianças dos cinco aos 12 anos. É solicitado dois desenhos, um feminino e outro masculino, sendo que cada um dos desenhos é realizado numa folha apropriada. A correção deste teste é feita a partir dos pontos adquiridos pela criança em cada um dos desenhos, utilizando os critérios de pontuação descritos no DFH III, que é o manual do *Desenho da Figura Humana para Avaliação do desenvolvimento cognitivo de crianças brasileiras* (Wechsler, 2003). Neste estudo, a aplicação foi realizada de forma individual, sem limite de tempo.

3. *Tarefa Informatizada de Memória de Trabalho para crianças (TIMTraC)*: Essa tarefa é a mesma aplicada no estudo 1, porém, com algumas adaptações conforme a necessidade observada em tal estudo. Tais modificações podem ser encontradas nos resultados.

Após as alterações realizadas na TIMTraC no estudo 1, foram analisadas as propriedades psicométricas desta tarefa, sendo investigada a consistência interna de seus itens pela fórmula 20 de Kurder-Richardson e verificada a validade de construto desta, por meio da análise fatorial exploratória, na qual foi encontrada um valor ($KR-20=0,66$). A rotação dos itens em um único fator obteve uma variância explicada em torno de 25% (Tomaz, Cordeiro, & Minervino, no prelo). Logo depois da validação da TIMTraC, foi realizado o estudo 2, para a avaliação do desempenho de crianças em MT através de tal tarefa.

Procedimentos

Em um primeiro momento, as crianças participantes responderam ao Desenho da Figura Humana e em seguida, a TIMTraC, em uma sala disponibilizada pelas instituições no período regular de ensino. Com o objetivo de assegurar maior fidedignidade na transcrição das respostas das crianças, foi aplicado o *Open Broadcaster Software* para a gravação da tela do computador no momento da execução do jogo e posterior correção.

Análise dos dados

Foi utilizado para auxílio nas análises dos dados o *Software IBM SPSS Statistics 21*. Foram realizadas análises descritivas dos dados (média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, variância) para caracterização da amostra, incluindo tabelas de referência cruzada para avaliação dos tipos de erro cometidos com maior frequência.

A não normalidade dos dados foi observada a partir dos testes de normalidade de Shapiro-Wilk. Foram realizadas estatísticas de qui-quadrado para analisar se haviam diferenças entre os grupos que possuíam variáveis categóricas (dificuldade escolar, apoio escolar, habilidade de leitura, e acesso a computador). Com o objetivo de analisar se existiam diferenças no desempenho das crianças de acordo com o grupo, foram realizados testes de Mann-Whitney para aquelas variáveis que possuíam duas categorias independentes (sexo, habilidade de leitura, dificuldade escolar e acesso à computador), e quando encontradas diferenças foi calculado o tamanho de efeito r , a partir do escore Z . Os parâmetros utilizados para interpretação do tamanho de efeito foram os seguintes: insignificante: $<0,19$; pequeno: $0,20-0,49$; médio: $0,50-0,79$; grande: $0,80-1,29$; e muito grande: $>1,30$ (Cohen, 1988; Rosenthal, 1996). Também foram utilizados testes de Kruskal-Wallis para as variáveis que possuíam mais de duas categorias independentes (apoio escolar, tempo de estudo, e renda

familiar). Para calcular o tamanho de efeito r , relativo as diferenças encontradas no teste de Kruskal-wallis, foram realizados testes de Mann-Whitney com os grupos nos quais foram localizadas as diferenças, para que assim fosse possível obter um escore Z , e a partir disso, calcular o r .

Foram realizadas análises de correlação de Spearman, objetivando analisar as variáveis de idade, ano escolar, tempo de estudo, renda familiar relacionadas ao desempenho na TIMTraC. Com o intuito de verificar se as variáveis de idade e ano escolar são capazes de prever os dados de desempenho, foram utilizadas regressões lineares simples.

Resultados

Estudo 1

Com a observação qualitativa e análise das reações das crianças ao responder o instrumento, percebeu-se que existiam algumas questões passíveis de modificação, quais sejam:

1. *Forma de aplicação:* Planejava-se realizar a coleta com grupos de dez crianças, porém, com essa aplicação inicial, percebeu-se que no momento de aplicação seria preciso controlar o máximo de variáveis que pudessem interferir no resultado das crianças, tendo em vista que pequenos momentos de desatenção acarretavam no erro do item. Assim, foi decidido que a aplicação deveria acontecer individualmente ou em dupla, no máximo.

2. *Utilização do mouse:* O mouse utilizado nesta coleta foi o *mouse gamer fortrek USB spider OM704*, o que verificou-se como uma dificuldade para algumas crianças, já que este é um mouse grande. Outras crianças já estavam acostumadas a utilizar computador portátil, e por isso, pediram para utilizar o *mousepad* do *notebook*. Diante dessas questões, definiu-se que as crianças poderiam escolher entre a utilização do *Pisc optical mouse – MOD 1810* (pequeno e com cabo retrátil, portanto, de melhor manipulação pelas crianças) e do *mousepad* do *notebook*.

3. *Fase de treino:* A maioria das crianças que participou deste estudo não havia usado um computador anteriormente, não sabiam o que era o *mouse*, nem como funcionava. Então, foi necessário explica-los como se dava o funcionamento e treiná-los rapidamente com alguns arquivos da área de trabalho. Apesar de existir um item de treino no instrumento, percebeu-se que este era insuficiente para que as crianças compreendessem a função arrastar e soltar utilizada na TIMTraC, desta forma, planejou-se inserir uma fase de treino desta função, visualizada na Figura 1, na qual as crianças precisavam arrastar os animais para o local indicado.

Inserir Figura 1 aqui

4. *Itens de confirmação:* Algumas crianças, apesar de afirmarem que compreenderam a instrução, perguntavam algo importante ao longo da tarefa. Por isso, planejou-se que seriam inseridos itens de confirmação do entendimento das instruções na própria tarefa, para que a criança demonstrasse, através de suas respostas a esses itens, plena compreensão das explicações fornecidas pelos aplicadores.

Inserir Figura 2 aqui

5. *Música e premiação*: Algumas crianças demonstraram desmotivação ao longo da tarefa. Assim, planejou-se inserir musicalização na TIMTraC, como também, emitir um prêmio automático de “Gênio da Memória” na conclusão deste, mesmo que o desempenho da criança não fosse adequado.

Inserir Figura 3 aqui

Foram planejadas também, a partir destas análises, algumas modificações no questionário sociodemográfico, como a inserção de perguntas sobre o tipo de ensino, capacidade de leitura por parte da criança e acessibilidade ao computador.

Estudo 2

Foram conduzidas estatísticas descritivas acerca do desempenho das crianças na TIMTraC, na Tabela 1 abaixo, podem ser encontradas as médias obtidas por cada grupo de idade, percebe-se, a partir desta tabela, um aumento crescente das médias conforme a idade aumenta. Acontecem exceções nas três situações, porém, todas no mesmo grupo de idade, crianças com 11 anos.

Inserir Tabela 1 aqui

Foram realizadas tabulações cruzadas entre os grupos de idade e os tipos de erro cometidos em todos os itens, tanto do bloco 1, quanto do bloco 2. Assim, percebeu-se que no bloco 1, até o item 4, a maior frequência é de acertos, entretanto a partir do item 5, a maior frequência passa a ser de mais de um tipo de erro, as crianças que cometem tipos de erro isolados não são a maioria. No bloco 2, os resultados são parecidos, a maior frequência, até o item 3 é de acertos, porém, a partir do item 4, a categoria com maior frequência é a caracterizada como mais de um tipo de erro.

Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as condições da amostra quanto à presença de dificuldade escolar ($X^2(1) = 61,941$; $p=0,000$); quanto à habilidade de leitura ($X^2(1) = 27,987$; $p=0,000$); quanto ao apoio escolar ($X^2(4) = 81,342$; $p=0,000$); e quanto ao acesso à computador ou *notebook* ($X^2(1) = 3,881$; $p=0,049$).

Como pode ser observado na Tabela 2, o desempenho das crianças do sexo feminino, não foi diferente das do sexo masculino em nenhuma das situações; o desempenho das crianças também não foi influenciado pelo acesso ou não ao computador. Já com relação à habilidade de leitura, houveram diferenças significativas em todas as situações, sendo que os postos de média foram maiores para as crianças que sabiam ler (Bloco 1 = 127,57; Bloco 2 = 129,30; Escore total = 131,39), o que indica que estas tiveram melhor desempenho que crianças não leitoras (Bloco 1 = 79,35; Bloco 2 = 75,71; Escore total = 71,33). As crianças que, segundo os pais, tinham algum tipo de dificuldade escolar, apresentaram pior desempenho no bloco 1 (Postos de média = 95,05) e no escore total (Postos de média = 93,17), quando comparadas com as crianças que não apresentavam dificuldades (Bloco 1 = 115,91; Escore total = 116,49). No que diz respeito ao bloco 2, apesar de não ter sido encontrada diferença significativa, os postos de média foram menores para o grupo que apresentava dificuldades escolares (Postos de média = 97,79) do que para aqueles que não tinham dificuldades (Postos de média = 115,07).

Inserir Tabela 2 aqui

Na Tabela 3, podem ser encontrados os resultados referentes aos testes de Kruskal-Wallis, não foram encontradas diferenças entre o desempenho das crianças quanto ao tempo de estudo fora da escola, bem como quanto a renda familiar. No que diz respeito aos diferentes tipos de apoio escolar, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas no bloco 2: As crianças que fazem a tarefa sozinhas ($M = 3,16$) tiveram desempenho estatisticamente diferente daquelas que estudam em um reforço ($M = 2,29$) (p ajust. = 0,025; $r = 0,34$), como também daquelas que são auxiliadas em toda a tarefa pelas mães ($M = 2,27$) (p ajust. = 0,013; $r = 0,29$). Também foram encontradas diferenças no escore total: o desempenho das crianças que fazem a tarefa sozinhas ($M = 5,46$) foi estatisticamente diferente daquelas que são auxiliadas pelas mães em toda a tarefa ($M = 4,11$) (p ajust. = 0,018; $r = 0,28$).

Inserir Tabela 3 aqui

Na Tabela 4 encontram-se os valores de correlação, foram observadas correlações positivas moderadas e estatisticamente significativas entre a idade e os escores das crianças no bloco 1, no bloco 2, e no escore total, o que demonstra que, conforme o aumento de idade, os escores de desempenho na TIMTraC também aumentam.

Todos os escores também foram correlacionados positivamente e moderadamente com o ano escolar, as correlações foram estatisticamente significativas. Esse dado indica que, à medida em que as crianças avançam quanto à escolaridade, os escores na TIMTraC aumentam.

Inserir Tabela 4 aqui

Tendo em vista que o desempenho na TIMTraC foi correlacionado positivamente tanto com a idade, como com o ano escolar, foram realizadas regressões lineares com o objetivo de verificar se a idade ou o ano escolar eram capazes de prever o desempenho das crianças na TIMTraC. Não foi realizada regressão múltipla, pois nestes dados, não foi atendido o critério de multicolinearidade, uma vez que o valor da correlação de Spearman entre a idade e o ano escolar foi de 0,906.

As regressões lineares simples realizadas, cujos dados podem ser visualizados na Tabela 5, mostraram que a idade, assim como o ano escolar preveem o desempenho das crianças no bloco 1, no bloco 2, e também o escore total. Com relação ao bloco 1, observou-se que 20% do desempenho alcançado pelas crianças pode ser explicado pelo aumento da idade [$F = 53,644$, $p < 0,001$; $R^2 = 0,200$] e também 20% pode ser explicado pelo aumento do ano escolar [$F = 57,248$, $p < 0,001$; $R^2 = 0,206$]. No que diz respeito à pontuação no bloco 2, 22% do desempenho pode ser explicado pela idade [$F = 62,381$, $p < 0,001$; $R^2 = 0,222$], enquanto 24% pelo ano escolar [$F = 69,304$, $p < 0,001$; $R^2 = 0,243$]. Sobre o escore total das crianças, 25% pode ser explicado pela idade [$F = 76,497$, $p < 0,001$; $R^2 = 0,259$], enquanto 28% pelo ano escolar [$F = 85,823$, $p < 0,001$; $R^2 = 0,281$].

Inserir Tabela 5 aqui

Os resultados do estudo 1 e do estudo 2 se complementam, na medida em que, a partir da informatização e modificações na TIMTraC realizadas no estudo 1, foi possível validar tal tarefa como instrumento avaliativo da MT infantil (Tomaz, Cordeiro, & Minervino, no prelo)

e assim, demonstrar como ocorre o desempenho desta habilidade em crianças de cinco a 11 anos através da tarefa informatizada.

Discussão

A presente investigação teve como objetivo informatizar uma tarefa de memória de trabalho para crianças e analisar o desempenho infantil na execução da mesma. Para tanto, primeiramente, a tarefa (que existia apenas em versão papel e lápis) foi transformada no TIMTraC, sendo avaliada sua adequação para a utilização com crianças.

Assim como era esperado de acordo com a literatura (Moita, 2013; Pires, 2014; Santos, 2017) foram observadas qualitativamente muitas vantagens com a informatização da TIMTraC, uma vez que a aplicação foi totalmente padronizada, todas as crianças precisavam cumprir as mesmas regras com relação ao instrumento, a aplicação não exigiu um espaço grande das escolas, não foi necessário interromper nenhuma aula para a aplicação, pois ela era realizada de forma individual em uma outra sala com o mínimo de distratores, e os examinadores conseguiram avaliar qualitativamente os aspectos de aplicação que mereciam ou não alguma modificação. A partir das alterações para melhoria da tarefa, foi realizado o segundo estudo.

No que diz respeito ao estudo 2, ao observar as médias obtidas por cada grupo de idade, foi encontrado um aumento crescente conforme o avanço da idade, com uma exceção no grupo de crianças com onze anos. A hipótese do estudo era de que, o desempenho no TIMTraC seria melhor a partir do desenvolvimento das crianças, essa hipótese foi confirmada em partes, talvez a exceção com as crianças de onze anos, possa ter acontecido porque elas estariam desmotivadas na hora da realização do jogo, tendo em vista que o *design* da tarefa pode ter sido considerado infantil por parte dessas crianças, o que causaria a desmotivação.

Quanto ao intuito do estudo de verificar quais os tipos de erro que ocorriam com maior frequência em cada grupo de idade, foi possível perceber que até o item 4 (no bloco 1) e até o item 3 (no bloco 2), a maioria das crianças em todos os grupos de idade acertam o item, entretanto, a partir disso, elas cometem mais de um tipo de erro. Ou seja, observa-se que as crianças no bloco 1 tinham mais acertos até o item 4, que é composto por quatro elementos e no bloco 2 acertaram mais até o item com três elementos. Na literatura, encontra-se o estudo de Osman e Sullivan (2015), o qual tinha como objetivo determinar se o mascaramento perceptivo ou processamento cognitivo influenciavam em um possível declínio no desempenho da MT na presença de fala concorrente. Com crianças entre sete e 10 anos, elas utilizaram a tarefa de dígitos inverso, e encontraram que mesmo na situação em silêncio, as crianças começavam a errar a partir do item com três elementos.

Não foram encontradas diferenças no desempenho de acordo com o sexo em nenhuma das situações. Existem na literatura outros estudos que concordam com essa similaridade no desempenho das crianças de diferentes sexos quando à habilidade de memória de trabalho, como o estudo de Barros et al. (2016), no qual foram avaliadas crianças de cinco a oito anos quando às habilidades de funções executivas, incluindo-se o componente de categorização, em que foi confirmada ausência de efeito da variável sexo sobre as habilidades pesquisadas. Outro estudo é o de Alansari e Soliman (2012) que também não encontraram diferenças entre os sexos, exceto em uma tarefa chamada “*odd-one-out*” quando examinaram a estrutura fatorial de uma bateria de MT em duas culturas árabes (Kuwait e Egito) estudando crianças com idade média de 10 anos.

Com relação ao acesso anterior a computador, percebeu-se no estudo 1 que as crianças que não tinham acesso costumavam apresentar dificuldades na utilização do mouse, o que as desconcentrava e provocava o erro ao item, por isso, foi inserida na própria tarefa uma etapa de treino do uso do mouse, para que a tarefa pudesse ser utilizada também com crianças de

classe social baixa, que geralmente não têm acesso a essa tecnologia. Acredita-se que esta alteração justifique o fato de não terem sido observadas diferenças entre o desempenho das crianças que tiveram ou não acesso anterior a um computador.

Não foram encontradas diferenças no desempenho das crianças de acordo com a renda familiar. Um estudo que corrobora com esse resultado é o de Julvez et al. (2007). Eles investigaram se o hábito materno de fumar estaria associado a um alto risco de distúrbios comportamentais nas crianças, além disso, avaliaram dados como classe social e habilidades cognitivas das crianças e não encontraram interações das categorias de tabagismo materno e classe social ou nível de educação da mãe sobre o resultado global das crianças.

Outro estudo que indica que talvez a habilidade de MT não seja influenciada por diferenças sociais é o de Alansari e Soliman (2012), citado anteriormente, eles encontraram invariâncias configurais, métricas, escalares e estritas entre as duas culturas, ou seja, a MT foi similar entre as crianças *Kuwait* e Egípcias. Apesar disso, a literatura demonstra que ainda não existe um padrão de efeitos do nível socioeconômico em estudos que avaliam crianças mais jovens ou mais velhas. Não há consenso quanto ao papel do nível socioeconômico na MT, uma vez que os resultados obtidos por diferentes estudos são controversos (Sbicigo et al., 2013).

Os resultados desta pesquisa, com relação à habilidade de leitura, são semelhantes aos achados relatados na literatura, o desempenho das crianças em todas as situações avaliadas foi significativamente diferente conforme as crianças sabiam ou não ler, sendo que as crianças que sabiam ler, obtiveram desempenho superior às que não sabiam. Esses resultados são condizentes com os achados de Costa (2011), ela investigou a associação entre dificuldades de leitura e MT em uma amostra que envolvia crianças da 3ª e 4ª série, e encontrou que as dificuldades em leitura e em MT foram correlacionadas significativamente, uma vez que quanto maior e melhor o desempenho em leitura, maior e melhor foi o desempenho em testes de MT. Além de Gonçalves et al. (2017), que avaliaram 302 escolares do 1º ao 9º ano com tarefas de avaliação da inibição, flexibilidade cognitiva e MT, e observaram que a MT exerceu papel preditivo na decodificação de palavras.

A MT é caracterizada como uma habilidade cognitiva indispensável para a aprendizagem da leitura, isso porque a capacidade de leitura é crucial para o desenvolvimento de várias operações linguísticas, como exemplos podem ser citados a aprendizagem de novas palavras, produção, e também compreensão da linguagem (Costa, 2011). Contudo, a habilidade de MT não é preditora apenas da leitura, Swanson (2017) avaliou 11 grupos etários com idades médias de 6 a 66 anos, em que comparou o desempenho destes nos domínios verbal e visuoespacial da MT. Ele encontrou que ambas as medidas foram preditoras das habilidades de leitura e matemática.

No estudo de Capovilla, et al. (2008) foram encontradas correlações positivas e significativas entre o desempenho em MT e as notas escolares, o que pode indicar que a MT é uma habilidade fundamental para a realização de atividades acadêmicas. Esse resultado é condizente com outros achados na literatura que indicam que a MT é importante para o desempenho na escola (Diamond, 2013; Léon et al., 2013; Uehara & Landeira-Fernandez, 2010). Portanto, presumia-se que as crianças que, segundo os pais, apresentavam dificuldades escolares, obtivessem desempenho inferior na TIMTraC, quando comparadas às que não apresentavam dificuldades. Essa hipótese foi confirmada, tendo em vista que os postos de média foram menores para o grupo que apresentava dificuldades escolares do que para aqueles que não tinham dificuldades, o que aponta para um melhor desempenho destes últimos em MT.

No que diz respeito às diferenças encontradas de acordo com o tipo de apoio escolar, percebeu-se que as crianças que fazem a tarefa sozinhas tiveram desempenho significativamente melhor do que aquelas que estudam em um reforço e do que aquelas que

são auxiliadas pela mãe em toda a atividade no bloco 2. Já no escore total, as crianças que fazem a tarefa sozinhas tiveram desempenho significativamente melhor do que aquelas que são auxiliadas pela mãe em toda a atividade. Hipotetiza-se que as crianças que fazem a tarefa sozinhas, não apresentam dificuldades escolares, e por isso, têm um desempenho melhor na tarefa. Uma outra questão é: Será que as crianças que têm apoio para realizar as atividades escolares estão utilizando estratégias de aprendizagem eficazes? Esse é outro ponto a se refletir. Com relação ao tempo que as crianças levam para finalizar essas tarefas, ou seja, o tempo que elas estudam fora da escola, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas.

A idade e o ano escolar foram correlacionados moderadamente e positivamente com o desempenho no TIMTraC, o que indica que, à medida em que as crianças crescem e progridem com relação ao ano escolar, seu desempenho na TIMTraC progride. Com as análises de regressão simples, percebe-se que 20% e 28% do desempenho das crianças na TIMTraC, puderam ser explicados pelo aumento de idade e ano escolar. Esse dado é condizente com outros estudos encontrados na literatura (Alloway et al., 2006; Capovilla et al., 2008; Gathercole et al., 2004; Menezes et al., 2009). Capovilla et al. (2008) observou em seu estudo com crianças de 1ª a 4ª série, que a MT evolui de acordo com a idade e a série. Além disso, para crianças maiores, da 5ª a 8ª série, também foram encontrados resultados semelhantes (Menezes et al., 2009). Em resumo, observa-se que este estudo concorda com a literatura no que diz respeito ao desenvolvimento progressivo em MT.

Considerações finais

Foi investigada a relação entre a idade, ano escolar e o desempenho em MT, e verificou-se que de acordo com a literatura, as crianças, ao crescerem e evoluírem nos anos escolares, melhoram o desempenho desta habilidade, além disso, que as crianças que sabem ler e não apresentam dificuldades escolares possuem melhor desempenho na TIMTraC.

Esse estudo contribui com a apresentação de uma tarefa informatizada que avalia a capacidade de MT em crianças, habilidade esta que é preditora do desempenho em leitura e matemática, os quais estão, por sua vez, muito relacionados ao desempenho escolar. A introdução desse instrumento na sociedade, deverá ser útil na detecção precoce de déficits nesta capacidade por professores e profissionais da saúde, ocasionando assim, na intervenção precoce e melhoria do desempenho escolar das crianças.

Além disso, sugere-se que sejam realizadas nas escolas, tanto públicas, quanto privadas, atividades ou programas que estimulem a habilidade de MT, o que pode influenciar no avanço das atividades escolares das crianças e aperfeiçoamento da aprendizagem, para que a educação nas escolas brasileiras possa ser destaque no cenário internacional.

A partir dos resultados obtidos neste estudo, surgem diversos questionamentos, sabendo-se que são essas dúvidas que movem a ciência, elas serão transformadas em perguntas de pesquisa para serem analisadas, respondidas ou repensadas em breve, no meu projeto de mestrado.

Referências

- Abreu, N., Rivero, T. S., Coutinho, G., & Bueno, O. F. A. (2013). Neuropsicologia da aprendizagem e memória. Em D. Fuentes, L. F. Malloy-Diniz, C. H. P. de Camargo & R. M. Cosenza (Orgs.), *Neuropsicologia: teoria e prática*. 2.ed. (pp. 103-114). Porto Alegre: Artmed.
- Alansari, B. M. & Soliman, A. M. (2012). Measurement invariance of Working Memory measures across two Arab cultures. *Perceptual & Motor Skills: Learning & Memory*, 115(1), 43-59. doi: 10.2466/22.03.08.PMS.115.4.43-59j.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E. & Pickering, S. J. (2006). Verbal and Visuospatial Short-Term and Working Memory in Children: Are They Separable? *Child Development*, 77(6), 1698-1716. doi: 0009-3920/2006/7706-0014.
- Almeida, L. S. (1999). Avaliação Psicológica: Exigências e desenvolvimento em seus métodos. Em S. M. Wechsler & R. S. L. Guzzo (Orgs.), *Avaliação psicológica: Perspectiva internacional*. 2. ed. (pp. 47-65). São Paulo: Casa do Psicólogo.
- Ang, S. Y., Lee, K., Cheam, F., Poon, K., & Koh, J. (2015). Updating and working memory training: Immediate improvement, long-term maintenance, and generalisability to non-trained tasks. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 4(2), 121-128. doi: 10.1016/j.jarmac.2015.03.001.
- Baddeley, A. (1992). Working Memory. *Science*, 255(5044), 556-559. Recuperado em 08 de agosto de 2018, de http://www.jstor.org/stable/2876819?seq=1#page_scan_tab_contents.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new componente of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423. Recuperado em 08 de agosto de 2018, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11058819>.
- Baddeley, A. (2017). Modularity, working memory and language acquisition. *Second Language Research*, 33(3), 299-311. doi: 10.1177/0267658317709852.
- Baddeley, A., Anderson, M. C., & Eysenck, M. W. (2011). *Memória*. Porto Alegre, RS: Artmed, 2011.
- Barros, P. M., Metta, L. R., Peralba, C. T., Guerra, A. B., Paula, A. P. de. et al. (2016). Perfil desenvolvimental das funções executivas utilizando o NEPSY-III em crianças de 5 a 8 anos. *Revista Neuropsicologia Latinoamericana*, 8(2), 01-15. Recuperado em 29 de outubro de 2018, de http://www.neuropsicolatina.org/index.php/Neuropsicologia_Latinoamericana/issue/view/34.
- Bell, M. A. & Cuevas, K. (2016). Psychobiology of executive function in early development. Em P. McCardle, L. Freund & J. A. Griffin, *Executive Function in Preschool Age Children: Integrating Measurement, Neurodevelopment and Translational Research*. (pp. 157-179). Washington: American Psychological Association. doi: 10.1037/14797-008.

- Bueno, O. F. A. & Batistela, S. (2015). Sistemas e tipos de memória. Em F. H. dos Santos, V. M. Andrade & O. F. A. Batistela (Orgs.), *Neuropsicologia hoje*. 2. ed. (pp. 76-82). Porto Alegre: Artmed.
- Capovilla, A. G. S., Berberian, A. de A., Rezende, M. C. A., & Trevisan, B. T. (2008). Avaliação da memória de trabalho em estudantes brasileiros de 1ª a 4ª série. *Psicologia, Educação e Cultura*, 12(1), 127-141. Recuperado em 08 de agosto de 2018, de <http://pec.ispgaya.pt/edicoes/2008/PEC2008N1/index.html>.
- Costa, C. L. da. (2011). *Dificuldades de Leitura e Memória de Trabalho: Um estudo correlacional*. (Dissertação de Mestrado, Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília). Recuperado em 08 de agosto de 2018, de http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/9834/1/2011_CleucydiaLimaCosta.pdf.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. ed.). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Corso, L. V. (2018). Memória de Trabalho, Senso Numérico e Desempenho em Matemática. *Revista Psicologia: Teoria e Prática*, 20(1), 141-154. doi: 10.5935/1980-6906/psicologia.v20n1p155-167.
- Craig, S. & Lewandowsky, S. (2012). Whichever way you choose to categorize, working memory helps you learn. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 65(3), 439-464. doi: 10.1080/17470218.2011.608854.
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135-168. doi: 10.1146/annurev-psych-113011-143750.
- Faria, E. L. B. & Mourão Júnior, C. A. (2013). Os recursos da memória de trabalho e suas influências na compreensão da leitura. *Psicologia: Ciência e Profissão*, 33(2), 288-303. doi: 10.1590/S1414-98932013000200004.
- Gathercole, S. E., Pickering, 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: 10.1037/0012-1649.40.2.177.
- Gonçalves, H. A., Viapiana, V. F., Sartori, M. S., Giacomoni, C. H., 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. Recuperado em 08 de agosto de 2018, de http://www.neuropsicolatina.org/index.php/Neuropsicologia_Latinoamericana/article/view/393.
- Gray, S., Green, S., Alt, M., Hogan, T. P., Kuo, T., Brinkley, S., et al. (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.
- Julvez, J., Ribas-Fitó, N., Torrent, M., Forns, M., Garcia-Esteban, R., & Sunyer, J. (2007). Maternal smoking habits and cognitive development of children at age 4 years in a

- population-based birth cohort. *International Journal of Epidemiology*, 36(4), 825-32. doi:10.1093/ije/dym107.
- Lage, G. M., Albuquerque, M. R., & Christie, B. (2014). Neuropsicologia do comportamento motor. Em D. Fuentes, L. F. Malloy-Diniz, C. H. P. de Camargo & R. M. Cosenza (Orgs.), *Neuropsicologia: teoria e prática*. 2. ed. (pp. 155-163). Porto Alegre: Artmed.
- Léon, C. B. R., Rodrigues, C. C., Seabra, A. G., & Dias, N. M. (2013). Funções executivas e desempenho escolar em crianças de 6 a 9 anos de idade. *Revista de Psicopedagogia*, 30(92), 113-120. Recuperado em 08 de agosto de 2018, de http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862013000200005.
- Lewandowsky, S. (2011). Working memory capacity and categorization: individual differences and modeling. *Journal of Experimental psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 37(3), 720-738. doi: 10.1037/a0022639.
- Mammarella, I. C., Meneghetti, C., Pazzaglia, F., & Cornoldi, C. (2015). Memory and comprehension deficits in spatial descriptions of children with non-verbal and reading disabilities. *Frontiers in psychology*, 5, 1534. doi:10.3389/fpsyg.2014.01534.
- Menezes, A., Godoy, S., & Seabra, A. G. (2009). Avaliação da memória de trabalho em alunos de 5ª a 8ª série do ensino fundamental. *Psicologia: teoria e prática*, 11(3), 16-26. Recuperado em 08 de agosto de 2018, de http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-36872009000300003&lng=pt&tlng=pt.
- Miranda, A. C. D., Nunes, I. H., Silveira, R. M., Fialho, F. A. P., Santos, N. dos. & Machado, E. A. C. de. (2006). A importância da memória de trabalho na gestão do conhecimento. *Ciências e Cognição, Rio de Janeiro*, 9, 111-119. Recuperado em 08 de agosto de 2018, de http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212006000300012&lng=pt&nrm=iso.
- Moita, P. M. da S. (2013). *Avaliação adaptativa em dispositivos móveis das habilidades cognitivas preditoras do desenvolvimento de leitura em crianças*. (Dissertação de Mestrado em Tecnologias e Metodologias E-learning, Universidade de Lisboa). Recuperado em 29 de outubro de 2018, de <http://repositorio.ul.pt/handle/10451/10320>.
- Muszkat, M. & Cardoso, T. da S. G. (2016). Neuroplasticidade e Intervenções precoces. Em J. F. de Salles, V. G. Haase & L. F. Malloy-Diniz (Orgs.), *Neuropsicologia do Desenvolvimento: Infância e Adolescência* (pp. 161-166). Porto Alegre: Artmed.
- Osman, H., & Sullivan, J. R. (2015). An analysis of error patterns in children's backward digit recall in noise. *Noise & health*, 17(77), 191-7. doi: 10.4103/1463-1741.160684.
- Pelegrina, S., Capodieci, A., Carretti, B., & Cornoldi, C. (2015). Magnitude Representation and Working Memory Updating in Children With Arithmetic and Reading

- Comprehension Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 48(6), 658-668. doi: 10.1177/0022219414527480.
- Pires, E. U. (2014). *Desenvolvimento de um instrumento computadorizado para avaliar habilidades executivas em crianças: o jogo das cartas mágicas* (Tese de Doutorado em Psicologia, Pontífica Universidade Católica do Rio de Janeiro). doi: 10.13140/RG.2.1.3274.1361.
- Rodrigues, P. F. S. (2016). Processos Cognitivos Visuoespaciais e Ambiente Visual Circundante: Implicações Educacionais. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 32(4), e32424. doi: 10.1590/0102.3772e3244.
- Rosenthal, J. A. (1996). Qualitative descriptors of strength of association and effect size. *Journal of Social Service Research*, 21(4), 37-59. doi: 10.1300/J079v21n04_02.
- Santos, J. S. dos. (2017). *Mensuração de habilidades cognitivas preditoras do desenvolvimento de leitura em crianças através de jogos educacionais para dispositivos móveis*. (Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação, Universidade Federal de Campina Grande). Recuperado em 29 de outubro de 2018, de http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFCG_8a1d647f80a2e56c8652fd02cf6565f4.
- Sbicigo, J. B., Abaid, J. L. W., Dell'Aglio, D. D., & Salles, J. F. de. (2013). Nível socioeconômico e funções executivas em crianças/adolescentes: revisão sistemática. *Arquivos brasileiros de psicologia, Rio de Janeiro*, 65(1), 51-69. Recuperado em 08 de agosto de 2018 de http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-52672013000100005&lng=pt&nrm=iso.
- Swanson, H. L. (2017). Verbal and Visual-Spatial Working Memory: What develops over a life span. *Developmental Psychology*, 53(5), 971-995. doi: 10.1037/dev0000291.
- Tomaz, D. F. O., Cordeiro, A. S., Carvalho, J. K. M. de., & Minervino, C. A. da S. M. (2017, setembro). *Recursos disponíveis para avaliação psicológica da memória de trabalho em crianças: um estudo de evidências*. Pôster apresentado no XV Congresso da Sociedade Latinoamericana de Neuropsicologia, Natal, RN, Brasil.
- Tomaz, D. F. O., Cordeiro, A. S., & Minervino, C. A. da S. M. (no prelo). Evidências psicométricas de uma tarefa informatizada de memória de trabalho para crianças. *Avaliação Psicológica*.
- Uehara, E. & Landeira-Fernandez, J. (2010). Um panorama sobre o desenvolvimento da memória de trabalho e seus prejuízos no aprendizado escolar. *Ciências e Cognição, Rio de Janeiro*, 15(2), 31-41. Recuperado em 08 de agosto de 2018, de http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212010000200004&lng=pt&nrm=iso.
- Wechsler, S. M. (2003). *DFH III: O Desenho da Figura Humana: Avaliação do desenvolvimento cognitivo de crianças brasileiras*. 3. ed. Campinas: LAMP/PUC.

Wilhelm, O., Hildebrandt, A., & Oberauer, K. (2013). What is Working Memory Capacity, and how can we measure It? *Frontiers in Psychology*, 4(433), 01-22. doi: 10.3389/fpsyg.2013.00433.



FIGURA 1

Início do jogo da memória e fase de treino de utilização do mouse.

4



Onde você deve colocar os animais?



FIGURA 2

Item 4 do bloco 1 e item de confirmação de compreensão da tarefa no bloco



FIGURA 3

Finalização do bloco 1 e finalização do bloco 2, ambos com intuito motivacional.

TABELA 1

Estatísticas descritivas quanto à idade

		Idade						
		5	6	7	8	9	10	11
Bloco 1	<i>N</i>	6	54	31	24	49	46	14
	<i>Média</i>	1,33	1,44	1,74	2,25	2,27	2,89	2,50
	<i>DP</i>	0,816	1,127	1,210	1,032	1,095	1,059	1,286
	<i>Mínimo</i>	0	0	0	0	0	1	1
	<i>Máximo</i>	2	4	4	4	5	6	4
	<i>Variância</i>	0,667	1,270	1,465	1,065	1,199	1,121	1,654
Bloco 2	<i>N</i>	6	54	31	24	49	46	14
	<i>Média</i>	1,00	1,70	2,39	2,83	2,88	3,07	3,07
	<i>DP</i>	0,894	1,238	0,844	1,049	1,364	1,041	1,207
	<i>Mínimo</i>	0	0	0	1	0	1	1
	<i>Máximo</i>	2	6	4	5	6	6	5
	<i>Variância</i>	0,800	1,533	0,712	1,101	1,860	1,085	1,456
Escore total	<i>N</i>	6	54	31	24	49	46	14
	<i>Média</i>	2,33	3,15	4,13	5,08	5,14	5,96	5,57
	<i>DP</i>	1,366	1,947	1,746	1,909	2,062	1,591	1,950
	<i>Mínimo</i>	0	0	1	2	1	3	2
	<i>Máximo</i>	4	10	7	9	10	10	7
	<i>Variância</i>	1,867	3,789	3,049	3,645	4,250	2,351	3,802

Fonte: Autoria própria, 2018.

TABELA 2

Estatísticas do teste de Mann-Whitney

		U (Mann-Whitney)	p	r
Sexo	<i>Bloco 1</i>	5769,000	0,286	-
	<i>Bloco 2</i>	5825,500	0,342	-
	<i>Total</i>	5618,000	0,173	-
Hab_lei	<i>Bloco 1</i>	3085,000	0,000	0,36
	<i>Bloco 2</i>	2823,000	0,000	0,40
	<i>Total</i>	2508,000	0,000	0,44
Dif_esc	<i>Bloco 1</i>	3564,500	0,034	0,14
	<i>Bloco 2</i>	3707,000	0,079	-
	<i>Total</i>	3467,000	0,020	0,16
Aces_comp	<i>Bloco 1</i>	4355,000	0,105	-
	<i>Bloco 2</i>	4308,000	0,081	-
	<i>Total</i>	4207,000	0,051	-

Nota. Hab_lei: Habilidade de leitura; Dif_esc: Dificuldade escolar; Aces_comp: Acesso à computador ou *notebook*.

Fonte: Autoria própria, 2018.

TABELA 3

Estatísticas do teste de Kruskal-wallis

		X²	gl	p
Apoio_esc	<i>Bloco 1</i>	6,653	4	0,155
	<i>Bloco 2</i>	13,852	4	0,008
	<i>Total</i>	11,222	4	0,024
Temp_est	<i>Bloco 1</i>	5,330	5	0,377
	<i>Bloco 2</i>	4,692	5	0,455
	<i>Total</i>	5,831	5	0,323
Ren_fam	<i>Bloco 1</i>	7,335	4	0,119
	<i>Bloco 2</i>	5,624	4	0,229
	<i>Total</i>	7,498	4	0,112

Nota. Apoio_esc: Tipos de apoio escolar; Temp_est: Tempo que a criança passa estudando fora da escola; Ren_fam: Renda familiar.

Fonte: Autoria própria, 2018.

TABELA 4
Correlações de Spearman

	Escore no bloco 1	Escore no bloco 2	Escore total
<i>Idade dos participantes</i>	,411**	,440**	,508**
<i>Ano escolar</i>	,428**	,434**	,515**
<i>Tempo de estudo</i>	,048	,002	,023
<i>Renda familiar</i>	,160*	,123	,150*

** . A correlação é estatisticamente significativa no nível $p < 0,01$.

* . A correlação é estatisticamente significativa no nível $p < 0,05$.

Fonte: Autoria própria, 2018.

TABELA 5

Modelo preditivo do desempenho no TIMTraC a partir das medidas de idade e ano escolar

	Preditores	Beta	T	P	R²	R² ajustado	p (ajuste do modelo)
<i>Desempenho no bloco 1</i>	Idade	0,448	7,324	0,000	0,200	0,197	< 0,001
	Ano escolar	0,454	7,566	0,000	0,206	0,203	< 0,001
<i>Desempenho no bloco 2</i>	Idade	0,472	7,898	0,000	0,222	0,219	< 0,001
	Ano escolar	0,493	8,325	0,000	0,243	0,239	< 0,001
<i>Escore total</i>	Idade	0,509	8,746	0,000	0,259	0,255	< 0,001
	Ano escolar	0,530	9,264	0,000	0,281	0,277	< 0,001

Fonte: Autoria própria, 2018.