

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA: COGNIÇÃO E
COMPORTAMENTO

DRIELLE BARBOSA PEREIRA

**EVIDÊNCIA DE EFICÁCIA DE UM PROGRAMA DE TREINO COGNITIVO PARA
MEMÓRIA DE TRABALHO EM CRIANÇAS ESCOLARES**

BELO HORIZONTE/MG

2020

FACULDADE DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA: COGNIÇÃO E
COMPORTAMENTO

DRIELLE BARBOSA PEREIRA

**EVIDÊNCIA DE EFICÁCIA DE UM PROGRAMA DE TREINO COGNITIVO PARA
MEMÓRIA DE TRABALHO EM CRIANÇAS ESCOLARES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia: Cognição e Comportamento da Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Psicologia.

Área de Concentração: Cognição e Comportamento

Linha de Pesquisa: Mensuração e Intervenção em Psicologia

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Marcela Mansur-Alves

BELO HORIZONTE/MG

2020

153.4 Barbosa-Pereira, Drielle.
B238e Evidência de eficácia de um programa de treino cognitivo
2020 para memória de trabalho em crianças escolares
[manuscrito] / Drielle Barbosa Pereira. - 2020.
100 f. : il.
Orientadora: Marcela Mansur-Alves.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas.
Inclui bibliografia.

1. Psicologia – Teses. 2. Cognição - Teses . 3. Cognição nas crianças - Teses. I. Alves, Marcela Mansur. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas. III. Título.



ATA DA DEFESA DA DISSERTAÇÃO DA ALUNA DRIELLE BARBOSA PEREIRA

Realizou-se, no dia 21 de fevereiro de 2020, às 13:00 horas, Sala 2060-FAFICH, da Universidade Federal de Minas Gerais, a defesa de dissertação, intitulada *Evidências de eficácia de um programa de treino cognitivo para Memória de Trabalho em crianças escolares*, apresentada por DRIELLE BARBOSA PEREIRA, número de registro 2018687772, graduada no curso de PSICOLOGIA, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em PSICOLOGIA: COGNIÇÃO E COMPORTAMENTO, à seguinte Comissão Examinadora: Prof(a). Marcela Mansur Alves - Orientador (UFMG), Prof(a). Julia Beatriz Lopes Silva (Universidade Federal de Minas Gerais), Prof(a). Patrícia Martins de Freitas (UFBA).

A Comissão considerou a dissertação:

Aprovada

Reprovada

Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da Comissão.

Belo Horizonte, 21 de fevereiro de 2020.

Prof(a). Marcela Mansur Alves (Doutora)

Prof(a). Julia Beatriz Lopes Silva (Doutora)

Prof(a). Patrícia Martins de Freitas (Doutora)

Agradecimentos

Aos meus pais, Cláudia e Ronaldo, que tornaram possível a realização deste sonho. Sem o esforço e a dedicação de vocês, eu não teria chegado até aqui. Vocês são exemplo de amor, companheirismo e honestidade. Obrigada por tudo que fizeram e fazem por mim. Esta conquista é nossa!

Ao meu irmão Peter, à minha cunhada Tati e ao meu sobrinho Raul, que tanto me ensinam sobre amor e perseverança. Vocês são a melhor família que eu poderia ter. Obrigada pelo apoio de anos, suporte e acolhimento. Aos meus avós, tios, tias, primos e primas que acreditaram em mim.

À Mirian, Joana e Luiz Cláudio, por tudo suporte, carinho e amizade. O apoio de vocês foi e é muito importante nesta caminhada. Sou muito grata por ter vocês em minha vida.

À Gabi e ao Rômulo, pelos longos anos de amizade. Vocês são a família que eu escolhi e tudo fica mais leve com a presença de vocês. Sou imensamente grata por todos os momentos que compartilhamos até aqui e que nos deram força para continuar nas nossas caminhadas.

À toda equipe do LAVIS, com quem tenho trabalhado nesses últimos anos. Em especial, agradeço à Marina e ao William, pelas conversas e momentos compartilhados ao longo desses anos. A todos os alunos de iniciação científica que participaram do projeto: Luiz, Elisa, Tati, Carol, Henrique, Isabela, Jhienny, Ana Luísa, Bárbara, Amanda, Isabelle e Marina. A conclusão deste trabalho só foi possível pelo esforço e dedicação de vocês.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Psicologia: Cognição e Comportamento, por me ensinarem tanto ao longo da minha trajetória acadêmica.

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e à Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa (Fundep) pelo apoio financeiro que possibilitou a realização desta pesquisa.

À professora Marcela, por quem nutro profunda admiração e carinho. Sua generosidade e competência me inspiram e encorajam a seguir adiante. Obrigada por ter sido a melhor professora que eu já tive. O brilho com o qual você nos transmite conhecimento é também o brilho que ilumina nossa caminhada junto a você!

Ao Pedro, que esteve ao meu lado incondicionalmente nos últimos quatro anos. Sou grata por ter acreditado em mim até mesmo quando eu não acreditei. Você me encoraja a seguir adiante. Te admiro pela paciência e comprometimento com tudo que faz. Obrigada pelo auxílio neste processo e por ser colega de trabalho, amigo e companheiro de vida. Esta conquista também é sua!

À todas as crianças que participaram do projeto. Esta pesquisa é para vocês e por vocês.

Resumo

Os programas de treino cognitivo para crianças têm recebido grande atenção no cenário científico atual. O objetivo destes programas é, sobretudo, promover ganhos no desempenho cognitivo geral. Entretanto, as pesquisas que buscam levantar evidências de eficácia dos programas ainda são recentes. A presente dissertação procurou avançar os estudos na área de treinamento cognitivo apresentando dois estudos: (a) Treinos Cognitivos com Foco na Memória de Trabalho para Crianças: Uma Revisão Integrativa; e (b) Evidências de eficácia de um programa de treino cognitivo para Memória de Trabalho em crianças escolares. No primeiro estudo, foram revisados os treinos experimentais computadorizados e disponíveis para a população (comercializados ou não) utilizados em estudos nacionais e internacionais e foi possível concluir que poucos TC's encontrados apresentam evidências consistentes de validade e de eficácia para o público infantil. O segundo estudo teve como objetivo levantar parâmetros de dificuldade e discriminação e evidências de eficácia de um programa de treino cognitivo – Programa de Ativação da Memória de Trabalho (PRAMEMT) na promoção de ganhos cognitivos e escolares. O programa testado foi construído para a realidade brasileira e passou por análises de validade de conteúdo e inteligibilidade. O PRAMEMT possui cinco tarefas com enredos próprios, caráter adaptativo e sistema de recompensa. Para investigação das evidências de eficácia, 78 crianças (média da idade=7,87 anos; dp=1,44 anos) foram selecionadas e alocadas aleatoriamente entre grupo controle (n=37; média da idade=7,89; dp=1,50) e experimental (n=41; média da idade=7,85; dp=1,41) e participaram da intervenção por cinco sessões. O grupo controle respondeu a perguntas sobre os mesmos animais presentes no PRAMEMT, mas sem relação com a memória de trabalho. No geral, os resultados indicam parâmetros de dificuldade parcialmente adequados, na medida em que poucos participantes conseguiram progredir nas tarefas da Onça e do Boto. Em relação aos parâmetros de discriminação, as atividades do PRAMEMT parecem discriminar parcialmente os participantes. Correlações significativas e negativas entre o número de tentativas e a acurácia no nível seguinte sugerem que as crianças que treinaram mais tiveram uma pior taxa de acerto no próximo nível, indicando que o processo de aprendizagem não foi adequado. No que se refere às evidências de eficácia, foi possível observar ganhos em QI executivo ($p < 0,05$; $g = 0,54$) e consciência fonológica ($p < 0,05$; $g = 0,52$) para o grupo experimental, mas não no desempenho cognitivo geral. Os possíveis mecanismos para esses achados são discutidos, levando em conta a semelhança entre as tarefas do PRAMEMT e os testes que compõem os subtestes de QI executivo.

palavras-chave: treino cognitivo, crianças, memória de trabalho.

Abstract

Cognitive Training (CT) programs for children have received great attention in recent scientific investigations. The aim of these programs is primarily to promote gains in overall cognitive performance. However, research investigating evidence of program effectiveness' is still sparse. This dissertation sought to advance the field of cognitive training by presenting two studies: (a) Cognitive Training focusing on Working Memory for Children: An Integrative Review; and (b) Evidence of effectiveness of a Working Memory training in school-aged children. In the first study, the experimental and publicly available computerized training programs used in national and international studies were reviewed, and it was concluded that only a few CTs present satisfactory evidence of validity and efficacy for children. The second study aimed to investigate both difficulty and discrimination parameters, and evidence of effectiveness of a cognitive training program – Programa de Ativação da Memória de Trabalho (PRAMEMT) in promoting cognitive and school gains. The program was built for the Brazilian context and had its content validity and intelligibility already analyzed in previous studies. PRAMEMT has five tasks with their own storylines, with a gaming format featuring an adaptive and reward system. To investigate its effectiveness, 78 children (mean age = 7.87 years; sd = 1.44 years) were selected and randomly allocated to a control (n = 37; mean age = 7.89; sd = 1, 50) and an experimental group (n = 41; mean age = 7.85; sd = 1.41), and participated in five sessions of intervention. The control group answered questions about the same animals presented in PRAMEMT, but unrelated to working memory. Overall, the results indicate partially adequate difficulty parameters as few participants were able to make progress on the Jaguar and Boto tasks. Regarding the discrimination parameters, PRAMEMT subtasks seem to partially discriminate between participants. Significant and negative correlations between the number of trials and the accuracy at the next level suggest that the children who trained more had a worse accuracy rate at the next level, indicating that the learning process was not adequate. Regarding evidence of efficacy, it was possible to observe significant gains in executive IQ ($p < 0.05$; $g = 0.54$) and phonological awareness ($p < 0.05$; $g = 0.52$) for the experimental group, but not on overall cognitive performance. Possible mechanisms for these findings are discussed, considering the similarity between PRAMEMT tasks and tests that compose the executive IQ score.

Keywords: working memory training, children, working memory.

Lista de figuras

Estudo II

Figura 1. Porcentagem de participantes em cada nível, por tarefa	66
Figura 2. Acurácia na última vez em cada nível do PRAMEMT	67

Lista de tabelas

Estudo I

Tabela 1. Programas de TC que empregam tarefas de MT disponíveis para o público (comercializados ou de livre acesso) e que podem ser utilizados por crianças	22
Tabela 2. Programas de TC que empregam tarefas de MT experimentais e podem ser utilizados por crianças.	31

Estudo II

Tabela 1. Caracterização da amostra por grupo	55
Tabela 2. Estatísticas descritivas por grupo no pré-teste e estatísticas de diferenças entre os grupos	55
Tabela 3. Caracterização da amostra por grupo para a faixa etária mais nova.....	56
Tabela 4. Estatísticas descritivas por grupo no pré-teste e estatísticas de diferenças entre os grupos para a faixa etária mais nova.	57
Tabela 5. Caracterização da amostra por grupo para a faixa etária mais velha.....	58
Tabela 6. Estatísticas descritivas por grupo no pré-teste e estatísticas de diferenças entre os grupos para a faixa etária mais velha.....	59
Tabela 7. Estatísticas descritivas e ANOVA para o padrão de ganho nas tarefas cognitivas e escolares para a amostra geral	68
Tabela 8. Estatísticas descritivas e ANOVA para o padrão de ganho nas tarefas cognitivas e escolares para a faixa etária mais nova (6 e 7 anos).....	69
Tabela 9. Estatísticas descritivas e ANOVA para o padrão de ganho nas tarefas cognitivas e escolares para a faixa etária mais velha (8 a 10 anos).....	70

Lista de abreviaturas e siglas

ANOVA – Análise de Variância/*Analysis of Variance*

BVS – Biblioteca Virtual de Saúde

CVC – Coeficientes de Validade de Conteúdo

FAPEMIG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais

MT – Memória de Trabalho

MTV – Memória de Trabalho Verbal

MTVE – Memória de trabalho Visuoespacial

OECD - *Organisation for Economic Cooperation and Development*

PISA - *Program for International Student Assessment*

PRAMEMT – Programa de Ativação da Memória de Trabalho

QI – Quociente de Inteligência

SDQ – Questionário de capacidades e dificuldades

TC – Treino Cognitivo

TDAH – Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade

WASI – Escala Wechsler Abreviada de Inteligência

Sumário

1. Apresentação	11
1.1. Objetivos	13
1.1.1. <i>Objetivo Geral da Dissertação</i>	13
1.1.2. <i>Estudo I - Objetivo Geral</i>	14
1.1.3. <i>Estudo I - Objetivos Específicos</i>	14
1.1.4. <i>Estudo II - Objetivo Geral</i>	14
1.1.5. <i>Estudo II - Objetivos Específicos</i>	14
1.2. Referências	15
2. Estudo I. Treinos Cognitivos com Foco na Memória de Trabalho para Crianças: Uma Revisão Integrativa	17
2.1. Introdução	17
2.2. Métodos	20
2.3. Resultados	21
2.3.1 <i>Programas Disponíveis (comercializados ou de livre acesso)</i>	21
2.3.2. <i>Programas Experimentais</i>	30
2.4. Discussão	36
2.4.1. <i>Treinos Comerciais</i>	36
2.4.2. <i>Treinos Experimentais</i>	37
2.4.3. <i>Limitações</i>	39
2.4.4. <i>Considerações finais</i>	39
2.5. Referências	41
3. Estudo II. Evidência de Eficácia de um Programa de Treino Cognitivo para Memória de Trabalho em Crianças Escolares	48
3.1. Introdução	48
3.2. Métodos	53
3.2.1. <i>Participantes</i>	53
3.2.2 <i>Instrumentos</i>	59
3.2.3. <i>Programa de Treino Cognitivo</i>	61
3.2.4. <i>Tarefa realizada pelo grupo controle</i>	64
3.2.5. <i>Procedimentos de coleta de dados</i>	64
3.2.6. <i>Procedimentos de análise de dados</i>	65
3.3. Resultados	66
3.3.1. <i>Parâmetros de dificuldade e discriminação das tarefas do PRAMEMT</i>	66
3.3.2. <i>Análises de eficácia do PRAMEMT</i>	68
3.3.4. <i>Eficácia para a faixa etária mais velha (08 a 10 anos)</i>	70
3.4. Discussão	71
3.4.1. <i>Considerações finais</i>	79
3.5. Referências	80
4. Conclusão geral	85
Apêndice A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	87
Apêndice B – Ambientação do PRAMEMT	88

Apêndice C - Poti	89
Apêndice D – Avatares a serem escolhidos no PRAMEMT	90
Apêndice E – Prêmios apresentados às crianças	91
Apêndice F – Tarefa da coruja (<i>span</i> simples - MTVE)	92
Apêndice G – Tarefa da abelha (<i>n-back</i> – MTVE)	93
Apêndice H – Tarefa do Sapo (<i>span</i> complexo – MTVE)	94
Apêndice I – Tarefa da Onça (<i>span</i> complexo – MTVE)	95
Apêndice J – Tarefa do Boto (<i>span</i> complexo – MTV)	97
Anexo A – Aprovação no comitê de ética	99

1. Apresentação

Considerando que o bom rendimento escolar está relacionado a desfechos positivos em vários âmbitos da vida, como o social, econômico e emocional (Sánchez-Pérez et al., 2017), promover melhoras no desempenho escolar tem sido um desafio em muitos países na sociedade atual, principalmente no Brasil. O PISA (*Program for International Student Assessment*), patrocinado pela OECD (*Organisation for Economic Cooperation and Development*), tem mostrado que o Brasil está abaixo da média dos alunos em outros países que participam da OCDE em ciências, leitura e matemática (PISA, 2015). Além disso, segundo os dados de 2015, 36% dos jovens brasileiros de 15 anos afirmam ter repetido uma série escolar ao menos uma vez. Dos países latino-americanos que participaram da pesquisa, apenas a Colômbia possui uma taxa maior do que a do Brasil (43%) de repetência escolar, prática que está associada a níveis mais elevados de desigualdade social na escola.

Uma das tentativas de melhorar o desempenho escolar se dá por meio de intervenções cognitivas. Essas podem cair em três categorias, a saber: a estimulação mental, a reabilitação cognitiva e o treino cognitivo (TC; Rabipour & Davidson, 2015). O primeiro tipo objetiva estimular de forma geral o funcionamento do sistema cognitivo a partir da prática de uma série de atividades diárias. Este tipo de intervenção comumente é aplicado em idosos (Clare & Woods, 2004). A reabilitação cognitiva prevê uma aplicação personalizada com o intuito de auxiliar as pessoas com déficits cognitivos já existentes (Wilson, Heugten, van Winegardner, & Ownsworth, 2017). Os programas de treinamento cognitivo caracterizam-se por uma prática guiada, repetida e padronizada, por um período pré-determinado, baseada na exposição às tarefas focadas em processos cognitivos específicos (Sala & Gobet, 2019). Quando aplicado na infância, fase da vida em que o sistema cognitivo é mais plástico e mais responsivo a intervenções (Sala & Gobet, 2017), habilidades cognitivas que possuem maior impacto ainda no início da vida escolar tendem a ser o foco da intervenção, como funções executivas e atenção (Blair, 2002; Nelson, Benner, Lane, & Smith, 2004).

A Memória de Trabalho (MT), considerada uma importante função executiva, tem sido o foco de treinos cognitivos estimulação, principalmente em crianças, por meio dos TC's atuais (Diamond, 2013; Mansur-Alves & Saldanha-Silva, 2017; Sala & Gobet, 2017). A MT pode ser considerada um importante preditor do desempenho escolar (Gathercole & Alloway, 2004; Alloway, Bibile, & Lau, 2013; Peijnenborgh, Hurks, Aldenkamp, Vles, & Hendriksen, 2016; Sánchez-Pérez et al., 2018). O componente verbal da MT se correlaciona, por exemplo, com o desenvolvimento de habilidades numéricas e da leitura (Layes, Lalonde, Bouakkaz & Rebai,

2017; Zhang, Chang, Chen, Ma, & Zhou, 2018; Sánchez-Pérez et al., 2018). Além disso, os déficits na MT podem se associar à dificuldade de armazenar e recuperar fatos aritméticos na memória de longo prazo (Andersson & Östergren 2012). Portanto, esse processo cognitivo vem sendo constantemente utilizado em intervenções na tentativa de otimizar o desempenho cognitivo e escolar, principalmente em crianças (Alloway, Bibile, & Lau, 2013; Jaeggi, Buschkuhl, Jonides & Perrig, 2008; Jaeggi, Buschkuhl, Jonides, & Shah, 2011).

Os TC's computadorizados se consolidaram recentemente como área de conhecimento científico, e, portanto, os benefícios provenientes dos treinos ainda têm sido amplamente discutidos na literatura (Melby-Lervåg, Redick & Hulme, 2016). Até o momento, é consenso que efeitos de transferência proximal podem ser atingidos, ou seja, a transferência de ganhos para habilidades cognitivas treinadas durante a intervenção, acontece frequentemente. Ademais, um dos principais objetivos dos TC's é proporcionar transferência de ganhos para habilidades não treinadas, ganho denominado transferência distal, e melhorar o desempenho das crianças em suas atividades diárias, o chamado fenômeno de generalização. As evidências de transferência distal e de generalização ainda são inconsistentes, bem como a durabilidade dos ganhos; mecanismos de mudança e variáveis sociais e individuais mediadoras do processo (Sala & Gobet, 2019; Katz & Shah, 2017). Isto porque a variedade metodológica empregada nos estudos dessa área é grande. Os estudos muitas vezes se valem de diferentes tipos de grupo controle (ativo x passivo) e pequenas amostras, além de escolherem reportar apenas resultados positivos, o que é apontado pelas meta-análises realizadas por Melby-Lervåg, Redick e Hulme (2016) e Sala e Gobet (2017).

Essas variedades metodológicas podem contribuir para aumentar artificialmente o efeito geral positivo dos programas de TC, mascarando seus efeitos reais. Por outro lado, quando delineamentos metodológicos mais adequados são utilizados nos estudos, os efeitos tendem a diminuir consideravelmente. Este padrão de resultado sugere que, quanto melhor o *design* de pesquisa, menor tende a ser o efeito dos TC's, na melhoria do funcionamento cognitivo geral. Tendo em vista tal resultado, muitas perguntas ainda precisam ser respondidas nesse campo de pesquisa para que conclusões mais acertadas sejam feitas acerca dos efeitos na cognição geral (Sala & Gobet, 2019).

A utilização dos TC's no âmbito nacional ainda é uma questão que merece atenção, uma vez que os TC's utilizados no Brasil não possuem, até o momento, investigação da sua validade de conteúdo, tampouco consideram, durante o seu desenvolvimento, análises como a familiaridade dos estímulos com o público-alvo ao qual os programas se destinam. Além disso,

os estudos de eficácia, quando realizados, ainda são incipientes. Com relação aos programas internacionais disponíveis no Brasil, os estímulos utilizados nestes casos não possuem adaptação cultural para o Brasil. Neste sentido, não é ideal testar a eficácia dos TC's na população brasileira sem que o instrumento esteja adequado à realidade para a qual se destina. Diante dessas limitações, o presente trabalho busca sintetizar os dados na literatura da área sobre a eficácia dos programas de treino cognitivo. Ademais, busca apresentar dados de eficácia de um treino cognitivo desenvolvido especificamente para a realidade brasileira. Espera-se que os dados levantados possam contribuir para o entendimento dos fatores que influenciam os efeitos decorrentes dos treinos cognitivos. O programa de TC que será apresentado nesta dissertação possui um estudo de validade de conteúdo, cujos resultados encontram-se descritos em Barbosa-Pereira e colaboradores (2019).

Esta dissertação será apresentada em formato de artigos científicos: o primeiro estudo, “Treinos Cognitivos com Foco na Memória de Trabalho para Crianças: Uma Revisão Integrativa” é em uma revisão integrativa da literatura que teve por objetivo fazer um levantamento dos programas de TC infantis experimentais e disponíveis para a população em geral, além de investigar as evidências de eficácia de tais programas em promover o desempenho cognitivo geral. O manuscrito com os resultados do Estudo I foi submetido à revista *Gerais: Revista Interinstitucional de Psicologia*, e está em processo de tramitação. O segundo estudo é experimental, intitulado: “Evidência de Eficácia de um Programa de Treino Cognitivo para Memória de Trabalho em Crianças Escolares”. Neste estudo foi investigada a eficácia de um TC computadorizado para memória de trabalho em crianças, que foi desenvolvido pela equipe do Laboratório de Avaliação e Intervenção na Saúde (LAVIS-UFMG) e financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais – FAPEMIG, Edital 01/2015 – Demanda Universal (processo número CHE - APQ-00802-15).

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo Geral da Dissertação

Explorar e discutir as evidências de eficácia disponíveis de programas de TC computadorizados utilizados na estimulação da MT na infância; e investigar as evidências de eficácia de um TC computadorizado, elaborado para o contexto brasileiro, em promover ganhos no desempenho cognitivo e escolar de crianças de 06 a 10 anos.

1.1.2. Estudo I - Objetivo Geral

Descrever e explorar, por meio de uma revisão integrativa, as evidências de eficácia existentes dos programas computadorizados compostos por tarefas de MT e que podem ser usados com crianças.

1.1.3. Estudo I - Objetivos Específicos

(a) Levantar e descrever, a partir de uma revisão integrativa, as evidências de eficácia reportadas para os programas computadorizados, de livre acesso ou comercializados, em promover melhoras no desempenho cognitivo e escolar do público-alvo;

(b) Explorar tais evidências de eficácia reportadas para os programas computadorizados e discutir se essas evidências sustentam o uso de programas de TC.

1.1.4. Estudo II - Objetivo Geral

Investigar a eficácia de um TC computadorizado, desenvolvido para a realidade brasileira, em promover ganhos no desempenho cognitivo e escolar de crianças de 6 a 10 anos de idade.

1.1.5. Estudo II - Objetivos Específicos

(a) Investigar os parâmetros de dificuldade e discriminação do programa computadorizado de treino cognitivo, desenvolvido para a realidade brasileira, alcançados pelo público-alvo;

(b) Investigar a eficácia de um TC computadorizado em promover efeitos de transferência proximal, verificados em tarefas de MT, em crianças de 6 a 10 anos de idade, a partir da comparação entre um grupo experimental e um grupo controle ativo;

(c) Investigar a eficácia de um TC computadorizado em promover efeitos de transferência distal em crianças de 6 a 10 anos de idade, a partir da comparação entre um grupo experimental e um grupo controle ativo;

(d) Investigar a eficácia de um TC computadorizado em promover efeitos de generalização, verificados nas tarefas de desempenho escolar, em crianças de 6 a 10 anos de idade, a partir da comparação entre um grupo experimental e um grupo controle ativo;

(e) Investigar possíveis diferenças nos fenômenos de transferência proximal, distal e generalização, provenientes do programa de treino entre crianças mais novas e mais velhas.

1.2. Referências

- Alloway, T. P., Bibile, V., & Lau, G. (2013). Computers in Human Behavior Computerized working memory training: Can it lead to gains in cognitive skills in students? *Computers in Human Behavior*, 29(3), 632–638. doi: 10.1016/j.chb.2012.10.023
- Barbosa-Pereira, D., Ferreira-Junior, L. A., de Souza, E. R., Galvão, H. A., Mendonça, C. M., Saldanha-Silva, R. & Mansur-Alves, M., (2019). Desenvolvimento e Validade de Conteúdo de um Programa Computadorizado de Treino Cognitivo para Crianças. *Neuropsicologia Latinoamericana. Revista Neuropsicologia Latinoamericana*, 11(3), 52-65. doi: 10.5579/rnl.2016.0450.
- Barbosa-Pereira, D. & Mansur-Alves, M. (submetido). Treinos Cognitivos com Foco na Memória de Trabalho para Crianças: Uma Revisão Integrativa. Gerais: *Revista Interinstitucional de Psicologia*
- Blair, C. (2002). School readiness: Integrating cognition and emotion in a neurobiological conceptualization of children's functioning at school entry. *American Psychologist*, 57(2), 111–127. doi: 10.1037/0003-066X.57.2.111
- Clare, L., & Woods, R. T. (2004). Cognitive training and cognitive rehabilitation for people with early-stage Alzheimer's disease: A review. *Neuropsychological Rehabilitation*, 14(4), 385-401. doi: 10.1080/09602010443000074
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135–168. doi: 10.1146/annurev-psych-113011-143750
- Herrnstein, R. J., & Murray, C. (1994). The bell curve: intelligence and class structure in American life. *Nature*, 372(6505), 417.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., & Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(19), 6829–6833. doi: 10.1073/pnas.0801268105
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., & Shah, P. (2011). Short- and long-term benefits of cognitive training. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(25), 10081–10086. doi: 10.1073/pnas.1103228108
- Katz, B., & Shah, P. (2017). The role of child socioeconomic status in cognitive training outcomes. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 53(July 2016), 139–150. doi: 10.1016/j.appdev.2017.10.003
- Mansur-Alves, M. (2014). Estimulação Cognitiva em Crianças: Perspectiva histórica e atual (1st ed.). Belo Horizonte: Novas Edições Acadêmicas.
- Mansur-Alves, M., & Saldanha-Silva, R. (2017). Treinar memória de trabalho promove mudanças em inteligência fluida? *Temas em Psicologia*, 25(2), 787-807. doi.org/10.9788/TP2017.2-19Pt.
- Melby-Lervåg, M., Redick, T. S., & Hulme, C. (2016). Working Memory Training Does Not Improve Performance on Measures of Intelligence or Other Measures of “Far Transfer”:

Evidence From a Meta-Analytic Review. *Perspectives on Psychological Science*, 11(4), 512–534. doi: 10.1177/1745691616635612

Nelson, J. R., Benner, G. J., Lane, K., & Smith, B. W. (2004). Academic Achievement of K-12 Students with Emotional and Behavioral Disorders. *Exceptional Children*, 71(1), 59–73. doi: 10.1177/001440290407100104.

OECD. (2018). PISA 2015 Results: Excellence and Equity in Education (Volume I). Disponível em: <http://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus.pdf>. Acesso em 20 de outubro de 2019.

Rabipour, S., & Davidson, P. S. R. (2015). Do you believe in brain training? A questionnaire about expectations of computerised cognitive training. *Behavioural Brain Research*, 295, 64–70. doi: 10.1016/j.bbr.2015.01.002

Sala, G., & Gobet, F. (2017). Working memory training in typically developing children: A meta-analysis of the available evidence. *Developmental Psychology*, 53(4), 671–685. doi: 10.1037/dev0000265

Sala, G., & Gobet, F. (2019). Cognitive Training Does Not Enhance General Cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 23(1), 9–20. doi: 10.1016/j.tics.2018.10.004

Sánchez-Pérez, N., Castillo, A., López-López, J. A., Pina, V., Puga, J. L., Campoy, G., González-Salinas, C. & Fuentes, L. J. (2018). Computer-based training in math and working memory improves cognitive skills and academic achievement in primary school children: Behavioral results. *Frontiers in Psychology*. 8, 2327. doi: 10.3389/fpsyg.2017.02327

Wilson, B., Heugten, C., van Winegardner, J., & Ownsworth, T. (2017). *Neuropsychological rehabilitation: The international handbook*. Abingdon, UK: Routledge

2. Estudo I. Treinos Cognitivos com Foco na Memória de Trabalho para Crianças: Uma Revisão Integrativa

2.1. Introdução

A memória de trabalho (MT) é um sistema cognitivo responsável pelo armazenamento e manipulação de informações. Possui capacidade limitada e mantém a informação disponível apenas por intervalos curtos de tempo (Baddeley, 2017). A MT está relacionada à manutenção do foco da atenção; memorização apropriada de estratégias e informação para completar uma tarefa específica; raciocínio abstrato e gerenciamento de informações para realização de tarefas mentais mais complexas (Ilkowska & Engle, 2010). Diferenças individuais nesse domínio psicológico estão relacionadas a diferentes desfechos de vida, como desempenho escolar e desfechos socioeconômicos (Katz & Shah, 2017; Best, Miller, & Naglieri, 2011).

Para compreensão do funcionamento da MT, o modelo proposto por Baddeley e Hitch (1974) é o mais utilizado, uma vez que possui, até o momento, evidências consistentes advindas, por exemplo, da neuropsicologia e psicologia cognitiva (Siquara, Dazzani, & Abreu, 2014; D'Esposito, 2007; Gathercole, 1998). Desde a sua proposição, o modelo sofreu diversas alterações e, atualmente, pode ser descrito a partir de quatro componentes principais que interagem entre si. O sistema mais complexo é o executivo central, responsável pela coordenação, manipulação e atualização de informações nos subsistemas “alça fonológica” e “esboço visuoespacial”. Está envolvido, ainda, em funções como a atualização de estímulos na memória, flexibilidade e inibição de estímulos distratores. A alça fonológica armazena e processa códigos verbais, apresentados auditiva ou visualmente. O componente responsável pelo armazenamento e manipulação de informações imagéticas e visuoespaciais é o esboço visuoespacial. O retentor episódico, último componente adicionado ao modelo, possibilita a integração das informações entre os subsistemas da MT e a memória de longo prazo (Baddeley, 2003, 2012, 2017; Henry, 2012).

Na tentativa de compreender melhor o funcionamento das funções executivas, Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter e Wager (2000) propuseram um modelo teórico de composição desse sistema, que possui os seguintes componentes: alternância (*shifting*), a inibição (*inhibition*) e atualização (*updating*). A alternância refere-se à capacidade de alternar entre operações mentais. A inibição refere-se à capacidade de inibir deliberadamente respostas automatizadas e dominantes. Por fim, a atualização está envolvida na capacidade de monitoramento constante de estímulos, substituindo informações menos relevantes para execução de uma tarefa por informações novas e atualizadas (Miyake et al., 2000). Para avaliação e treinamento da MT, tarefas que referem-se ao componente de *updating*, as

chamadas tarefas de *n-back*, junto às tarefas de *span*, que operacionalizam os demais componentes do modelo proposto por Baddeley e Hitch (1974), formam um único fator, sugerindo que estão avaliando o mesmo construto subjacente (St Clair-Thompson & Gathercole, 2006). Atualmente, as tarefas mais empregadas na avaliação e treinamento da MT são as tarefas de *span* e de *updating* (Blacker, Negoita, Ewen & Courtney, 2017).

Outro ponto importante quando se trata da avaliação e treinamento da MT é a consideração dos fatores associados ao desenvolvimento de cada componente do sistema. (Uehara & Landeira-Fernandez, 2010). O esboço visuoespacial tende a se desenvolver antes dos demais componentes da MT, sendo feito o processamento de informações na MT preferencialmente por códigos imagéticos no início da infância. Posteriormente, a forma de memorização é substituída gradualmente pelo armazenamento verbal e processos que acontecem na alça fonológica (Pickering, 2001; Henry, 2012). A capacidade do executivo central também aumenta gradualmente, atingindo seu amadurecimento ao final da adolescência. (Uehara & Landeira-Fernandez, 2010; Berry, Waterman, Baddeley, Hitch & Allen, 2018; Henry, 2012). Pouco se sabe sobre o desenvolvimento do retentor episódico, apesar de esse componente estar presente em crianças desde os 6 anos de idade, mas ainda de maneira incipiente (Henry, 2012). Ainda que os Treinos Cognitivos (TC's) sejam constituídos de tarefas que buscam treinar os diferentes componentes da MT, é desejável que as ferramentas sejam adequadas às especificidades de cada faixa etária, com ênfase nos processos que estão em desenvolvimento no momento da intervenção. Busca-se, assim, a potencialização dos benefícios que os treinos da MT podem trazer (Uehara & Landeira-Fernandez, 2010; Gathercole, Pickering, Ambridge & Wearing, 2004; Henry, 2012).

Os protocolos de intervenção mais utilizados têm sido aqueles que envolvem o uso de tecnologias de informação e comunicação (TICs), tendo em vista os benefícios que podem trazer, principalmente para o público jovem, em comparação com os treinos de lápis-e-papel. A maioria de crianças e adolescentes nascidas nas últimas duas décadas estabelece uma interação constante com internet, jogos em celulares, tablets e computadores (Chen & Adler, 2019). Além de serem mais familiares para as crianças e adolescentes, outras vantagens dos treinos computadorizados podem ser listadas, como: tendem a aumentar a motivação intrínseca dos participantes (Peijnenborgh et al., 2016); possuem, na maioria das vezes, um sistema de pontuação automático, o que contribui para reduzir a subjetividade do aplicador ao avaliar o avanço dos participantes durante o treino e a possibilidade de erro humano ao acompanhar o desempenho nas tarefas e; o caráter tecnológico auxilia na padronização da apresentação dos estímulos e na medição de respostas como velocidade de processamento e tempo de reação

(Miranda & Palmer, 2014; Aranha, 2006). Algumas dessas vantagens são, em grande parte, relacionadas ao contexto de avaliação psicológica e/ou cognitiva, mas podem ser consideradas também para o contexto de intervenção (Lumsden, Edwards, Lawrence, Coyle & Munafò, 2016). Portanto, os avanços atuais no contexto dos TC's são feitos, em sua maioria, com protocolos de intervenção computadorizados (Sala & Gobet, 2017).

O desenvolvimento e a construção dos TC's tecnológicos com foco na MT, contudo, ainda são desafios para o campo de pesquisa, na atualidade. Muitos pesquisadores se valem de tarefas cujos parâmetros são divergentes entre si, criando uma gama de combinações diferentes de treinos (Pergher, Shalchy, Pahor, Hulle, Jaeggi & Seitz, 2019). Uma revisão sistemática qualitativa realizada por Pergher e colaboradores (2019) avaliou parâmetros que se diferem em TC's de *n-back* para adultos. Esse tipo de tarefa requer que o participante atualize constantemente os estímulos na MT. O estímulo-alvo deve ser comparado com o estímulo apresentado “n vezes” antes. Os resultados do estudo indicam que, para esse público, as características das atividades tendem a variar consideravelmente, como a modalidade do estímulo, a duração da intervenção, o limiar adaptativo e a presença de *feedback*. Ainda, pode-se observar que os testes utilizados na avaliação da eficácia dos TC's também não apresentam parâmetros semelhantes, por vezes tendo níveis de confiabilidade insatisfatórios. Tais questões dificultam consideravelmente a avaliação da eficácia de um TC, podendo gerar resultados duvidosos e que devem ser considerados com cautela. Ainda que o estudo de Pergher et al. (2019) apresente resultados dessa miscelânea para a população adulta, a variedade metodológica também pode ser observada em estudos de treinos infantis, mesmo que não haja na literatura, até o momento, uma revisão que sintetize a diversidade dessas características específicas nos treinos infantis. Para análise mais adequada dos ganhos provenientes dos TC's, é necessário um maior rigor metodológico dos estudos da área, facilitando a comparação entre os experimentos (Sala & Gobet, 2017; Sala, Aksayli, Tatlidil, Tatsumi, Gondo & Gobet, 2019; Pergher et al., 2019).

O objetivo dos treinos voltados para a MT é atingir fenômenos de transferência, os quais podem ser divididos em três categorias: transferência proximal, distal e generalização. Na transferência proximal, os ganhos são observados em processos semelhantes aos treinados pela intervenção. Já na transferência distal, os ganhos são transferidos para processos distintos, como atenção, controle inibitório e capacidade de planejamento. Por sua vez, o fenômeno de generalização é observado quando os ganhos são transferidos para o sistema cognitivo geral e para vários âmbitos da vida do indivíduo, como melhor desempenho escolar (Melby-Lervåg, Redick, & Hulme, 2016; Mansur-Alves & Saldanha-Silva, 2017; Sala & Gobet, 2017). A

ocorrência dos fenômenos de transferência relaciona-se ao nível em que os domínios compartilham recursos neurais subjacentes. Assim, a transferência proximal é mais provável de ocorrer do que a distal. A maioria das evidências encontradas atualmente corroboram essa hipótese, sendo a transferência proximal observada mais frequentemente nos estudos realizados com diversos TC's (Sala & Gobet, 2019).

O crescente interesse de cientistas em realizar pesquisas com TC's infantis se dá, em grande parte, pela tentativa de alcançar os efeitos de transferência distal, principalmente na aprendizagem e desempenho escolar (Gathercole & Alloway, 2004; Alloway, Bibile, & Lau, 2013; Sánchez-Pérez et al., 2018). Isso porque a MT é um importante preditor da performance escolar e prejuízos nesse construto podem impactar a aprendizagem, como TDAH e transtornos específicos da aprendizagem (Peijnenborgh, Hurks, Aldenkamp, Vles, & Hendriksen, 2016). Além disso, a capacidade da MT verbal se correlaciona, por exemplo, com o desenvolvimento de habilidades numéricas (Layes, Lalonde, Bouakkaz & Rebai, 2017; Zhang, Chang, Chen, Ma, & Zhou, 2018; Sánchez-Pérez et al., 2018). Para a leitura, componentes da MT, como o executivo central e a alça fonológica também desempenham um papel importante (Peng et al., 2018).

Os efeitos dos TC's com foco em MT nas habilidades aritméticas e verbais, entretanto, não são consistentes. Segundo a meta-análise realizada por Melby-Lervåg, Redick e Hulme (2016), não há evidências de eficácia de TC's cujos estímulos são verbais para habilidades não-verbais e verbais, compreensão de leitura e habilidades aritméticas. Em contrapartida, para as habilidades escolares, o estudo realizado por Sala e Gobet (2017) encontrou transferência distal apenas para a aritmética.

Neste sentido, uma revisão integrativa da literatura foi realizada com o objetivo de levantar e descrever, por meio de uma revisão integrativa, as evidências de eficácia existentes dos programas computadorizados compostos por tarefas de MT e que podem ser usados com crianças. Objetiva-se, ainda, explorar as evidências de eficácia reportadas para os programas de treino e discutir se essas evidências são consistentes e sustentam o uso dos TC's. Para tanto, os treinos foram classificados em duas categorias: TC's computadorizados disponíveis para o grande público (sendo comercializados ou de livre acesso) e TC's computadorizados experimentais.

2.2. Métodos

Os programas de TC's comercializados ou de livre acesso foram incluídos no presente estudo seguindo os critérios de inclusão: apresentar pelo menos uma tarefa de MT, sistema

computadorizado, poder ser utilizado por crianças. Para inclusão dos estudos, os trabalhos de Simons et al., (2016), Rossignoli-Palomeque, Perez-Hernandez e González-Marqués (2018) e Harris, Wilson e Vine (2018) foram consultados, além de buscas na loja de aplicativos *Google Play*. Apenas foram incluídos treinos com pelo menos uma breve descrições das tarefas ou disponibilizados gratuitamente, independentemente do idioma e ano de origem.

A busca pelos TC's experimentais foi realizada com base nas meta-análises realizadas por Melby-Lervåg e colaboradores (2016), Mansur-Alves e Saldanha-Silva (2017) e Sala e Gobet (2017). Os estudos incluídos seguiram os seguintes critérios: estudos experimentais ou quasi-experimentais, presença de grupo controle passivo ou ativo, aplicação com crianças e programa de treino cognitivo computadorizado que incluísse pelo menos uma tarefa de MT. Treinos contendo uma única tarefa, com foco em outros construtos, não foram considerados. O ano de inclusão dos estudos nas meta-análises utilizadas foi até 2016. Para os anos de 2017 a 2019, portanto, não contemplados nos estudos anteriores, foi realizada uma busca nas bases eletrônicas: Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), Pubmed e *American Psychological Association* (Apa PsycNet), utilizando a seguinte sintaxe: “*Working Memory Training*” OR “*Cognitive Training*” AND “*child*” e suas variações em português. Para o presente trabalho, estudos que possuíam protocolos de intervenção mistos, ou seja, treinos com tarefas computadorizadas e de lápis-e-papel não foram incluídos. Essa escolha foi feita para facilitar a análise e comparação entre os programas de treino, uma vez que os digitais tendem a ser mais motivadores e dinâmicos do que os mistos (Peijnenborgh et al., 2016).

Cinquenta e dois TC's experimentais (excluindo-se os artigos repetidos) foram incluídos pelas meta-análises, citadas acima. Entretanto, os critérios de exclusão praticados foram: treinos com adultos, treino de estratégias, treinos contendo apenas uma tarefa adaptada, treinos já incluídos na categoria de TC's disponíveis para a população. Dessa forma, 11 TC's referentes às meta-análises foram incluídos. Ademais, a busca realizada pelos autores, de 2016 até 2019, resultou em 98 estudos, sendo 59 excluídos pelo título e 34 excluídos por serem repetidos, treino de estratégias, contendo apenas uma tarefa ou treinos já incluídos na categoria de TC's comercializados e de livre acesso. Foram incluídos apenas estudos publicados em periódicos indexados.

2.3. Resultados

2.3.1 Programas Disponíveis (comercializados ou de livre acesso)

Dos 24 programas encontrados, 17 tem como foco tarefas de Memória de trabalho Visuoespacial (MTVE) e/ou Memória de Trabalho Verbal (MTV), enquanto apenas sete

empregaram também tarefas de *updating* (executivo central). A maioria dos programas (58,3%) não apresenta uma versão específica destinada às crianças ou a alguma faixa etária. Para sete programas, informações e descrições das tarefas não foram encontradas. Informações sobre como e quando utilizar os programas também foram limitadas.

Além disso, até o momento, os programas internacionais que possuem uma versão em português não apresentam adaptação transcultural para o Brasil, apenas tradução da linguagem empregada. Apenas três programas disponíveis se propõem a treinar apenas a MT. Todos os TC's encontrados podem ser considerados recentes, tendo sua origem no início da década passada. As evidências de eficácia também não foram encontradas para 14 dos 24 programas, tornando a utilização dessas ferramentas ainda mais problemática, dependendo do objetivo e contexto em que são empregados. Quando possível, as evidências de eficácias foram retiradas das metanálises realizadas com os programas. Quando os treinos não foram incluídos nos estudos de revisão sistemática analisados, procurou-se pelo estudo experimental de teste de eficácia.

Dos TC's disponíveis encontrados, o CogMed™ é a ferramenta que apresenta mais evidências de eficácia, sendo utilizado com crianças com desenvolvimento típico, crianças com TDAH, crianças pré-escolares, escolares e adultos. A hegemonia do uso do CogMed pode ser observada ainda na meta-análise de Aksayli, Sala e Gobet, (2019) que reuniram em sua busca apenas estudos com o instrumento. Os TC's disponíveis ao público geral são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Programas de TC que empregam tarefas de MT disponíveis para o público (comercializados ou de livre acesso) e podem ser utilizados por crianças

Programa	Descrição	Componentes da MT	Referência	Evidência de eficácia
CogMed™	Possui 8 tarefas a serem realizadas diariamente, 5 vezes por semana. Disponível em 3 versões: Cog Med JM - para pré-escolares; Cogmed RM - para crianças a partir dos 7 anos; e o	MTVE e MTV	Pearson Education, (2016)	Apenas para transferência proximal (Aksayli, Sala & Gobet, 2019; Simons et al., 2016) *

CogMed QM - para adultos.

Lumosity	Destinado a crianças e adultos, sem especificação da faixa etária, possui 56 tarefas distribuídas em 5 categorias: atenção, velocidade de processamento, flexibilidade, resolução de problemas e memória	Ud, MTVE e MTV	Hardy & Scanlon (2009)	CE (Simons, Boot, Charness, Gathercole, Chabris, Hambrick & Stine-Morrow, 2016). *
BrainHQ	Destinado a criança e adultos, sem faixa etária especificada, as tarefas estão distribuídas entre 6 domínios: atenção, memória, velocidade de processamento, orientação, habilidades sociais e inteligência	MTVE e MTV	Simons et al. (2016)	CE (Simons, et al., 2016). *
Scientific Learning Corporation (Fast ForWord/ Casa Cuca)	Destinado a crianças a partir dos 5 anos de idade para desenvolvimento da língua inglesa. Para esse público, o programa treina a atenção auditiva e visual e memória de trabalho, em 12 tarefas. .	MTV	Gillam et al. (2008)	CE (Simons et al., 2016). *
(BrainWare e Safari) Learning Enhancem	Para todas as idades, a partir dos 6 anos. O programa conta com 20 exercícios,	MTVE e MTV (informação inferida a	Avtzon (2012)	CE (Simons et al., 2016).

ent Corporati on*	referente aos seguintes processos: atenção, memória, processamento visual e auditivo, integração sensorial e lógica/ resolução de problemas.	partir da descrição das tarefas).		
Scientific Brain Training (HAPPYn euron)	Para toda as idades, sem especificação da faixa etária. Se propõe a treinar os seguintes processos: memória, atenção, linguagem, resolução de problemas, processamento visual e espacial e lógica	MTVE e MTV (informação inferida a partir da descrição das tarefas).	http://www.happyneuron.com/# ; https://www.happyneuronpro.com/en/ ; DiMauro, Genova, Tolin & Kurtz (2014).	CE (Simons et al., 2016).
Brain Resource (myBrain Solutions)	O jogo pode ser usado por crianças, embora não exista especificação de faixa etária recomendada para o treino. Possui tarefas que se propõem a treinar atenção, funções executivas, velocidade de processamento, memória de trabalho.	MTVE	https://www.mybrainsolutions.com/Pages/TrainingThatFun/Games.aspx	CE (Simons et al., 2016).
C8 Sciences (ACTIVA TE™)	O programa não possui especificações de faixa etária. São 6 tarefas que se propõem a treinar atenção, controle inibitório, velocidade	MTVE	Rosa et al., (2017)	Evidências de transferência proximal para atenção em crianças com TDAH (Rossignoli-

	de processamento, flexibilidade cognitiva e memória de trabalho.			Palomeque, Perez-Hernandez & González-Marqués, 2018). *
My Brain Trainer	Não possui especificações de faixa etária. Se propõe a treinar velocidade de processamento, memória, funções executivas (alternância), processamento visuoespacial,	Ud	https://www.mybraintainer.com/	CE
Nintendo Brain Age	A empresa não disponibiliza uma faixa etária específica recomendada para o uso do jogo. Possui atividades que se propõem a treinar habilidades de cálculo, habilidades verbais (como fluência de leitura), memória de trabalho (verbal e visuoespacial) e rotação mental	MTVE e MTV	McDougall & House (2012)	CE (Simons et al., 2016).
Peak	A empresa não disponibiliza uma faixa etária específica recomendada para o uso do jogo. Possui atividades que se propõem a treinar habilidades atenção, habilidades linguísticas, de	MTVE	Gonçalves & Gil (2017)	CE (Simons et al., 2016). *

	processamento de emoções e memória de trabalho.			
NeuroNati on	A empresa afirma que os jogos são apropriados para todas as idades. Possui atividades que treinam habilidades da linguagem, memória de trabalho, concentração e flexibilidade cognitiva	MTVE	Gonçalves & Gil (2017)	CE.*
Cognifit	Não possui especificações em relação à faixa etária. Se propõe a treinar atenção, inibição, memória, planejamento, velocidade de processamento e tempo de reação.	Ud, MTVE e MTV	Peretz, Korczyn, Shatil, Aharonson, Birnboim & Giladi (2011)	CE (Simons et al., 2016). *
Focus Pocus	A empresa recomenda o programa para crianças de todas as idades. Possui 12 jogos que se propõem a treinar memória de trabalho, atenção e controle de impulsos	MTVE	Johnstone et al (2011)	Transferência para atenção, MT e inibição em crianças com TDAH (Rossignoli-Palomeque et al., 2018)
Sincrolab Kids	A empresa recomenda o programa para crianças e adultos. Possui jogos que se propõem a treinar memória de trabalho,	Ud e MTV	https://www.sincrolab.es/index.html	CE (Rossignoli-Palomeque et al.,)

atenção, funções
executivas e controle
inibitório

Braingam e Brian	Para crianças de 8 a 12 anos com TDAH e problemas de funções executivas. Se propõe a treinar memória, Inibição e flexibilidade cognitiva.	MTVE	Prins et al (2013)	Evidências de um ensaio clínico randomizado, duplo-cego com crianças com TDAH sugerem efeitos apenas de transferência proximal. (Dovis, Oord, Wiers & Prins, 2015).
Escola do cérebro (Nacional)	Em desenvolvimento. Para crianças de 8 a 12 anos. Se propõe a treinar: atenção, resolução de problemas e memória de trabalho	MTV (informação inferida a partir da descrição das tarefas)	Ramos & Melo (2016)	Evidências de um estudo quase-experimental sugerem efeito de transferência para atenção e flexibilidade cognitiva. (Ramos & Segundo, 2018).
<i>BrainTwister2 Software</i>	Possui cinco tarefas de MT. Destinado a crianças a partir de 7 anos de idade e adultos (algumas tarefas são destinadas a faixas-etárias específicas). Recomenda-se o uso diário de no mínimo 3 semanas	Ud, MTVE e MTV	Pugin, Metz, Wolf, Achermann, Jenni, & Huber (2015)	efeitos de transferência proximal significativos imediatamente após o fim do treino (Sala & Gobet, 2017)
<i>Jungle Memory</i> TM	Possui 3 tarefas de MT destinadas a crianças de 7 a 16 anos. Cada atividade possui até 30 níveis de dificuldade.	MTVE e MTV	Alloway, Bibile & Lau (2013)	Considerando-se apenas grupos controles ativos, não há evidência de eficácia do TC

para habilidades não-verbais e verbais, compreensão de leitura e habilidades aritméticas (Melby-Lervåg, Redick & Hulme, 2016).

<i>Captain's Log software</i>	Composto por uma parte de avaliação e de treinamento. Para o treinamento, estão disponíveis 35 tarefas distribuídas em treino da atenção, treino de resolução de problemas e treino da MT. Direcionado a crianças escolares típicas ou com transtorno do neurodesenvolvimento e adultos. Recomenda-se o mínimo de duas horas de treino por semana, durando de 3 a 6 meses.	MTVE e MTV (informação inferida a partir da descrição das tarefas).	Sandford (2007)	Meta-análise realizada com crianças e adolescentes com TDAH. Foram encontrados efeitos de transferência proximal para MT mas sem impacto em sintomas de TDAH (Cortese et al., 2014)
<i>CogniPlus</i>	Desenvolvido para treinar atenção sustentada seletiva e dividida, MT e inibição (utilizado principalmente em crianças com TDAH). Possui dez atividades.	Ud e MTVE (informação inferida a partir da descrição das tarefas).	Minder, Zuberer, Brandeis & Drechsler (2019)	Testado em crianças de 8 a 14 anos com TDAH. Evidências de transferência para atenção (Minder et al., 2019)
<i>BrainScale</i>	Disponibiliza cinco tipos de atividades online: Dual N-Back	Ud, MTVE e MTV	http://brain-scale.net/	CE

Task (DNBT; uma atividade), Span complexo de MT (três atividades) Cálculos Mentais (uma atividade) e Span simples de MT (uma tarefa). O recomendado é treinar de 20 a 30 minutos por dia, 5 vezes por semana. Não há especificações quanto à idade.

<i>Project: EVO</i>	Possui 3 jogos cujo objetivo é avaliar e treinar as funções executivas como resolução de problemas e MT, além da auto-regulação. Ampla faixa-etária (crianças a idosos). Recomenda-se o uso por 30 minutos por 5 dias, completando 4 semanas.	MTVE (informação inferida a partir da descrição das tarefas).	Abbasi (2018)	Ensaio clínico randomizado com crianças com TDAH encontrou evidências de transferência em atenção (Davis, Bower & Kollins 2018).
<i>Gameboo k Guardiões da Floresta</i>	Desenvolvido para o treinamento de funções executivas principalmente em crianças de 08 a 12 anos com TDAH. Possui oito tarefas que treinam memória de trabalho, planejamento, flexibilidade cognitiva, categorização, controle inibitório e atenção seletiva.	MTVE (informação inferida a partir da descrição das tarefas).	Alves & Bonfim (2016)	Carência de evidências consistentes, instrumento em desenvolvimento (Alves & Bonfim, 2016).

Nota: *Apresentam versão em português; Legenda: Ud: updating; MTVE: memória de trabalho visuoespacial; MTV: memória de trabalho verbal; CE: carência de evidências. A carência de evidências refere-se, na maioria das vezes, à falta de indicativos consistentes de eficácia proveniente de revisões sistemáticas com amostras infantis. Todos os treinos são de origem internacional, com exceção do Escola do Cérebro e *Gamebook* Guardiões da Floresta. (Adaptado de Barbosa-Pereira, Ferreira-Junior & Mansur-Alves, no prelo)

2.3.2. Programas Experimentais

Os TC's experimentais são apresentados na Tabela 2. Dos 15 TC's experimentais encontrados, durante a busca realizada, apenas seis foram nomeados pelos seus criadores. Isto provavelmente ocorre porque, frequentemente, os TC's não são desenvolvidos com a finalidade de disponibilização ou comercialização. Por outro lado, são projetados apenas para testar a hipótese de que o TC com foco na MT é eficaz (Nemmi, Helander, Helenius, Almeida, Hassler, Rasanen & Klingberg, 2016; Yang, Peng, Zhang, Zheng & Mo, 2017; Wexler et al., 2016). Diferentemente dos programas disponíveis, os experimentais são compostos, em sua maioria (53,3%), por tarefas de *updating*, além de tarefas de MTVE e MTV.

Em relação à faixa etária, os treinos não apresentam especificações, uma vez que foram criados para teste de hipóteses em amostras próprias de cada estudo. A maioria dos programas encontrados (93,3%) são de origem estrangeira, sendo apenas um de origem brasileira. Em contraponto aos treinos disponíveis, 86,6% dos experimentais apresentaram foco principal no treino da MT, variando apenas nas tarefas empregadas. A maioria dos programas (60%) foram incluídos a partir da busca dos autores e, portanto, não foram incluídos nas metanálises analisadas.

Cinco dos quinze treinos apresentaram evidências de transferência distal para matemática e habilidades verbais (Layes et al., 2017; Wexler et al., 2016; Yang et al., 2017; Nemmi et al., 2016; Sánchez-Pérez et al., 2018). No estudo realizado por Nemmi et al. (2016), quatro condições de testagem foram investigadas, sendo elas: grupo controle, treinamento da MT, treinamento da linha numérica e treinamento combinado. No treinamento da linha numérica, era apresentado aos participantes estímulos numéricos (por exemplo o número 5) e eles deveriam arrastar, com o dedo indicador, do número 0 até o estímulo numérico dado (5). A linha numérica criada a partir desse movimento era construída por pequenos quadrados (estímulo-1), conectando quatro representações: arábica, espacial, comprimento e quantidade de objetos. Somas e subtrações também foram realizadas no treinamento, somas eram identificadas por movimentos direcionados para a direita, enquanto subtrações eram identificadas por movimentos para a esquerda na linha numérica. Os efeitos de transferência

para atividades de matemática foram encontrados apenas nos grupos que receberam ambas as intervenções. Já no estudo realizado por Sánchez-Pérez e colaboradores (2018), o programa de treino incluía também tarefas de matemática com as quatro operações básicas. Como resultado, o estudo encontrou ganhos em habilidades não-verbais, inibição, matemática e em leitura.

Nos estudos desenvolvidos por Zhao, Wang, Liu e Zhou (2011) e por Ang, Lee, Cheam, Poon e Koh (2015), as tarefas utilizadas se baseiam nos paradigmas de *running span* e *keep track*. Neste primeiro, uma variedade de estímulos com *spans* diferentes é apresentada e, para completar a tarefa, o participante precisa atualizar e identificar sempre o *span* dos estímulos atuais. Assim, é possível observar o *span* do participante e a capacidade de recuperação dos estímulos. A sua realização requer flexibilidade para perceber que o *span* muda frequentemente e manutenção da atenção executiva para descartar os estímulos que não são solicitados (Jahanshahia, Saleema, Aileen, Hoc, Fullera & Dirnberger, 2008). Por outro lado, no paradigma de *keep track*, o participante deve memorizar o último objeto de uma categoria de objetos apresentados anteriormente (Ang et al., 2015; Yntema, 1963). Neste sentido, são tarefas semelhantes às de *n-back* (Pergher et al., 2019).

Tabela 2. Programas de TC que empregam tarefas de MT experimentais e podem ser utilizados por crianças.

Programa	Descrição	Componentes da MT	Referência	Evidência de eficácia
<i>WM Training Program - WMP</i> (Programa de Treinamento da MT)	Possui duas partes, uma de avaliação e outra de treinamento da MT, ambas com quatro tarefas. Destinado a crianças em idade escolar. Treino utilizado em crianças com idade média de 8 anos e 6 meses.	MTVE e MTV	Nevo & Breznitz (2014).	efeitos de transferência proximal significativos imediatamente após o fim do treino (Sala & Gobet, 2017)
SN; <i>Running Span</i>	Possui duas tarefas com estímulos visuais (animais e personagens de desenho animado) utilizadas em crianças de 7 a 11 anos. Baseado no paradigma	Ud, MTVE	Wang, Zhou & Shah (2014)	efeitos de transferência proximal significativos imediatamente após o fim do treino (Sala & Gobet, 2017)

de *running span paradigm* (Zhao, Wang, Liu & Zhou, 2011)

SN; Ang, Lee, Cheam, Poon & Koh (2015)	O treino possui sete tarefas, sendo quatro baseadas no <i>running span paradigm</i> e três baseadas no <i>keep track paradigm</i> . Utilizado em crianças de 6 e 7 anos de idade. Maiores informações sobre as atividades não foram disponibilizadas pelos autores.	Ud, MTVE	Ang, Lee, Cheam, Poon & Koh (2015)	evidências limitadas e irrisórias de transferência distal para inteligência (Mansur-Alves & Saldanha-Silva, 2017)
<i>Central Executive Training</i> (Treino do Executivo Central)	Possui nove tarefas focadas no treino da MT. Teve duração de uma semana, combinando treino presencial com pesquisador, treino supervisionado pelos responsáveis em casa e grupo de psicoeducação dos responsáveis. Testado em crianças de 08 a 13 anos com sintomas de TDAH.	Ud, MTVE e MTV	Kofler et. al. (2018)	Evidências de um estudo quase-experimental sugerem efeito de transferência proximal e redução dos sintomas de TDAH (Kofler et al.,2018)
<i>Visuospatial working memory</i> (MTVE)	Possui três atividades com foco na MT visuoespacial. Testado em crianças e adolescentes de 7 a 18 anos com síndrome de <i>Down</i> .	MTVE	Lanfranchia, Pulinaa, Carrettib & Mammarella (2017)	Foram encontrados efeitos de transferência para MTVE e MTV (Lanfranchia et al., 2017).

SN; Kuhn & Holling (2014)	O treino foi composto por 3 tarefas: de <i>updating</i> visuoespacial, Cubos de Corsi (ordem direta e indireta) e <i>Span</i> de números e letras. Testado em crianças alemãs com idade média de 09 anos.	Ud, MTVE e MTV	Kuhn & Holling (2014)	Efeitos transferência proximal significativos imediatamente após o fim do treino (Sala & Gobet, 2017)
SN; Jaeggi, Buschkuhl, Jonides, & Shah (2011)	O programa de treino contou com quatro variantes de uma mesma tarefa de <i>updating</i> visuoespacial. Para manter o engajamento dos participantes, o tema da atividade variou a cada cinco sessões de treino. Testado em crianças estadunidenses de 08 a 10 anos.	Ud e MTVE	Jaeggi et al (2011)	Efeitos transferência proximal significativos imediatamente após o fim do treino (Sala & Gobet, 2017)
SN; Programa Informatizado de MT	O treino possui 3 tarefas, todas se propõem a treinar aspectos da alça fonológica da MT a partir de estímulos alfa-numéricos. Testado em crianças com média de 8,75 anos de idade.	MTV	Mansur-Alves, Flores-Mendoza, & Tierra-Criollo (2013)	efeitos de transferência proximal significativos imediatamente após o fim do treino (Sala & Gobet, 2017)
<i>Cognitive Carnival</i>	O programa possui três tarefas para treinar atenção, MT e controle inibitório. Utilizado em crianças e adolescentes de 6 a 15 anos com Síndrome Fetal Alcoólica.	MTVE e MTV	Pei & Kerns (2012)	Evidências de um estudo quase-experimental sugerem efeito de transferência proximal para tarefas de atenção e MT (Pei & Kerns, 2012)

SN; Programa de Intervenção na MT	O treino foi desenhado para crianças (com aproximadamente 09 anos de idade) com discalculia e todas as atividades envolviam números e quantidades. Possui 11 tarefas	MTVE e MTV	Layes, Lalonde, Bouakkaz & Rebai (2017)	Evidências de um estudo piloto quase-experimental randomizado sugerem efeito de transferência proximal para tarefas de MT e distal para tarefas de matemática (Layes, et al., 2017)
SN; WMT	O programa é composto por quatro tarefas de MTVE e foi desenvolvido para crianças de 06 anos de idade.	MTVE	Nemmi, Helander, Helenius, Almeida, Hassler, Rasanen & Klingberg (2016)	Evidências de um estudo quase-experimental randomizado sugerem efeito de transferência apenas para o grupo que recebeu dois tipos de treino (MT acompanhado do treino da linha numérica) para tarefas de matemática (Nemmi, et al., 2016)
<i>Brain Training Game</i>	O programa se propõe a treinar atenção, controle inibitório, flexibilidade e MT a partir de quatro tarefas: funções executivas gerais, categorias, reconhecimento e MTVE. Testado em crianças estadunidenses de 07	Ud e MTVE	Wexler et al. (2016)	O TC foi aplicado juntamente com jogos de leitura ou treino de matemática. Evidências desse estudo experimental randomizado sugerem efeito de transferência para

e 08 anos de idade.

tarefas de matemática (Wexler et al., 2016)

SN	<p>TC criado para crianças com Dislexia do Desenvolvimento. Possui duas atividades de <i>n-back</i>, uma com estímulos verbais e outra com estímulos visuoespaciais. Testado em crianças chinesas de 08 a 10 anos de idade.</p>	Ud, MTVE e MTV	Yang, Peng, Zhang, Zheng & Mo (2017)	<p>Evidências de um estudo quase-experimental sugerem efeito de transferência de ambas as tarefas para diferentes habilidades verbais, como rima e velocidade de nomeação (Yang et al., 2017).</p>
AGENTE	<p>Treino desenvolvido para treinar crianças com o diagnóstico de transtorno específico da leitura, de 08 a 10 anos de idade. O treino é composto 10 tarefas e 18 sessões de 45 minutos cada, com duração de 06 semanas. O estudo foi composto por um grupo controle (crianças sem diagnóstico de transtorno específico da leitura) e grupo experimental (com o diagnóstico).</p>	MTVE e MTV	Maehler, Joerns & Schuchardt, (2019)	<p>Evidências de transferência proximal (MTVE) após um período de três meses (Maehler et al., 2019).</p>

SN	O programa possui como temática o espaço e cada planeta ou satélite apresenta uma tarefa para a criança. São 04 tarefas divididas em span, n-back, tarefas de matemática e formas abstratas.	Ud, MTVE e MTV	Sánchez-Pérez et al. (2017)	Estudo quase-experimental encontrou evidências de ganhos para habilidades não-verbais, inibição, matemática e leitura (Sánchez-Pérez et al., 2017)
----	--	----------------	-----------------------------	--

Nota: *Apresentam versão em português; Legenda: Ud: updating; MTVE: memória de trabalho visuoespacial; MTV: memória de trabalho verbal; CE: carência de evidências; SN: sem nome. A carência de evidências refere-se, na maioria das vezes, à falta de indicativos consistentes de eficácia proveniente de revisões sistemáticas com amostras infantis. Com exceção do Programa Informatizado de MT, todos os treinos são de origem internacional.

2.4. Discussão

O objetivo do presente estudo foi descrever e explorar, por meio de uma revisão integrativa, as evidências de eficácia existentes dos programas computadorizados compostos por tarefas de MT e que podem ser usados com crianças. Além disso, objetivou-se explorar e discutir se os treinos apresentam as evidências de eficácia consistentes. Para tanto, a revisão foi dividida em treinos disponíveis para a população e treinos experimentais empregados em estudos de eficácia. A busca resultou em 24 programas que estão disponíveis para o público (comercializados ou de livre acesso) e 15 programas experimentais.

2.4.1. Treinos Comerciais

Em conformidade, muitos estudos de eficácia dos TC's não se valem do rigor metodológico adequado e controle de algumas variáveis para a área. Estudos de eficácia referentes a alguns programas disponíveis não foram encontrados na busca (*My Brain Trainer; NeuroNation*). Ademais, alguns estudos encontrados não realizaram comparação com grupo controle, mesmo passivo. A não utilização de delineamentos metodológicos rigorosos pode mascarar ou até inflar o real efeito do TC's em questão, apresentando para comunidade científica e para a população em geral resultados equivocados (Harris et al., 2018).

Em relação aos TC's de origem nacional, os dois programas encontrados não apresentam rigor metodológico necessário para que conclusões sejam tiradas a respeito dos ganhos. O *Gamebook Guardiões da Floresta* (Alves & Bonfim, 2016) ainda está em desenvolvimento. Por outro lado, a *Escola do Cérebro* (Ramos & Segundo, 2018) apresenta alguns critérios a serem melhorados no estudo de eficácia, como grupo controle passivo e

alocação não aleatória. Segundo Sala e Gobet (2017), o tipo de alocação e o tipo de grupo controle empregados nos estudos de eficácia atuam como moderadores dos efeitos de transferência do treino. Assim, estudos que se valem de alocação aleatória e de grupo controle ativo tendem a fornecer resultados mais consistentes sobre o programa investigado. Este resultado está em conformidade com os achados de Melby-Lervåg et al. (2016). Os autores encontraram diminuição nos efeitos de treino (transferência distal) para estudos que utilizaram grupos controle ativo. Entretanto, Mansur-Alves e Saldanha-Silva (2017) não encontraram o tipo de grupo controle como variável moderadora nos efeitos do treino.

A maioria dos programas disponíveis é composta por tarefas de MTVE e MTV. Contudo, como dito anteriormente, o emprego de tarefas que treinem os diferentes componentes da MT é recomendável para o alcance de melhores resultados (St Clair-Thompson & Gathercole, 2006).

Muitos programas comerciais encontrados não treinam apenas a MT, se valendo também de atividades focadas em outras funções cognitivas, como a velocidade de processamento, controle inibitório e outros tipos de memória, como a memória semântica. Entretanto, o treinamento de várias capacidades pode dificultar a investigação de eficácia dos programas em relação ao que seria ganho proximal e distal, podendo ser um fator confundidor em conclusões sobre quais tarefas realmente funcionam (Sala & Gobet, 2018).

Ressalta-se que alguns fabricantes dos treinos disponíveis não reportam a forma recomendada de utilização dos programas. Isto pode ser considerado mais um dificultador na distribuição indiscriminada dos treinos, uma vez que não há diretrizes e especificações para a população. Em decorrência, diferentes resultados podem ser encontrados, gerando dúvidas acerca da utilização dos TC's. Diante disto, os estudos de eficácia dos treinos comerciais devem se valer de grande rigor metodológico e aplicar linguagem clara no momento da disponibilização do produto ao público, na tentativa de evitar a disseminação de pseudociência (Harris et al., 2018; Rossignoli-Palomeque et al., 2018; Simons et al., 2016).

2.4.2. Treinos Experimentais

Em relação aos TC's experimentais, a maioria dos estudos aponta ao menos evidências de transferência proximal (Sala et al., 2019). Quanto maior a relação entre construtos, maior a probabilidade de se obter ganhos em um domínio cognitivo associado à habilidade treinada. Essa hipótese está de acordo com o número de estudos encontrados que observaram evidências de transferência distal. Nestes casos, os ganhos foram verificados em habilidades verbais e em matemática (Layes et al., 2017; Wexler et al., 2016; Yang et al., 2017; Nemmi et al., 2016;

Sánchez-Pérez et al., 2018). Para as habilidades verbais, a alça fonológica da MT está relacionada à aprendizagem da linguagem, incluindo aquisição de vocabulário e aprendizagem de segunda língua. Ainda, o transtorno específico de aprendizagem com prejuízo na leitura - Dislexia - associa-se a déficits na MT, não só na alça fonológica (Yang et al., 2017; Männel, Meyer, Wilcke, Boltze, Kirsten, Friederici, 2015).

O mesmo se aplica para o transtorno específico de aprendizagem com prejuízo na matemática. O estudo realizado por L Hayes, Lalonde, Bouakkaz e Rebai (2017) encontrou efeitos de transferência distal para matemática em crianças com Discalculia. Desta forma, crianças com déficits específicos em transtornos que se associam à capacidade da MT poderiam se beneficiar mais dos programas de treino, ou seja, os ganhos poderiam aparecer mais facilmente nos estudos que tem como público-alvo esse tipo de população (Au, Sheehan, Tsai, Duncan, Buschkuehl & Jaeggi, 2014; Diamond & Lee, 2011).

Entretanto, evidências recentes não corroboram esta hipótese, sugerindo que pessoas com maior capacidade de MT se beneficiam mais dos treinos (Foster, Harrison, Hicks, Draheim, Redick & Engle, 2017). Outros estudos devem ser desenvolvidos no sentido de testar a hipótese de que os efeitos de transferência dependem do nível basal da capacidade dos participantes.

Em relação à composição dos programas, as tarefas de *updating* foram empregadas na maioria das vezes (53,3%), juntamente com as tarefas de MTV e MTVE. As atividades que buscam estimular o componente de *updating* da MT parece ter um impacto positivo e pequeno em habilidades não-verbais (Melby-Lervåg et al., 2016). Um estudo realizado por Blacker, Negoita, Ewen e Courtney (2017) comparou os efeitos de tarefas de *span* visuoespacial e *n-back*. Os resultados sugerem transferência proximal mais robustas para a tarefa de *n-back*.

Ademais, as tarefas testadas em crianças mais novas tendem a ser de MTVE, o que é mais indicado para esse período do desenvolvimento (Henry, 2012), uma vez que a forma de armazenamento e manipulação da informação até os 07 anos de idade acontece mais facilmente através do esboço visuoespacial da MT (Uehara & Landeira-Fernandez, 2010; Gathercole et al., 2004). Já as tarefas de MT verbal podem ser consideradas mais complexas por requererem maior nível de alfabetização e familiaridade com estímulos numéricos. Portanto, atividades com o objetivo de treinar a alça fonológica da MT tendem a beneficiar crianças mais velhas e adultos (Uehara & Landeira-Fernandez, 2010; Gathercole et al., 2004; Henry, 2012).

Por um lado, o fato de os TC's experimentais não estarem disponíveis para a população é positivo, uma vez que o impacto do uso desse tipo de ferramenta deve ser melhor esclarecido antes de uma ampla utilização. Dessa forma, é possível investigar se algumas populações se

beneficiam mais do que outras, em qual contexto específico o treino deve ou não ser utilizado, por qual período, quais habilidades cognitivas tendem a melhorar e a permanecer estáveis.

Para obter resultados mais consistentes, seria recomendável que os estudos de TC pudessem utilizar programas experimentais similares. Tal processo facilitaria a comparação entre os melhores padrões a serem aplicados e, por consequência, conclusões acerca do conteúdo dos TC's, como melhores tipos de estímulo e melhores padrões a serem utilizados (Pergher et al., 2019).

2.4.3. Limitações

Para a busca dos artigos, não foram realizadas buscas em bancos de dissertação. Além disso, quando o estudo não estava disponível nas bases de dados acessadas, não foi realizado contato com pesquisadores. Em relação à loja de aplicativos, a busca foi realizada apenas no *Google Play*. Considera-se que as limitações apresentadas não comprometem os resultados encontrados. Indicam, por outro lado, que revisões mais abrangentes devem ser feitas futuramente.

2.4.4. Considerações finais

Dos programas de treino encontrados, apenas alguns possuem evidências de eficácia para o público infantil, apesar de muitos deles não serem específicos para crianças. Alguns treinos comercializados baseiam sua propaganda na garantia dos efeitos de transferência, desconsiderando estudos que empregam metodologia adequada para responder à essa questão (Simons et al., 2016; Rossignoli-Palomeque et al., 2018). Neste sentido, ressaltar a carência de evidências ou em que fase de verificação de eficácia os programas se encontram deveria ser enfatizada pelos fornecedores dos TC's disponíveis para o público. É necessário evitar o uso indiscriminado dessa ferramenta na falta de evidências consistentes de ganhos, e, mesmo que malefícios não sejam observados em decorrência do seu uso, a utilização deve ser desencorajada.

Pode-se observar que o número de TC's encontrados na busca e disponíveis para o público é consideravelmente maior do que o número de TC's experimentais encontrados. Isto pode indicar que, de forma geral, o público está fazendo uso dessa ferramenta, mesmo ainda existindo vários debates sobre os efeitos dos programas no campo das pesquisas, tanto nacionais quanto internacionais, o que não é indicado.

Até o momento, os efeitos de transferência proximal aparecem frequentemente nas revisões sistemáticas e meta-análises da área. Por outro lado, os efeitos de transferência distal e de generalização ainda vêm sendo amplamente discutidos pelos pesquisadores.

Aumentar o rigor metodológico e técnicas empregadas nos estudos que visam investigar a eficácia dos TC's parece ser uma maneira de apresentar resultados mais fidedignos aos seus reais efeitos. Após o refinamento metodológico dos estudos e caso haja evidências suficientes acerca da transferência distal, os TC's poderiam ser extensamente utilizado em intervenções neuropsicológicas, objetivando a melhora do desempenho escolar e a qualidade de vida das crianças.

2.5. Referências¹

- *Abbasi, J. (2018). Adam Gazzaley, MD, PhD: Developing Prescribable Video Games. *JAMA*, 320(1), 16. doi: 10.1001/jama.2018.4985
- Aksayli, N. D., Sala, G., & Gobet, F. (2019). The cognitive and academic benefits of Cogmed: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 27, 229–243. doi: 10.1016/J.EDUREV.2019.04.003
- *Alloway, T. P., Bibile, V., & Lau, G. (2013). Computerized working memory training: Can it lead to gains in cognitive skills in students? *Computers in Human Behavior*, 29(3), 632–638. doi: 10.1016/J.CHB.2012.10.023
- Alves, L., & Bonfim, C. (2016). GAMEBOOK e a estimulação de funções executivas em crianças com indicação de diagnóstico de TDAH: processo de pré-produção, produção e avaliação do software. *Educação E Contemporaneidade*, 25(46), 141–157. Retirado de <https://www.revistas.uneb.br/index.php/faeeba/article/view/2723>
- 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
- Aranha, G. (2006). Jogos Eletrônicos como um conceito chave para o desenvolvimento de aplicações imersivas e interativas para o aprendizado. *Ciências & Cognição*, 7(1), 105–110. Retirado de http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212006000100009
- Au, J., Sheehan, E., Tsai, N., Duncan, G. J., Buschkuehl, M., & Jaeggi, S. M. (2015). Improving fluid intelligence with training on working memory: a meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 22(2), 366–377. doi: 10.3758/s13423-014-0699-x
- *Avtzon, S. A. (2012). Effect of neuroscience-based cognitive skill training on growth of cognitive deficits associated with learning disabilities in children Grades 2–4. *Learning Disabilities*, 18(3), 111. Recuperado de <https://mybrainware.com/wp-content/uploads/2017/02/Avtzon-LDAvol18-Fall2012-CSTrainingSLD.pdf>
- Baddeley, A. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(10), 829–839. doi: 10.1038/nrn1201
- Baddeley, A. (2012). Working memory: theories, models, and controversies. *Annual review of psychology*, 63, 1-29. doi: 10.1146/annurev-psych-120710-10042.
- Baddeley, A. D. (2017). The concept of working memory: A view of its current state and probable future development. In *Exploring Working Memory* (pp. 99-106). Routledge.
- Baddeley, A.D., & Hitch, G. (1974). Working Memory. Em: Bower, G.A. (Ed). *Recent advances in learning and motivation*. New York: Academic Press.

¹ Referências indicadas em asterisco foram utilizadas na realização da revisão dos treinos cognitivos.

- Barbosa-Pereira, D., Ferreira-Junior, L. A., & Mansur-Alves, M. (in press). Treinamento em Memória de Trabalho para Crianças. In M. Mansur-Alves & J. B. Lopes-Silva (Eds.), *Intervenção Cognitiva: dos conceitos e métodos às práticas baseadas em evidências para diferentes problemáticas* (1a ed.). Belo Horizonte: T.ser.
- Berry, E. D. J., Waterman, A. H., Baddeley, A. D., Hitch, G. J., & Allen, R. J. (2018). The limits of visual working memory in children: Exploring prioritization and recency effects with sequential presentation. *Developmental Psychology*, *54*(2), 240–253. doi: 10.1037/dev0000427
- Best, J. R., Miller, P. H., & Naglieri, J. A. (2011). Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample. *Learning and Individual Differences*, *21*(4), 327–336. doi: 10.1016/j.lindif.2011.01.007
- Blacker, K. J., Negoita, S., Ewen, J. B., & Courtney, S. M. (2017). N-back Versus Complex Span Working Memory Training. *Journal of Cognitive Enhancement*, *1*(4), 434–454. doi: 10.1007/s41465-017-0044-1
- Chen, W., & Adler, J. L. (2019). Assessment of Screen Exposure in Young Children, 1997 to 2014. *JAMA Pediatrics*, *173*(4):391-393. doi: 10.1001/jamapediatrics.2018.5546
- *CogMed (2016) [Programa de Computador]. São Paulo: Pearson Education.
- *Copyright© My Brain Trainer (2019). Recuperado de <https://www.mybraintrainer.com/>.
- *Copyright© MyBrainSolutions (2016). Recuperado de <https://www.mybrainsolutions.com/Pages/TrainingThatsFun/Games.aspx>.
- *Copyright© Posit Science (2019). Recuperado de <http://easterseals.brainhq.com/>
- *Copyright© Sincrolab (2017). Recuperado de <https://www.sincrolab.es/index.html>.
- *Cortese, S., Ferrin, M., Brandeis, D., Buitelaar, J., Daley, D., Dittmann, R. W., Holtmann, M., Santosh, P., Stevenson, J., Stringaris, A., Zuddas, A. & Sonuga-Barke, E. J. S. (2015). Cognitive Training for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Meta-Analysis of Clinical and Neuropsychological Outcomes From Randomized Controlled Trials. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, *54*(3), 164–174. doi: 10.1016/J.JAAC.2014.12.010
- D'Esposito, M. (2007). From cognitive to neural models of working memory. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *362*(1481), 761–772. doi: 10.1098/rstb.2007.2086
- *Davis, N. O., Bower, J., & Kollins, S. H. (2018). Proof-of-concept study of an at-home, engaging, digital intervention for pediatric ADHD. *PLOS ONE*, *13*(1), e0189749. doi: 10.1371/journal.pone.0189749
- Diamond, A., & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science (New York, N.Y.)*, *333*(6045), 959–964. doi: 10.1126/science.1204529

- *DiMauro, J., Genova, M., Tolin, D. F., & Kurtz, M. M. (2014). Cognitive remediation for neuropsychological impairment in hoarding disorder: A pilot study. *Journal of Obsessive-Compulsive and Related Disorders*, 3(2), 132–138. doi: 10.1016/J.JOCD.2014.03.006
- *Dovis, S., Van der Oord, S., Wiers, R. W., & Prins, P. J. M. (2015). Improving Executive Functioning in Children with ADHD: Training Multiple Executive Functions within the Context of a Computer Game. A Randomized Double-Blind Placebo Controlled Trial. *PLOS ONE*, 10(4), e0121651. doi: 10.1371/journal.pone.0121651
- Foster, J. L., Harrison, T. L., Hicks, K. L., Draheim, C., Redick, T. S., & Engle, R. W. (2017). Do the effects of working memory training depend on baseline ability level? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 43(11), 1677–1689. doi: 10.1037/xlm0000426
- Gathercole, S. E. (1998). The Development of Memory. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 39(1), 3–27. doi: 10.1111/1469-7610.00301
- Gathercole, S. E., & Alloway, T. P. (2004). Working memory and classroom learning. *Dyslexia Review*, 15, 4-9. Retirado de https://www.researchgate.net/profile/Tracy_Alloway/publication/254392644_Working_memory_and_classroom_learning/links/0deec539f66116d896000000/Working-memory-and-classroom-learning.pdf.
- 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.org/10.1037/0012-1649.40.2.177.
- *Gillam, R. B., Loeb, D. F., Hoffman, L. M., Bohman, T., Champlin, C. A., Thibodeau, L., Widen, J., Brandel, J. & Friel-Patti, S. (2008). The efficacy of Fast ForWord language intervention in school-age children with language impairment: A randomized controlled trial. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 51, 97–119. doi: 10.1044/1092-4388(2008/007).
- *Goncalves, V., & Gil, H. (2017). Digital technologies — Apps — and the cognitive skills of older adults: Results of an investigation at USALBI (Universidade Senior Albicastrense). In *2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1–6). IEEE. doi: 10.23919/CISTI.2017.7976001
- *Hardy, J., & Scanlon, M. (2009). *The Science Behind Lumosity*. Recuperado de: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.604.651&rep=rep1&type=pdf>
- Harris, D. J., Wilson, M. R., & Vine, S. J. (2018). A Systematic Review of Commercial Cognitive Training Devices: Implications for Use in Sport. *Frontiers in Psychology*, 9, 709. doi: 10.3389/fpsyg.2018.00709
- Henry, L. A. (2012). *The Development of Working Memory in Children*. London: Sage.
- Ilkowska, M. & Engle, R.W. (2010). Trait and State Differences in Working Memory Capacity. Em: A. Gruszka., G. Matthews., & B. Szymura (eds.), *Handbook of Individual Differences in Cognition: Attention, Memory, and Executive Control* (pp. 295-320). London: Springer. doi: 10.1007/978-1-4419-1210-7_18

- *Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., & Shah, P. (2011). Short- and long-term benefits of cognitive training. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *108*(25), 10081–10086. doi: 10.1073/pnas.1103228108
- Jahanshahi, M., Saleem, T., Ho, A. K., Fuller, R., & Dirnberger, G. (2008). A preliminary investigation of the running digit span as a test of working memory. *Behavioural Neurology*, *20*(2008), 17–25. doi: 10.3233/BEN-2008-0212
- *Johnstone, S. J., Roodenrys, S., Blackman, R., Johnston, E., Loveday, K., Mantz, S., & Barratt, M. F. (2012). Neurocognitive training for children with and without AD/HD. *ADHD Attention Deficit and Hyperactivity Disorders*, *4*(1), 11–23. doi: 10.1007/s12402-011-0069-8
- *Kofler, M. J., Sarver, D. E., Harmon, S. L., Moltisanti, A., Aduen, P. A., Soto, E. F., & Ferretti, N. (2018). Working memory and organizational skills problems in ADHD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *59*(1), 57–67. doi: 10.1111/jcpp.12773
- *Kuhn, J.-T., & Holling, H. (2014). Number sense or working memory? The effect of two computer-based trainings on mathematical skills in elementary school. *Advances in Cognitive Psychology*, *10*(2), 59–67. doi: 10.5709/acp-0157-2
- *Lanfranchi, S., Pulina, F., Carretti, B., & Mammarella, I. C. (2017). Training spatial-simultaneous working memory in individuals with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, *64*, 118–129. doi: 10.1016/J.RIDD.2017.03.012
- Layes, S., Lalonde, R., Bouakkaz, Y., & Rebai, M. (2018). Effectiveness of working memory training among children with dyscalculia: evidence for transfer effects on mathematical achievement—a pilot study. *Cognitive Processing*, *19*(3), 375–385. doi: 10.1007/s10339-017-0853-2
- Lumsden, J., Edwards, E. A., Lawrence, N. S., Coyle, D., & Munafò, M. R. (2016). Gamification of Cognitive Assessment and Cognitive Training: A Systematic Review of Applications and Efficacy. *JMIR Serious Games*, *4*(2), e11. doi: 10.2196/games.5888
- *Maehler, C., Joerns, C., & Schuchardt, K. (2019). Training Working Memory of Children with and without Dyslexia. *Children*, *6*(3), 47. doi: 10.3390/children6030047
- Männel, C., Meyer, L., Wilcke, A., Boltze, J., Kirsten, H., & Friederici, A. D. (2015). Working-memory endophenotype and dyslexia-associated genetic variant predict dyslexia phenotype. *Cortex*, *71*, 291–305. doi: 10.1016/J.CORTEX.2015.06.029
- Mansur-Alves, M., & Saldanha-Silva, R. (2017). Treinar memória de trabalho promove mudanças em inteligência fluida?. *Temas em Psicologia*, *25*(2), 787-807. doi.org/10.9788/TP2017.2-19Pt.
- *Mansur-Alves, M., Flores-Mendoza, C., & Tierra-Criollo, C. J. (2013). Evidências preliminares da efetividade do treinamento cognitivo para melhorar a inteligência de crianças escolares. *Psicologia: Reflexão E Crítica*, *26*(3), 423–434. doi: 10.1590/S0102-79722013000300001

- *McDougall, S., & House, B. (2012). Brain training in older adults: Evidence of transfer to memory span performance and pseudo-Matthew effects. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *19*(1–2), 195–221. doi: 10.1080/13825585.2011.640656
- Melby-Lervåg, M., Redick, T. S., & Hulme, C. (2016). Working memory training does not improve performance on measures of intelligence or other measures of “far transfer” evidence from a meta-analytic review. *Perspectives on Psychological Science*, *11*(4), 512–534. doi: 10.1177/1745691616635612.
- *Minder, F., Zuberer, A., Brandeis, D., & Drechsler, R. (2019). Specific Effects of Individualized Cognitive Training in Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD): The Role of Pre-Training Cognitive Impairment and Individual Training Performance. *Developmental Neurorehabilitation*, *22*(6), 400–414. doi: 10.1080/17518423.2019.1600064
- Miranda, A. T., & Palmer, E. M. (2014). Intrinsic motivation and attentional capture from gamelike features in a visual search task. *Behavior Research Methods*, *46*(1), 159–172. doi: 10.3758/s13428-013-0357-7
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive psychology*, *41*(1), 49–100. doi.org/10.1006/cogp.1999.0734.
- Nemmi, F., Helander, E., Helenius, O., Almeida, R., Hassler, M., Räsänen, P., & Klingberg, T. (2016). Behavior and neuroimaging at baseline predict individual response to combined mathematical and working memory training in children. *Developmental Cognitive Neuroscience*, *20*, 43–51. doi: 10.1016/J.DCN.2016.06.004
- *Nevo, E., & Breznitz, Z. (2014). Effects of working memory and reading acceleration training on improving working memory abilities and reading skills among third graders. *Child Neuropsychology*, *20*(6), 752–765. doi: 10.1080/09297049.2013.863272
- *Peak (2014). Recuperado de <http://www.peak.net/>.
- *Pei, J., & Kerns, K. (2012). Using Games to Improve Functioning in Children with Fetal Alcohol Spectrum Disorders. *Games for Health Journal*, *1*(4), 308–311. doi: 10.1089/g4h.2012.0036
- Peijnenborgh, J. C. A. W., Hurks, P. M., Aldenkamp, A. P., Vles, J. S. H., & Hendriksen, J. G. M. (2016). Efficacy of working memory training in children and adolescents with learning disabilities: A review study and meta-analysis. *Neuropsychological Rehabilitation*, *26*(5–6), 645–672. doi: 10.1080/09602011.2015.1026356
- Peng, P., Barnes, M., Wang, C., Wang, W., Li, S., Swanson, H. L., Dardick, W. & Tao, S. (2018). A meta-analysis on the relation between reading and working memory. *Psychological Bulletin*, *144*(1), 48–76. doi: 10.1037/bul0000124
- *Peretz, C., Korczyn, A. D., Shatil, E., Aharonson, V., Birnboim, S., & Giladi, N. (2011). Computer-Based, Personalized Cognitive Training versus Classical Computer Games: A Randomized Double-Blind Prospective Trial of Cognitive Stimulation. *Neuroepidemiology*, *36*(2), 91–99. doi: 10.1159/000323950

- Pergher, V., Shalchy, M. A., Pahor, A., Van Hulle, M. M., Jaeggi, S. M., & Seitz, A. R. (2019). Divergent Research Methods Limit Understanding of Working Memory Training. *Journal of Cognitive Enhancement*, 1–21. doi: 10.1007/s41465-019-00134-7
- Pickering, S. J. (2001). The development of visuo-spatial working memory. *Memory*, 9(4–6), 423–432. doi.org/10.1080/09658210143000182.
- *Prins, P. J. M., Brink, E. Ten, Dovis, S., Ponsioen, A., Geurts, H. M., de Vries, M., & van der Oord, S. (2013). “Braingame Brian”: Toward an Executive Function Training Program with Game Elements for Children with ADHD and Cognitive Control Problems. *Games for Health Journal*, 2(1), 44–49. doi: 10.1089/g4h.2013.0004
- *Pugin, F., Metz, A. J., Wolf, M., Achermann, P., Jenni, O. G., & Huber, R. (2015). Local increase of sleep slow wave activity after three weeks of working memory training in children and adolescents. *Sleep*, 38(4), 607–614. doi: 10.5665/sleep.4580
- *Ramos, D. K., & de Melo, H. M. (2016). Jogos digitais e desenvolvimento cognitivo: um estudo com crianças do Ensino Fundamental. *Neuropsicologia Latinoamericana*, 8(3). doi: 10.5579/rnl.2016.0324
- *Ramos, D. K., & Segundo, F. R. (2018). Jogos Digitais na Escola: aprimorando a atenção e a flexibilidade cognitiva. *Educação & Realidade*, 43(2), 531-550. doi: 10.1590/2175-623665738
- *Rosa, V. de O., Schmitz, M., Moreira-Maia, C. R., Wagner, F., Londero, I., Bassotto, C. de, Moritz, G., Souza, C. S., Rohde, L. A. P. (2017). Computerized cognitive training in children and adolescents with attention deficit/hyperactivity disorder as add-on treatment to stimulants: feasibility study and protocol description. *Trends in Psychiatry and Psychotherapy*, 39(2), 65–76. doi: 10.1590/2237-6089-2016-0039
- *Rossignoli-Palomeque, T., Perez-Hernandez, E., & González-Marqués, J. (2018). Brain Training in Children and Adolescents: Is It Scientifically Valid? *Frontiers in Psychology*, 9, 565. doi: 10.3389/fpsyg.2018.00565
- Sala, G., & Gobet, F. (2017). Working memory training in typically developing children: A meta-analysis of the available evidence. *Developmental Psychology*, 53(4), 671–685. doi: 10.1037/dev0000265
- Sala, G., & Gobet, F. (2019). Cognitive Training Does Not Enhance General Cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 23(1), 9–20. doi: 10.1016/j.tics.2018.10.004
- Sala, G., Aksayli, N. D., Tatlidil, K. S., Tatsumi, T., Gondo, Y., & Gobet, F. (2019). Near and Far Transfer in Cognitive Training: A Second-Order Meta-Analysis. *Collabra: Psychology*, 5(1), 18. doi: 10.1525/collabra.203
- Sánchez-Pérez, N., Castillo, A., López-López, J. A., Pina, V., Puga, J. L., Campoy, G. González-Salinas, C., Fuentes, L. J. (2017). Computer-Based Training in Math and Working Memory Improves Cognitive Skills and Academic Achievement in Primary School Children: Behavioral Results. *Frontiers in Psychology*, 8, 2327. doi: 10.3389/fpsyg.2017.02327

- *Sandford, J. A. (2007). Captain's Log Computerized Cognitive Training System. Richmond, VA: Brain Train Inc.
- Simons, D. J., Boot, W. R., Charness, N., Gathercole, S. E., Chabris, C. F., Hambrick, D. Z., & Stine-Morrow, E. A. L. (2016). Do “Brain-Training” Programs Work? *Psychological Science in the Public Interest*, 17(3), 103–186. doi: 10.1177/1529100616661983
- Siquara, G. M., Dazzani, M. V. M., & Abreu, N. (2014). Tarefas que avaliam a memória operacional na infância e adolescência: uma revisão sistemática da literatura. *Estudos de Psicologia (Natal)*, 19(4), 258–267. doi: 10.1590/S1413-294X2014000400003
- St Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *The quarterly journal of experimental psychology*, 59(4), 745-759. doi.org/10.1080/17470210500162854.
- Uehara, E., & Landeira-Fernandez, J. (2010). Um panorama sobre o desenvolvimento da memória de trabalho e seus prejuízos no aprendizado escolar. *Ciências & Cognição*, 15(2). Retirado de <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/375>
- *Wang, Z., Zhou, R., & Shah, P. (2014). Spaced cognitive training promotes training transfer. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 217. doi: 10.3389/fnhum.2014.00217
- Wexler, B. E., Iseli, M., Leon, S., Zaggale, W., Rush, C., Goodman, A., Imal, A. E. & Bo, E. (2016). Cognitive Priming and Cognitive Training: Immediate and Far Transfer to Academic Skills in Children. *Scientific Reports*, 6(1), 32859. doi: 10.1038/srep32859
- Yang, J., Peng, J., Zhang, D., Zheng, L., & Mo, L. (2017). Specific effects of working memory training on the reading skills of Chinese children with developmental dyslexia. *PLOS ONE*, 12(11), e0186114. doi: 10.1371/journal.pone.0186114
- Yntema, D. B. (1963). Keeping Track of Several Things at Once. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 5(1), 7–17. doi: 10.1177/001872086300500102
- Zhang, H., Chang, L., Chen, X., Ma, L., & Zhou, R. (2018). Working Memory Updating Training Improves Mathematics Performance in Middle School Students With Learning Difficulties. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12. doi: 10.3389/fnhum.2018.00154
- Zhao, X., Wang, Y., Liu, D., & Zhou, R. (2011). Effect of updating training on fluid intelligence in children. *Chinese Science Bulletin*, 56(21), 2202–2205. doi: 10.1007/s11434-011-4553-5

3. Estudo II. Evidência de Eficácia de um Programa de Treino Cognitivo para Memória de Trabalho em Crianças Escolares

3.1. Introdução

Há um extenso debate no cenário científico atual acerca da eficácia dos treinos cognitivos (TC's; Melby-Lervåg, Redick & Hulme, 2016; Foster, Harrison, Hicks, Draheim, Redick, & Engle, 2017; Mansur-Alves & Saldanha-Silva, 2017; Sala & Gobet, 2017; Redick, 2019). Tais TC's são testados com a hipótese de melhorar o desempenho cognitivo geral de quem é submetido a esse tipo de ferramenta, havendo grande interesse na indicação de resultados positivos (Pergher, Shalchy, Pahor, Hulle, Jaeggi & Seitz, 2019). Para o público infantil, a Memória de Trabalho (MT) é um dos principais focos desse tipo de intervenção, uma vez que, além de ser uma importante função executiva, é também um dos principais preditores do desempenho escolar e está relacionada à capacidade de raciocínio, habilidades matemáticas e capacidade de leitura (Ilkowska & Engle, 2010; Sánchez-Pérez et al., 2017; Zhang, Chang, Chen, Ma, & Zhou, 2018).

A MT pode ser definida como um processo cognitivo multicomponencial capaz de armazenar e manipular informações dentro de um curto espaço de tempo (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 2003, 2012, 2017). O crescente interesse nos TC's com foco na MT tem como base a ocorrência de fenômenos de transferência, isto é, a partir do treinamento desse processo cognitivo, os efeitos poderiam ser transferidos para: a) os componentes da MT, como a MT verbal (MTV) e visuoespacial (MTVE; transferência proximal); b) para outros domínios cognitivos, como atenção e controle inibitório e para aspectos isolados do desempenho escolar, como aritmética (transferência distal); e c) para aspectos gerais da vida dos participantes do treino, no caso de crianças, melhora do desempenho escolar geral, como promoção da capacidade de leitura, escrita e aritmética (generalização; Melby-Lervåg et al., 2016; Sala & Gobet, 2017).

Os ganhos proporcionados pelos programas de TC fundamentam-se na plasticidade cerebral, elevada, principalmente, na infância. Assim, nessa fase do desenvolvimento humano é mais provável que ocorra uma reorganização funcional ou modificação da conectividade sináptica, a partir da prática e exposição ao TC. Tal fenômeno tende a diminuir com o avanço da idade (Klingberg, 2010; Karbach & Schubert, 2013; Au, Sheehan, Tsai, Duncan, Buschkuhl & Jaeggi, 2015).

Ademais, a frequência de ocorrência dos fenômenos de transferência é proporcional a quanto os domínios estão associados. Assim, quanto maior a semelhança na circuitaria neuronal

subjacente dos processos cognitivos, maior será a probabilidade de que, a partir da estimulação de um domínio, os ganhos possam ser observados em outro domínio (Sala, Aksayli, Tatlidil, Tatsumi, Gondo & Gobet, 2019). Tal hipótese está de acordo com os resultados encontrados em estudos recentes de TC, que indicam convergência de achados consistentes para transferência proximal, mas maior divergência e resultados menos consolidados para transferência distal e generalização (Mansur-Alves & Saldanha-Silva, 2017; Pergher et al., 2019; Sala et al., 2019).

As divergências encontradas em muitos estudos experimentais e em uma série de metanálises da área que têm como objetivo investigar a eficácia dos TC's para crianças estão relacionadas, em grande parte, à grande variedade metodológica empregada. Os estudos frequentemente variam em relação ao: (1) tipo de grupo controle utilizado (passivo x ativo); (2) tipo de treino (explícito x implícito); (3) tarefas que constituem o TC; (4) duração da intervenção; (5) diferentes instrumentos para avaliação da eficácia; (6) propriedades psicométricas dos TC's; e (7) esquema de reforçamento dos treinos (Melby-Lervåg et al., 2016; Peijnenborgh, Hurks, Aldenkamp, Vles & Hendriksen, 2016; Blacker, Negoita, Ewen & Courtney, 2017; Sala & Gobet, 2017; Pergher et al., 2019).

Segundo a metanálise realizada por Melby-Lervåg, Redick e Hulme (2016), os efeitos de transferência distal dos programas de TC, de forma geral, não são estatisticamente significativos, considerando grupos controles ativos. Em contraste, em controles passivos, os efeitos dos TC's tendem a ser inflados devido fatores como o efeito placebo (Dougherty, Hamovitz & Tidwell, 2015; Melby-Lervåg et al., 2016). Assim, melhorando a qualidade metodológica dos estudos, os efeitos positivos dos treinos, pelos menos para transferência distal, tendem a diminuir (Melby-Lervåg et al., 2016). Além disso, as tarefas utilizadas quando o grupo controle escolhido é ativo também podem variar. Alguns estudos utilizam tarefas cujos estímulos se assemelham aos estímulos utilizados nas tarefas do TC, mas sem as características necessárias para treinar a MT (Redick et al., 2013); enquanto outros estudos se valem de tarefas completamente diferentes das tarefas-alvo (Jaeggi, Buschkuhl, Shah & Jonides, 2014).

Os tipos de TC's podem ser classificados em explícitos ou implícitos. Os treinos implícitos tendem a ser adaptativos e o progresso nas atividades ocorre de maneira mais fluída e contínua. A partir deste sistema, o participante avança ou retorna no programa de acordo com a taxa de acurácia obtida nas tentativas ou níveis anteriores. O objetivo é melhorar a aprendizagem das novas regras que são apresentadas durante a realização do TC (Landsberg, Astwood, Van Buskirk, Townsend, Steinhauser, & Mercado, 2012). Por outro lado, os

programas explícitos são caracterizados pelas instruções dadas aos participantes, que em alguns momentos podem ser instruídos a repetir tarefas ou a usar estratégias específicas para atingir os objetivos das atividades (Peijnenborgh et al., 2016). Por consequência, as estratégias ensinadas nesses treinos poderiam ser utilizadas em suas atividades diárias dos participantes, melhorando o desempenho geral. Além disso, tal uso pode liberar outros recursos da MT, tornando possível o armazenamento de outros estímulos. Os treinos explícitos têm sido mais utilizados em contextos de dificuldade de aprendizagem ou transtornos do desenvolvimento (McNamara & Scott, 2001; Peijnenborgh et al., 2016; Peng & Fuchs 2017). Um estudo realizado por Peng e Fuchs (2017) com crianças com riscos de apresentarem dificuldades de aprendizagem submetidas a três condições (controle, TC implícito e TC explícito) obteve resultados promissores: com valores de significância não corrigidos para grupos pequenos e com múltiplas comparações, o grupo que treinou a MT a partir de um programa explícito apresentou evidências de transferência proximal (MTV). Entretanto, com valores de significância ajustados, essa diferença em tarefas de MTV desaparece, mesmo apresentando ainda tamanhos de efeitos de moderados a grandes. Tendo em vista tais resultados, investigações mais aprofundadas precisam ser feitas no sentido de compreender a utilidade das estratégias nos programas de TC.

Os diferentes tipos de tarefas que constituem os TC's e os diferentes componentes da MT que são estimulados por elas também contribuem para a heterogeneidade observada nas evidências de eficácia dos programas. Os treinos focados na MTVE tendem a ser mais adequados para crianças mais novas, em idade pré-escolar ou escolar, tendo em vista o desenvolvimento dos componentes da MT (Henry, 2012). Já os treinos de MTV requerem familiaridade com símbolos alfanuméricos e tendem a ser mais complexos para crianças mais novas, assim como as tarefas de *n-back*, haja vista a forma predominante com que esse público tende a armazenar as informações (Henry, 2012). Dessa forma, os programas de MTV e tarefas de *n-back* proporcionariam maiores ganhos para crianças mais velhas (Uehara & Landeira-Fernandez, 2010; Gathercole, Pickering, Ambridge & Wearing, 2004; Henry, 2012).

Ademais, Blacker, Negoita, Ewen e Courtney (2017) realizaram um estudo com adultos com o objetivo de comparar os efeitos de tarefas de *span* visuoespacial e *n-back*. Os resultados sugerem que tarefas de *n-back* tendem a ser mais eficazes em medidas comportamentais de mensuração da capacidade de MT e na geração de mudanças nos mecanismos neurais. Ressalta-se a necessidade de que as tarefas dos TC's treinem todos os componentes da MT, mas mantendo o foco nas atividades que beneficiariam mais cada faixa etária.

Alguns estudos atuais reportam resultados positivos não só em transferência proximal, mas também em distal. O estudo realizado por Fälth, Jaensson e Johansson (2015) com 32 crianças do ensino fundamental encontrou ganhos médios de ~13 pontos em uma tarefa de leitura de palavras para o grupo experimental. Entretanto, o estudo apresenta uma amostra pequena, grupo controle passivo e o controle de algumas variáveis, como inteligência não foram controladas. Outro estudo realizado por Honoré e Noël (2017) também apontou ganhos distais de magnitude entre fraca e moderada para comparação de números arábicos ($\eta^2 = 0,065$). Participaram do estudo 46 crianças de 5 a 6 anos de idade. Em ambos os estudos, o CogMed™ foi utilizado, em que MTVE e MTV são treinadas.

Contudo, os resultados da metanálises da área sugerem outras conclusões a respeito dos programas de TC. Em relação aos efeitos de transferência proximal, os resultados das pesquisas sugerem que os ganhos não se mantêm seis meses após o fim da intervenção (Melby-Lervåg et al., 2016). Por outro lado, para a inteligência, até o momento, não existem evidências consistentes de ganhos (Melby-Lervåg, et al., 2016; Mansur-Alves & Saldanha-Silva, 2017). Para demais habilidades verbais e não-verbais e considerando-se apenas grupos controles ativos, não há evidência de eficácia (Melby-Lervåg, et al., 2016). Segundo a metanálise realizada por Sala e Gobet (2017), todavia, foram encontrados efeitos de transferência distal apenas para a matemática ($\bar{g} = 0,20$).

A duração dos TC's parece não impactar nos efeitos de transferência proximal e distal do treino, segundo a metanálise realizada por Melby-Lervåg e colaboradores (2016). Já no estudo realizado por Sala e Gobet (2017), a duração dos programas tem impacto marginalmente significativo nos efeitos de transferência distal do treino. Entretanto, para que a plasticidade cerebral aconteça, o sistema cognitivo deve ser constantemente desafiado em suas capacidades, fazendo com que o padrão de funcionamento mude (Von Bastian & Eschen, 2016). Até o momento, não há consenso sobre a duração ideal dos programas de treino.

Pergher et al. (2019) realizaram uma revisão sistemática com considerando TC's para a população adulta e, a partir dos resultados, é possível observar que há uma grande variedade de testes e tarefas utilizadas para avaliar a eficácia dos programas. Entretanto, muitas vezes, esses testes podem ter propriedades psicométricas diferentes e inadequadas para mensurar os efeitos desse tipo de ferramenta (Pergher et al., 2019). Apesar de a revisão ter sido realizada com dados da população adulta, as mesmas considerações são válidas para os estudos com crianças, uma

vez que também é possível observar nesses estudos discrepâncias em relação às tarefas e aos testes utilizados.

A falta dos estudos de validade dos TC's também contribui para a diversidade metodológica e resultados divergentes encontrados. Não é comum que os programas de treino reportem estudos de validade de conteúdo (Golino, Schelini, Golino, de Souza Pereira & Felix, 2017). Essa limitação da área tem impacto direto na observação dos efeitos de transferência e, se os programas não possuem estudos de investigação de validade ou não possuem parâmetros psicométricos adequados, é questionável a estimulação do domínio cognitivo específico. É necessário que os estudos de TC' aumentem o rigor metodológico para que resultados mais consistentes sejam encontrados (Pergher et al., 2019).

Por fim, o esquema de reforçamento empregado nos programas de TC também varia constantemente nos estudos atuais (Pergher et al., 2019). Os *feedbacks*, reforçamento simbólico emitidos durante o progresso nas sessões de treino, são, geralmente, baseados na acurácia dos participantes nos níveis ou tentativas anteriores e são empregados na tentativa de motivar os indivíduos a melhorar seu desempenho. Além disso, os *feedbacks* podem facilitar o processo de aprendizagem das novas informações apresentadas durante o protocolo de intervenção (Simen, Contreras, Buck, Hu, Holmes & Cohen, 2009; Abe, Schambra, Wassermann, Luckenbaugh, Schweighofer & Cohen, 2011; Pergher et al., 2019). Entretanto, em uma revisão sistemática realizada por Pergher e colaboradores (2019) com estudos que utilizaram tarefas de *n-back* em adultos, a maioria dos experimentos não reportou a presença ou ausência e qual tipo de *feedback* foi empregado na intervenção. Ademais, os estudos que reportaram o uso desse componente variaram em fornecer a resposta ao participante ao final de cada bloco, de cada sessão, ou de cada tentativa (Pergher, et al., 2019). Embora a revisão sistemática tenha sido realizada com amostras de adultos, não há, até o momento, estudos que indiquem como se dá a presença de *feedbacks* nos treinos infantis. Por outro lado, recompensas, reforço material, nem sempre fazem parte dos programas de TC e quando fazem, podem variar no tipo de material, como quantias em dinheiro, no caso de estudos internacionais, e pequenos objetos (Katz, Jaeggi, Buschkuhl, Shah & Jonides, 2018). A presença dos prêmios, assim como a de *feedbacks*, é importante para a manutenção da motivação e da atenção do participante na realização das tarefas e pode ter impacto positivo no processo de assimilação dos conteúdos treinados, implicando nos efeitos da intervenção (Peijnenborgh et al., 2016).

Tendo em vista as divergências sobre os efeitos de transferência, principalmente distal, e na tentativa de refinar os recursos metodológicos empregados na área de TC, o presente estudo

teve por objeto investigar os parâmetros de dificuldade e discriminação do PRAMEMT – Programa de Ativação da Memória de Trabalho (descrito em detalhes na seção de métodos), um programa computadorizado de treino cognitivo. Além disso, objetivou-se investigar a eficácia do PRAMEMT em promover ganhos no desempenho cognitivo e escolar (efeitos de transferência proximal, distal e generalização) de crianças de 6 a 10 anos de idade e, por fim, investigar possíveis diferenças de ganhos entre crianças mais novas e mais velhas.

Neste sentido, hipotetiza-se que o PRAMEMT terá níveis progressivos de dificuldade e será capaz de discriminar crianças com diferentes graus de habilidade de acordo com os critérios de interrupção e progressão. Hipotetiza-se, ainda, que o PRAMEMT será capaz de promover efeitos significativos de transferência proximal para MTV e MTVE ($\bar{g} = 0,30$) e distal. Uma vez que não há consenso na literatura em relação à magnitude dos ganhos distais, espera-se que sejam encontrados valores ao menos significativos para tarefas de atenção, funções executivas e habilidades verbais. Por fim, espera-se que o PRAMEMT promova maiores ganhos para crianças mais novas quando comparados com crianças mais velhas, uma vez que possui mais tarefas de MTVE, que seriam mais adequadas para crianças menores, e devido à plasticidade cerebral que tende a ser maior em crianças mais novas. Além disso, dado os elementos constituintes do programa, as tarefas podem ser mais motivadoras para as crianças mais novas. Diferentemente de outros programas, o PRAMEMT, possui estudo de validade de conteúdo e de inteligibilidade com seu público-alvo. O estudo indica índices aceitáveis de validade de conteúdo (Coeficiente de validade de conteúdo $\geq 0,80$) e inteligibilidade pelo público-alvo. Este resultado está descrito no trabalho realizado por Barbosa-Pereira e colaboradores (2019). O TC foi desenvolvido pelo pela equipe de pesquisa Laboratório de Avaliação e Intervenção na Saúde (LAVIS/UFMG).

3.2. Métodos

3.2.1. Participantes

A amostra para o presente estudo foi calculada com base na magnitude do efeito encontrada na diferença entre os grupos controles e experimentais antes e após a aplicação de programas de TC, a partir da metanálise realizada por Melby-Lervåg e colaboradores (2016). Foi calculada uma média dos tamanhos de efeito encontrados para transferência proximal (MTV e MTVE), considerando apenas grupos controles ativos. O programa utilizado foi o *GPower*, versão 3.1 e o teste estatístico selecionado foi ANOVA de medidas repetidas com interação inter e intra-sujeitos. Para encontrar um tamanho de efeito pequeno ($g = 0,30$; $f = 0,15$), com probabilidade de erro tipo I de 5%, poder estatístico de 80%, considerando 2 grupos

e duas medidas repetidas (correlação entre as medidas de 0,5), seria necessária uma amostra de pelo menos 90 sujeitos.

A amostra foi selecionada por conveniência e foi composta por crianças com desenvolvimento típico, com idades entre 6 e 10 anos, de ambos os sexos, matriculadas em uma escola municipal de Belo Horizonte (MG). A participação das crianças foi possível mediante a autorização dos responsáveis, a partir da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A).

Os critérios de inclusão utilizados foram os seguintes: 1) crianças com $QI \geq 70$, mensurada pela WASI (Trentini, Yates, & Heck, 2014); 2) ausência de comportamentos sugestivos de problemas de conduta, hiperatividade e problemas de relacionamento com colegas, mensurados pelo SDQ (Saur & Loureiro, 2012); 3) desempenho escolar dentro da média (escore- $z \geq -1,5$) em habilidades aritméticas, leitura e escrita de palavras, mensurado pelo Neupsilin Inf (Salles et al., 2015).

Foram convidadas 127 crianças do primeiro ao quinto ano do ensino fundamental de uma escola pública de Belo Horizonte (MG) para participar do estudo, usando uma metodologia de amostragem por conveniência. Considerando o desenvolvimento típico, 24 crianças foram excluídas pelo SDQ. Por apresentarem desempenho escolar $\geq 1,5$ desvios-padrão abaixo da média em habilidades aritméticas, leitura e escrita de palavras e/ou $QI \leq 70$, 19 crianças foram excluídas. No meio da intervenção em 2019, uma criança mudou-se de escola. Finalmente, 83 crianças participaram do estudo em todas as suas sessões.

As características sociodemográficas da amostra estão explicitadas nas Tabelas 1 e 2. Ao todo, 5 crianças foram excluídas das análises por possuírem idades que se distanciaram da média geral (duas crianças de 11 anos e três crianças de 05 anos). Dessa forma, 78 crianças participaram das análises de dados (média da idade = 7,87 anos; $dp = 1,44$ anos; 52,6% do sexo feminino, 32,05% do terceiro ano). Não houve associação entre o sexo e grupo (controle x experimental): $\chi^2(1) = 2,45$ $p = 0,117$; entre NSE e grupo: $\chi^2(4) = 3,39$ $p = 0,495$; e entre ano escolar e grupo: $\chi^2(4) = 0,38$ $p = 0,984$. A Tabela 1 contém as variáveis demográficas dos participantes por grupo.

Tabela 1. Caracterização da amostra por grupo

	Controle		Experimental	
	n	%	n	%
Meninas	16	43	25	61
Meninos	21	57	16	39
NSE - A1	2	6	0	0
NSE - B1	3	8	4	10
NSE - B2	11	31	16	39
NSE - C1	9	25	12	29
NSE - C2	11	31	9	22
1º Ano	6	16	6	15
2º Ano	7	19	8	20
3º Ano	11	30	14	34
4º Ano	7	19	8	20
5º Ano	6	16	5	12

Antes de realizar a análise de eficácia do PRAMEMT, realizou-se uma série de Testes t para investigar se os grupos se diferiram em alguma variável dependente no pré-teste. Os resultados estão apresentados na Tabela 2. Em suma, grupos não se diferem pré-teste (valores de $p > 0,05$). Além disso, todos os valores de tamanho de efeito (g de Hedges) podem ser considerados pequenos usando o critério de Cohen (1988), variando entre -0,01 e 0,41. Os grupos não se diferiram em relação à idade $t(76) = 0,12$ $p = 0,908$ $g = 0,03$.

Tabela 2. Estatísticas descritivas por grupo no pré-teste e estatísticas de diferenças entre os grupos

Transferência e tipo de construto	Variável	Grupos (n=78)				t	gl	p	g de Hedges
		GC (n=37)		GE (n=41)					
		m	dp	m	dp				
TP - CFI	Repetição de dígitos ordem inversa	0,07	0,92	-0,12	0,97	0,912	76	0,365	0,20
	Repetição de pseudopalavras	-0,11	1,24	-0,33	1,01	0,847	76	0,399	0,19
	MTV	-0,01	0,89	-0,28	0,95	1,307	76	0,195	0,29
	MTVE	0,02	1,16	0,10	1,04	0,327	76	0,745	-0,07
	MT total	-0,02	1,03	-0,13	1,06	0,468	76	0,641	0,10

TD - CC	Memória total	-0,68	0,92	-0,84	1,00	0,754	76	0,453	0,17
TD - CC	QI verbal	97,92	14,55	96,41	16,39	0,427	76	0,671	0,09
TD - CFI	QI executivo	97,14	8,61	92,88	11,55	1,856	73	0,067	0,41
TD - CFI	QI total	97,03	10,77	93,78	14,16	1,130	76	0,262	0,25
TD - CFI	Repetição de dígitos - ordem direta	0,15	1,02	-0,15	1,07	1,247	76	0,216	0,28
	Atenção visual	0,05	1,09	-0,02	1,28	0,256	76	0,799	0,06
	Atenção total	0,19	0,86	-0,08	1,04	1,237	76	0,220	0,27
TD - CC	Fluência verbal	0,54	1,20	0,34	1,24	0,718	76	0,475	0,16
TD - CFI	Go-no-go	-0,33	1,18	-0,32	1,72	0,044	76	0,965	-0,01
TD - CFI	Consciência fonológica	0,00	0,71	-0,26	0,90	1,436	76	0,155	0,32
TD - CC	Matemática	-0,24	0,83	-0,16	0,77	0,439	76	0,662	-0,10
	Leitura	0,28	1,13	0,00	0,82	1,271	76	0,208	0,28
	Escrita	0,01	0,94	-0,10	0,79	0,524	76	0,602	0,12

Nota: m = média; dp = desvio-padrão; GC = grupo controle; GE = grupo experimental; Valores negativos de g indicam ganho maior a favor do grupo experimental; TP = Transferência Proximal; TD = Transferência distal; CFI = Construto Fluido; CC = Construto Cristalizado.

A fim de investigar se há variação na eficácia do PRAMEMT segundo a idade dos participantes, a amostra foi estratificada em duas subamostras. A primeira subamostra foi composta por crianças de 06 a 07 anos idade. A segunda, por sua vez, foi composta por crianças mais velhas, de 08 a 10 anos.

Faixa etária mais nova (idade 06 e 07 anos)

As características sociodemográficas da subamostra estão explicitadas nas Tabelas 3 e 4. Ao todo, 30 crianças participaram das análises de dados (média da idade = 6,30 anos; dp = 0,47 anos; 63,3% do sexo feminino). Não houve associação entre o sexo e grupo (controle x experimental): $\chi^2(1) = 2,01$ $p = 0,156$; entre NSE e grupo: $\chi^2(3) = 0,72$ $p = 0,868$; e entre ano escolar e grupo: $\chi^2(2) = 0,27$ $p = 0,875$.

Tabela 3. Caracterização da amostra por grupo para a faixa etária mais nova

	Controle		Experimental	
	n	%	n	%
Meninas	7	50	12	75
Meninos	7	50	4	25
NSE - B1	1	8	2	13

NSE - B2	5	38	6	38
NSE - C1	3	23	2	13
NSE - C2	4	31	6	38
1º Ano	6	43	6	38
2º Ano	7	50	8	50
3º Ano	1	7	2	13

Antes de realizar a análise de eficácia do PRAMEMT com as crianças mais novas, realizou-se novamente uma série de Testes t para investigar se os grupos se diferiram na linha de base. Os grupos não se diferiram em relação à idade $t(28) = -0,94$ $p = 0,355$ $g = -0,34$. Os resultados estão apresentados na Tabela 4. No geral, os resultados indicam os grupos se diferem apenas duas variáveis no pré-teste. Houve uma diferença entre os grupos no QI executivo em favor do grupo controle, $t(25) = 1,94$ $p = 0,064$ $g = 0,65$. Essa diferença foi encontrada também para Repetição de Dígitos na ordem direta, $t(25) = 1,68$ $p = 0,106$ $g = 0,56$. Apesar dos valores não serem considerados significativos, os tamanhos de efeito sugerem uma diferença moderada entre os grupos. Para as demais variáveis, todos os valores de p foram maiores do que pelo menos 0,274. Além disso, todos os valores de tamanho de efeito (g de Hedges) podem ser considerados pequenos usando o critério de Cohen (1988), variando entre $|0,04|$ e $|0,47|$.

Tabela 4. Estatísticas descritivas por grupo no pré-teste e estatísticas de diferenças entre os grupos para a faixa etária mais nova.

Transferência e tipo de construto	Variável	GC (n= 14)		GE (n= 16)		t	gl	p	g de Hedges
		m	dp	m	dp				
TP - CFI	Repetição de dígitos - ordem inversa	0,00	0,74	-0,38	1,13	1,12	26	0,274	0,37
	Repetição de pseudopalavras	0,03	1,24	0,01	1,00	0,06	28	0,956	0,02
	MTV	0,01	0,64	-0,28	1,15	0,86	24	0,397	0,29
	MTVE	0,28	1,14	-0,07	1,05	0,87	28	0,391	0,30
	MT total	0,13	0,85	-0,18	1,28	0,80	26	0,429	0,27
TD - CC	Memória total	-0,33	0,84	-0,76	1,26	1,07	28	0,292	0,37
TD - CC	QI verbal	93,50	15,18	89,94	14,13	0,67	28	0,511	0,23
TD - CFI	QI executivo	97,00	6,98	90,38	11,48	1,94	25	0,064	0,65
TD - CFI	QI total	94,36	10,11	88,88	11,70	1,36	28	0,184	0,47
TD - CFI	Repetição de dígitos - ordem direta	0,41	0,80	-0,27	1,37	1,68	25	0,106	0,56
	Atenção visual	-0,38	1,40	-0,14	1,61	-0,44	28	0,663	-0,15
	Atenção total	0,19	0,87	-0,22	1,43	0,93	28	0,360	0,32

TD - CC	Fluência verbal	0,61	1,43	0,42	1,31	0,39	28	0,701	0,13
TD - CFI	Go-no-go	-0,74	1,33	-0,60	2,47	-0,18	28	0,855	-0,06
TD - CFI	Consciência fonológica	-0,26	0,83	-0,30	1,11	0,12	28	0,902	0,04
	Matemática	-0,64	0,81	-0,51	0,93	-0,38	28	0,708	-0,13
TD - CC	Leitura	0,25	0,95	0,05	1,06	0,52	28	0,607	0,18
	Escrita	-0,04	0,88	-0,20	0,94	0,48	28	0,636	0,16

Nota: m = média; dp = desvio-padrão; GC = grupo controle; GE = grupo experimental; Valores negativos de g indicam ganho maior a favor do grupo experimental; TP = Transferência Proximal; TD = Transferência distal; CFI = Construto Fluido; CC = Construto Cristalizado.

Faixa etária mais velha (idade entre 08 e 10 anos)

As características sociodemográficas da subamostra estão explicitadas nas Tabelas 5 e 6. Ao todo, 48 crianças participaram das análises de dados (média da idade = 8,85 anos; dp = 0,85 anos; 45,8% do sexo feminino). Não houve associação entre o sexo e grupo (controle x experimental): $\chi^2(1) = 0,80$ $p = 0,371$; entre NSE e grupo: $\chi^2(4) = 5,53$ $p = 0,237$; e entre ano escolar e grupo: $\chi^2(2) = 0,257$ $p = 0,880$.

Tabela 5. Caracterização da amostra por grupo para a faixa etária mais velha

	Controle		Experimental	
	n	%	n	%
Meninas	9	39	13	52
Meninos	14	61	12	48
NSE - A1	2	9	0	0
NSE - B1	2	9	2	8
NSE - B2	6	26	10	40
NSE - C1	6	26	10	40
NSE - C2	7	30	3	12
3º Ano	10	43	12	48
4º Ano	7	30	8	32
5º Ano	6	26	5	20

Em seguida, foi realizado, novamente, uma série de Testes t para investigar se os grupos da faixa etária mais velha se diferiram na linha de base. Os resultados podem ser vistos na Tabela 6. Em suma, os resultados sugerem que os grupos se diferem apenas uma variável no pré-teste considerando os valores de tamanho de efeito, uma vez que nenhum valor de p foi menor do que 0,05. Houve uma diferença entre os grupos no escore de consciência fonológica em favor do grupo controle, $t(46) = 2,01$ $p = 0,051$ $g = 0,56$. Para as demais variáveis, os valores

de g podem ser considerados pequenos, variando entre ~ 0 e $|0,33|$. Os grupos não se diferiram em relação à idade $t(46) = 0,46$ $p = 0,650$ $g = 0,12$.

Tabela 6. Estatísticas descritivas por grupo no pré-teste e estatísticas de diferenças entre os grupos para a faixa etária mais velha.

Transferência e tipo de construto	Variável	GC (n= 23)		GE (n= 25)		t	gl	p	g de Hedges
		m	dp	m	dp				
TP - CFI	Repetição de dígitos - ordem inversa	0,11	1,03	0,04	0,84	0,27	46	0,789	0,07
	Repetição de pseudopalavras	-0,20	1,26	-0,54	0,98	1,06	46	0,294	0,30
	MTV	-0,02	1,02	-0,28	0,83	0,99	46	0,330	0,27
	MTVE	-0,14	1,17	0,21	1,04	-1,09	46	0,280	-0,30
	MT total	-0,11	1,13	-0,09	0,93	-0,05	46	0,961	-0,01
TD - CC	Memória total	-0,89	0,92	-0,90	0,81	0,03	46	0,975	0,01
TD - CC	QI verbal	100,61	13,79	100,56	16,64	0,01	46	0,991	0,00
TD - CFI	QI executivo	97,22	9,62	94,48	11,54	0,89	46	0,379	0,25
TD - CFI	QI total	98,65	11,05	96,92	14,91	0,45	46	0,652	0,13
TD - CFI	Repetição de dígitos - ordem direta	-0,01	1,12	-0,07	0,85	0,21	46	0,837	0,06
	Atenção visual	0,32	0,76	0,06	1,04	0,97	46	0,338	0,27
	Atenção total	0,20	0,87	0,02	0,72	0,78	46	0,439	0,22
TD - CC	Fluência verbal	0,50	1,06	0,30	1,22	0,61	46	0,543	0,17
TD - CFI	Go-no-go	-0,09	1,03	-0,14	1,04	0,17	46	0,866	0,05
TD - CFI	Consciência fonológica	0,16	0,60	-0,24	0,76	2,01	46	0,051	0,56
TD - CC	Matemática	0,00	0,75	0,06	0,56	-0,34	46	0,736	-0,09
	Leitura	0,31	1,25	-0,03	0,64	1,19	46	0,239	0,33
	Escrita	0,04	0,99	-0,03	0,69	0,26	46	0,793	0,07

Nota: m = média; dp = desvio-padrão; GC = grupo controle; GE = grupo experimental; Valores negativos de g indicam ganho maior a favor do grupo experimental; TP = Transferência Proximal; TD = Transferência distal; CFI = Construto Fluido; CC = Construto Cristalizado.

3.2.2 Instrumentos

Seleção da amostra

Questionário de capacidades e dificuldades – SDQ (Saur & Loureiro, 2012) – instrumento de rastreamento de problemas de saúde mental, proposto para avaliar o comportamento de crianças e adolescentes dos 4 aos 16 anos. É composto por 25 itens, ao quais avaliam sintomas emocionais, problemas de conduta, hiperatividade, problemas de relacionamento com colegas e comportamento pró-social. Possui 3 versões: a de auto-relato (para crianças acima de 11 anos), a versão para pais ou responsáveis e para professores. Para o

estudo, apenas a versão para pais foi utilizada. O questionário apresenta uma escala *Likert* de zero a dois pontos. Para cada uma das cinco subescalas a pontuação pode variar de 0 a 10 e a pontuação total é a soma das subescalas, exceto a de sociabilidade, e pode variar de 0 a 40 pontos. Para a versão respondida pelos pais, o ponto de corte para as dificuldades gerais é de 17 pontos. Valores de α pra escala total de problemas comumente estão em torno de 0,80 (Saur & Loureiro, 2012).

Escala Wechsler Abreviada de Inteligência – WASI (Trentini, et al., 2014): bateria breve de avaliação da inteligência para crianças de 6 anos a idosos de 89 anos de idade. Avalia, a partir do desempenho executivo e verbal, o conhecimento verbal, o processamento de informação visual, o raciocínio espacial e não verbal. É composta por quatro tarefas: Vocabulário e Semelhanças, que avaliam as habilidades cristalizadas ou verbais; Cubos e Raciocínio Matricial, que avaliam a capacidade fluida ou não verbal. O nível médio de consistência interna do instrumento para faixa etária de 6 a 16 anos, apontados no manual, é de 0,92, indicando elevada precisão do instrumento. Os estudos de validade apontam para a existência de dois fatores no instrumento, o QI Verbal e o QI de Execução de acordo com o esperado teoricamente.

Caracterização da amostra

Critério Brasil – Questionário Socioeconômico (Brasil, 2018): utilizado para mensurar as características do ambiente familiar de cada participante em relação à idade dos pais ou responsáveis, estado civil, número de filhos, escolaridade e renda familiar. As respostas foram coletadas com os pais ou responsáveis pelas crianças.

Avaliação Cognitiva pré e pós-teste

Neupsilin – Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Infantil (Salles et. al., 2015): objetiva estabelecer um perfil neuropsicológico de crianças de 6 e 12 anos e 11 meses, a partir da avaliação de oito principais funções neuropsicológicas: Orientação Têmporo-Espacial, Atenção (auditiva e visual), Percepção (visual), Memória (Memória de trabalho, Episódico-Semântica, Semântica, Visual e Prospectiva), Linguagem (Oral e Escrita), Habilidades Aritméticas, Habilidades visuoestrutivas e Funções Executivas. Entretanto, para o estudo, apenas as funções neuropsicológicas de Atenção (auditiva e visual), Memória, Linguagem, Habilidades Aritméticas e Funções Executivas foram avaliadas. A maioria das tarefas do Neupsilin - Inf (73,9%) apresentou consistência interna acima de 0,60, indicando precisão de baixa a alta do instrumento. Além disso, os subtestes apresentam estabilidade

temporal, variando de -0,61 a 0,94. No manual do instrumento, são disponibilizadas normas para o cálculo de escore z em todas as tarefas. Abaixo são apresentadas as tarefas de MT detalhadamente:

Repetição de dígitos ordem inversa – tarefa de *span* na qual a criança precisa repetir os números ditados inversamente à ordem de apresentação. Possui 8 itens, sendo o primeiro de *span* 2 e o último, *span* de 5. A pontuação é dada pela soma de todos os dígitos repetidos corretamente (total de 28 pontos) e a partir do *span*. Para o presente estudo, informações relacionadas ao *span* não foram usadas, uma vez que o pressuposto para o cálculo do escore z é de que o escore bruto possua uma distribuição intervalar. Para esta tarefa, o coeficiente de estabilidade temporal (r) foi de 0,57.

Repetição de pseudopalavras – nesta tarefa, a criança deve repetir as pseudopalavras na mesma ordem em que foram ditadas. Também possui 8 itens, variando de *span* 1 até *span* 4. A forma de pontuação é semelhante à da tarefa anterior: para cada estímulo repetido na ordem correta, 1 ponto é concedido. Pontuação máxima de 20 pontos. Novamente, o *span* não foi utilizado nesta tarefa, apenas a pontuação total. A soma do escore de Repetição de dígitos na ordem inversa com o escore de Repetição de pseudopalavras resulta no escore de MTV (pontuação máxima de 48). O coeficiente de estabilidade temporal foi de 0,68.

MTVE (ordem inversa) – a criança deve apontar os quadrados, apresentados em uma folha branca, na ordem inversa ao que foi demonstrado pelo aplicador. Possui 8 itens, que variam do *span* 2 ao 5. A pontuação máxima para esta tarefa é de 28. Apenas a pontuação total foi utilizada na análise de dados dos participantes. A soma das três tarefas supracitadas resulta no escore geral de MT. O coeficiente de estabilidade temporal para esta tarefa foi de 0,66.

3.2.3. Programa de Treino Cognitivo

PRAMEMT - Programa de Ativação da Memória de Trabalho (Mansur-Alves & Saldanha-Silva, 2018) - foi projetado para treinar MT, a partir de um sistema adaptativo e que contém diferentes esquemas de reforçamento. O paradigma adaptativo permite que o participante progrida ou regrida no programa de acordo com sua taxa de aprendizagem nas tentativas anteriores, fazendo com que a sessão de treino seja fluida, na tentativa de otimizar o processo de assimilação de novas informações (Landsberg et al., 2012; Foster, Harrison, Hicks, Draheim, Redick & Engle, 2017). Já o padrão de reforçamento é baseado em dois processos, o de *feedback* (simbólico) e o de recompensas (material). O *feedback* é dado por meio de um sinal sonoro após as respostas a cada tentativa. Para uma resposta correta, o sinal de palmas é

dado. Para as respostas incorretas, um sinal grave é emitido. As recompensas são dadas por meio de figurinhas autoadesivas, para serem coladas no álbum de coleção do PRAMEMT e também são apresentadas no jogo durante a atividade, de acordo com o progresso no programa. Todas as recompensas acumuladas ficam expostas na tela inicial do programa, ao lado do avatar escolhido pelo participante.

A estimulação da MT ocorre a partir do treino de três componentes: *span* simples, *span* complexo e *updating*. Para a construção do PRAMEMT, considerou-se tarefas de *span* complexo aquelas em que é necessária a manipulação de informação para que a resposta seja dada corretamente (por exemplo: inverter a ordem em que os estímulos foram apresentados) e aquelas em que há um componente de interferência, que também precisa ser controlado, durante a realização da tarefa de MT (Bayliss, Jarrold, Baddeley & Gunn, 2005; Hall, Jarrold, Towse & Zarandi, 2015). No caso das tarefas de *span* complexo do PRAMEMT, além do processamento da MT, é requerido ainda um componente de inibição para o cumprimento dos objetivos das tarefas. O programa possui duas versões, uma para Windows® e outra para Android®. Neste último caso, o aparelho utilizado deve ter as seguintes especificações: *Tablet Multilaser M7 3g Plus 1gb Ram Quad Core 8gb 2700 Mah*. Para os demais aparelhos, o funcionamento do *software* não foi testado. A construção do programa obteve apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais – FAPEMIG, Edital 01/2015 – Demanda Universal.

A sessão de treino inicia-se em um mapa ambientado na floresta com cinco animais: a coruja, a abelha, o sapo, a onça e o boto, os quais possuem enredos próprios (Apêndice B). O programa também possui um personagem principal, Poti, que apresenta as tarefas e dá as instruções, as quais são fornecidas através de áudios e de mensagens escritas na tela (Apêndice C). Ao se conectar no aplicativo, cada criança pode escolher, entre quatro avatares diferentes, um para representá-la durante as atividades (Apêndice D). A taxa de acerto necessária para avanço nas tarefas da coruja, sapo, onça e boto foi definida com base no trabalho de Foster e colaboradores (2017) e é de 85% na execução. Caso a criança não alcance 70% de acerto, ela retorna ao nível anterior. Se o retorno acontecer duas vezes seguidas, a tarefa é encerrada. Se a criança obtém uma taxa de acerto entre 70% e 85%, o nível é mantido até o término de ensaios ou até quando alcançar a taxa de 85% de acurácia. Com o sucesso em 20 ensaios, o participante recebe prêmios no jogo e fisicamente, por meio de figuras autoadesivas semelhantes aos prêmios virtuais (Apêndice E). Estas figuras compõem o álbum de coleção do PRAMEMT, dado a cada criança. Para a tarefa da abelha, a taxa de acerto necessária para avançar no treino

é de 60% e se este índice não é atingido, a criança pratica o próximo bloco de ensaios, no mesmo nível. Se a taxa não é atingida no segundo bloco, o participante retorna ao nível anterior. Se este for o nível 1, a atividade é encerrada e a criança passa para o próximo animal. As recompensas são dadas a cada bloco de 15 estímulos com mudança de nível (a partir do nível 2, já que nenhuma recompensa é dada no nível 1). Abaixo estão apresentadas as tarefas e suas especificidades:

Tarefa da coruja (*Span* simples): a coruja aparece em árvores (posições) aleatórias e a criança deve memorizar as posições em que o animal esteve. Após a apresentação dos estímulos, o participante deve indicar quais foram os locais na ordem em que apareceram. A tarefa possui 6 níveis de dificuldade e, progressivamente, o número de árvores por onde a coruja passa aumenta (Apêndice F).

Tarefa da abelha (*Updating*) – Nesta tarefa, a criança deve responder se a flor que está na tela atual é da mesma cor que a flor apresentada “n-vezes” atrás. A tarefa possui 4 e, no primeiro (*0-back*), uma flor é apresentada no começo da atividade (estímulo-alvo) e o participante deve comparar as flores seguintes e identificar se estas são da mesma cor ou não. Já no segundo nível (*1-back*), o estímulo-alvo será a flor que aparecer por último, com a qual as demais flores deverão ser comparadas. No terceiro nível (*2-back*), o estímulo comparativo será a flor que aparecer duas telas anteriores, e no quarto (*3-back*), o estímulo-alvo será a flor que aparecer três telas anteriores (Apêndice G).

Tarefa do sapo (*Span* complexo) – Nesta atividade, o participante deve observar as vitórias régias por onde o sapo passa e, logo depois, indicar as posições em que o sapo esteve de forma inversa. A tarefa possui 4 níveis e o número de posições que o participante deve memorizar aumenta gradativamente, começando com duas vitórias régias no primeiro nível (Apêndice H).

Tarefa da onça (*Span* complexo) - Na tarefa da onça, o participante é solicitado a identificar o estímulo de cor diferente dos outros em uma matriz 3x3. Em seguida, é apresentada uma tela com uma paleta de oito cores para a criança indicar os estímulos diferentes apresentados anteriormente, na ordem em que eles foram vistos. No primeiro nível, o participante precisa identificar e memorizar apenas duas cores. Já no nível quatro, o número de estímulos a serem identificados e memorizados é cinco (Apêndice I).

Tarefa do boto (*Span* complexo) - Nesta atividade, o participante deve analisar cenários de rios que contêm barcos de dois tipos (de pescadores e de turistas). Para tanto, a criança

precisa memorizar a quantidade de barcos de pescadores apresentada em cada tela. Logo após, o participante deve indicar, em uma tela contendo números de 1 a 9, a quantidade de barcos de pescadores, na ordem em que foram apresentados os cenários. A tarefa apresenta 4 níveis e apenas dois cenários são apresentados no primeiro nível (Apêndice J).

3.2.4. Tarefa realizada pelo grupo controle

A tarefa controle constitui-se de cinco módulos, assim como o PRAMEMT. Em cada módulo, 15 perguntas eram feitas aos participantes sobre cinco animais: coruja, abelha, sapo, onça e boto. A cada bloco de cinco perguntas, um prêmio era dado às crianças, que participaram da atividade em grupos de aproximadamente três crianças. A tarefa foi realizada em uma apresentação de *PowerPoint*® e, para as crianças mais novas que não apresentavam ainda fluência de leitura, o aplicador lia as questões em voz alta. Cada pergunta continha duas opções de respostas. Para a abelha, uma das perguntas realizadas foi: “A que velocidade uma abelha geralmente voa?” As duas opções de respostas são: 50km/h e 25km/h. Após a escolha de uma opção, as respostas corretas eram mostradas às crianças. A cada sessão, um módulo era realizado. Assim como no PRAMEMT, os participantes do grupo controle também receberam um álbum de figurinhas e completaram sua coleção de acordo com o fluxo na tarefa.

3.2.5. Procedimentos de coleta de dados

A coleta de dados aconteceu no segundo semestre de 2018 e no primeiro semestre de 2019. Em 2018, 40 crianças participaram do estudo e, em 2019, 43 crianças foram coletadas. Em ambos os períodos de coleta, os participantes foram alocados alertamente em controle e experimental. As crianças de ambos os grupos foram avaliadas individualmente para estabelecimento da linha de base no pré-teste da inteligência, habilidades cognitivas e escolares. Todos os instrumentos foram aplicados por estudantes de psicologia prévia e adequadamente treinados. Para eliminar o viés de contato, o grupo controle participou de atividades computadorizadas de perguntas e respostas sobre a flora e a fauna brasileira, característicos também do PRAMEMT. O treinamento da MT e a tarefa do grupo controle aconteceram em 5 sessões, uma vez por semana, com duração aproximada de 20 minutos cada. Uma semana após o término da intervenção, os grupos foram submetidos ao pós-teste através dos mesmos instrumentos utilizados no pré-teste para a avaliação da eficácia e efeitos de transferência no desempenho cognitivo e escolar. Assim como no pré, o pós-teste foi constituído por volta de duas sessões por criança. Todos os procedimentos aconteceram nas dependências da escola das crianças. Ao final do pré-teste e a partir da correção dos resultados dos alunos, os critérios de

inclusão da amostra foram aplicados e os participantes do programa de treino foram selecionados.

O projeto conta com aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Minas Gerais (número CAAE 42572215.2.0000.5149 – Anexo A). Ao final da coleta de dados, relatórios sobre as habilidades cognitivas e escolares das crianças investigadas no pré-teste foram entregues aos responsáveis e, mediante prévia autorização, também foram entregues à escola. Para a instituição de ensino, foram entregues relatórios de desempenho dos participantes por ano escolar, também investigados no pré-teste, e os resultados do estudo de eficácia foram apresentados para as famílias e escolas participantes.

3.2.6. *Procedimentos de análise de dados*

Para investigar os parâmetros de dificuldade das tarefas do PRAMEMT, foi analisada a porcentagem de crianças capazes de avançar para o próximo nível nas tarefas. Como ponto inicial, foram analisados os dados de 41 crianças (com exceção da tarefa do sapo, $n = 38$ devido à perda de dados computadorizados). Em casos de queda abrupta da quantidade de crianças entre um nível e outro, considerou-se que a transição entre os níveis foi muito difícil. Para uma análise de discriminação, foi analisada a quantidade de acerto na última tentativa por nível de cada tarefa.

Inicialmente, foram realizadas análises descritivas para caracterização da amostra no pré-teste. Também foram realizados testes de normalidade (Shapiro-Wilk) para todas as condições existentes: grupo controle, experimental, pré e pós-teste. Com exceção da pontuação dos subtestes da WASI, todas as pontuações estão padronizadas em escore z . Os resultados sugerem que a maioria das variáveis dependentes analisadas nas quatro condições (cerca de 70%) não se difere de uma distribuição normal dos dados. Portanto, optou-se por realizar testes paramétricos para análise dos dados. Posteriormente, foram realizados Testes- t para investigar possíveis diferenças entre os grupos no pré-teste. Finalmente, para avaliação da eficácia do PRAMEMT, foram realizadas ANOVAs (*Analysis Of Variance*) de modelo misto, sendo o tempo a variável intra-sujeito e o grupo a variável inter-sujeito. A eficácia do TC também foi investigada segundo a faixa etária dos participantes (06 e 07 anos e de 08 a 10 anos de idade). Para o cálculo padronizado do tamanho de efeito, optou-se pelo g de Hedges, adequado para pequenas amostras (<20 , como no caso da divisão da amostra por faixas etárias). Para amostras >20 , o g de Hedges e o d de Cohen são considerados equivalentes e, portanto, o mesmo cálculo do tamanho de efeito foi utilizado em toda a amostra (Wasserman, Hedges & Olkin, 1988).

Considerando que a maioria das tarefas do PRAMEMT é visuoespacial e este componente está mais desenvolvido nessa fase da vida, espera-se que as crianças mais novas se beneficiem mais da intervenção. Os mesmos procedimentos de análises de dados foram adotados para ambas as faixas etárias. A fim de organizar a apresentação dos resultados, além de separá-los por tipo de transferência (proximal ou distal), optou-se por separá-los segundo a natureza da variável analisada. Assim, pôde-se observar os efeitos do TC sobre construtos fluídos e cristalizados. A definição adotada considera construtos fluídos como domínios cognitivos que são inalterados pelo aprendizado, exceto indiretamente pelos sistemas cristalizados e requerem apenas ativação temporária. Por outro lado, construtos cristalizados estão relacionados às habilidades permanentes e conhecimento adquirido ao longo da vida (Baddeley, 2012; 2017).

3.3. Resultados

3.3.1. Parâmetros de dificuldade e discriminação das tarefas do PRAMEMT

Para análise de dificuldade e discriminação de cada tarefa do PRAMEMT, a porcentagem de participantes por nível foi contabilizada, bem como proporção de acerto na última tentativa por nível. A frequência de crianças é apresentada na Figura 1.

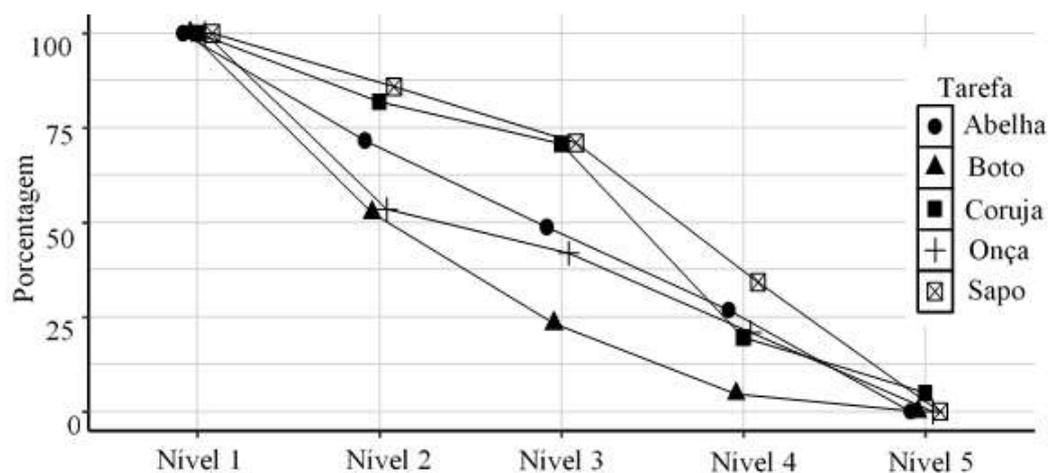


Figura 1. Porcentagem de participantes em cada nível por tarefa.

Foi possível observar os níveis progressivos de dificuldade das atividades, considerando a quantidade de crianças que não atingiu níveis mais avançados. Na tarefa da Coruja (*span* simples), o número de crianças cai consideravelmente do nível 3 (*span* = 4) para o 4 (*span* = 5), indicando que apenas 25% da amostra conseguiu memorizar 5 posições. Por outro lado, a tarefa do Boto teve o maior decréscimo de participantes ao longo dos níveis, o que era esperado considerando o tipo de estímulo utilizado na atividade (estímulos alfanuméricos) e a idade

média das crianças que participaram da intervenção. Além disso, 75% dos participantes não conseguiu atingir o nível 3 da tarefa ($span = 4$). A tarefa da Abelha apresentou uma dificuldade intermediária, quando comparada com as demais tarefas. Apenas 4 crianças conseguiram atingir o nível 4 desta tarefa, sendo uma do segundo ano e as demais, do terceiro. Já na tarefa da Onça, a segunda tarefa mais difícil do programa, apenas duas crianças chegaram no último nível, sendo ambas do terceiro ano. No geral, menos da metade dos participantes atingiu os níveis finais das tarefas. Na tarefa da Coruja, que possui 6 níveis, nenhuma criança conseguiu atingir o último nível e, portanto, não está representado na Figura 1.

Para análise da discriminação, foram realizadas análises descritivas *boxplots* a fim de observar a dispersão dos dados e a frequência de acertos na última tentativa de cada tarefa (Figura 2). A transição entre os níveis parece ser capaz de diferenciar as habilidades das crianças, uma vez que aquelas com menores habilidades em MT provavelmente não atingiram os últimos níveis. Entretanto, as tarefas parecem, no geral, difíceis para os participantes. Considerando a taxa de acerto de 85% no nível para avançar para o próximo (com exceção da tarefa da Abelha, cujo limiar adaptativo é de 60%), poucos participantes atingiram o limiar nos níveis mais avançados.

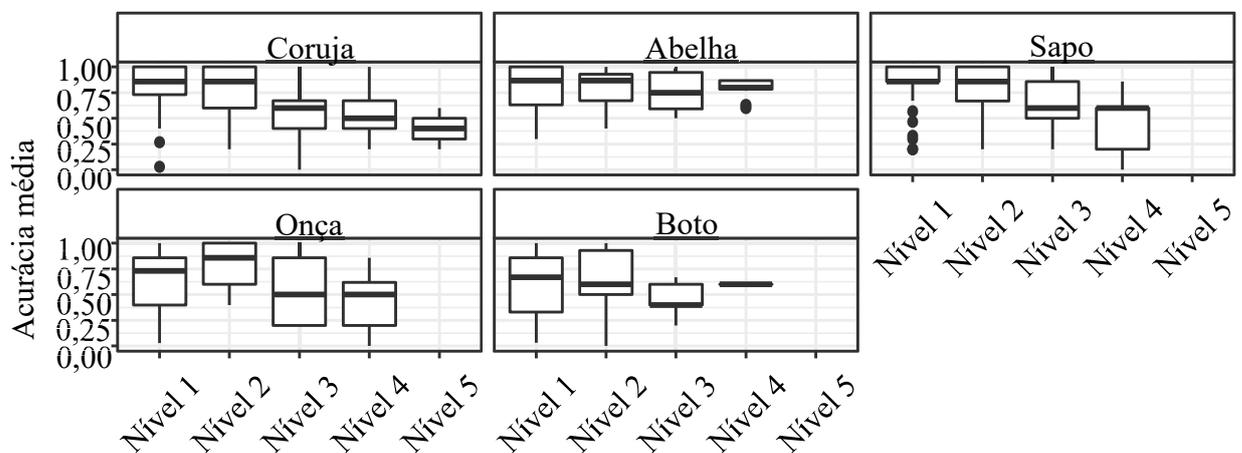


Figura 2. Acurácia na última vez em cada nível do PRAMEMT

Além disso, foram realizadas análises de correlação de *Pearson* ou *Spearman* (para casos em que o n foi <15) entre o número de tentativas no nível anterior e a taxa de acerto no nível seguinte por atividade. Com isto, buscou-se complementar as análises de discriminação, investigando se havia um padrão de associação entre tempo de treinamento e acurácia no nível seguinte. Na tarefa da Coruja, houve correlações significativas e negativas para o número de tentativas no nível 1 e a taxa de acerto no nível 2 ($r = -0,50$; $p = 0,004$) e o número de tentativas

no nível 2 e a taxa de acerto no nível 3 ($r = -0,41$; $p = 0,027$). Para os demais níveis, não foram observadas correlações significativas. Na tarefa da Abelha, houve correlação significativa apenas entre o total de tentativas no nível 1 e a taxa de acerto no nível 2 ($r = -0,61$; $p = 0,001$). Já no Sapo, houve correlações significativas também apenas nos primeiros níveis, entre o total de tentativas no nível 1 e a taxa de acerto no nível 2 ($r = -0,50$; $p = 0,004$) e entre o total de tentativas no nível 2 e a taxa de acerto no nível 3 ($r = -0,45$; $p = 0,018$). Na onça, o mesmo padrão foi observado: tentativas no nível 1 e taxa de acertos no nível 2 ($r = -0,78$; $p < 0,001$) e tentativas no nível 2 e taxa de acertos no nível 3 ($r = -0,58$; $p = 0,008$). Por fim, na tarefa do boto, não foi observada nenhuma correlação significativa entre o número de tentativas e a taxa de acertos no próximo nível ($p > 0,05$). Em casos de correlações significativas e negativas, considerou-se que o número de tentativas realizadas não foi suficiente para garantir um bom desempenho no nível seguinte.

3.3.2. Análises de eficácia do PRAMEMT

Os resultados da investigação do padrão de ganho entre os grupos estão apresentados na Tabela 7. Os resultados da ANOVA sugerem que apenas duas interações são significativas, considerando um α de 0,05. Para o QI executivo, houve uma interação significativa do ganho em favor do grupo experimental $F(1, 76) = 5,87$ $p = 0,018$ η^2 parcial = 0,07 $g = -0,54$. Os valores de tamanho de efeito podem ser interpretados como um padrão de ganho entre fraco (η^2 parcial) a moderado (g). Para a habilidade de consciência fonológica, houve também uma interação significativa do ganho a favor do grupo experimental $F(1, 76) = 5,59$ $p = 0,021$ η^2 parcial = 0,07 $g = -0,52$. Novamente, os valores de tamanho de efeito podem ser interpretados como um padrão de ganho entre fraco (η^2 parcial) a moderado (g). Para os demais domínios cognitivos, não houve interações significativas considerando os dois grupos e os dois tempos de testagem (todos os valores de $p > 0,05$, valores η^2 parcial e g de Hedges menores que $|0,04|$ e $|0,41|$, respectivamente), indicando que o padrão de ganho não se diferiu entre os grupos.

Tabela 7. Estatísticas descritivas e ANOVA para o padrão de ganho nas tarefas cognitivas e escolares para a amostra geral

Transferência e tipo de construto	Variável	GC (n = 37)		GE (n = 41)		F (interação)	p	g de Hedges
		m	dp	m	dp			
TP - CFI	Repetição de dígitos - ordem inversa	0,31	0,85	0,20	0,95	0,30	0,587	0,12
	Repetição de pseudopalavras	0,47	1,29	0,02	0,93	3,27	0,075	0,40

	MTV	0,47	0,86	0,17	0,84	2,27	0,136	0,33
	MTVE	0,64	1,04	0,55	0,82	0,20	0,654	0,10
	MT total	0,71	0,87	0,47	0,82	1,62	0,207	0,28
TD - CC	Memória total	0,64	0,79	0,46	0,72	1,16	0,285	0,24
TD - CC	QI verbal	2,22	9,71	0,56	8,82	0,62	0,433	0,17
TD - CF1	QI executivo	2,08	5,97	5,41	6,15	5,87	0,018	-0,54
TD - CF1	QI total	2,68	7,39	3,49	7,11	0,24	0,622	-0,11
	Repetição de dígitos - ordem direta	0,07	1,19	0,26	1,10	0,59	0,446	-0,17
TD - CF1	Atenção visual	0,05	1,21	-0,11	1,26	0,34	0,561	0,13
	Atenção total	0,05	1,01	0,14	1,01	0,15	0,697	-0,09
TD - CC	Fluência verbal	0,29	2,03	0,22	1,81	0,02	0,879	0,03
TD - CF1	Go-no-go	0,52	2,00	0,45	1,16	0,04	0,837	0,05
TD - CF1	Consciência fonológica	-0,08	0,72	0,30	0,70	5,59	0,021	-0,52
	Matemática	0,58	0,72	0,29	0,68	3,48	0,066	0,41
TD - CC	Leitura	-0,01	1,27	0,06	0,65	0,11	0,746	-0,07
	Escrita	0,36	0,79	0,41	0,77	0,10	0,756	-0,07

3.3.3. Eficácia para a faixa etária mais nova (06 e 07 anos de idade)

Os resultados da investigação do padrão de ganho entre os grupos para as crianças mais novas estão apresentados na Tabela 8. Foram inseridas como covariáveis o QI executivo e o escore em Repetição de Dígitos na ordem direta no pré-teste. Para estas variáveis, a investigação se deu utilizando como a variável dependente o ganho (valores de pré-teste subtraídos dos valores de pós-teste), utilizando um modelo de ANCOVA univariada. Os resultados sugerem que nenhuma interação foi significativa. Entretanto, analisando os tamanhos de efeito, é possível argumentar que houve um padrão de ganho entre fraco a moderado em QI executivo favorecendo o grupo experimental, $F(1, 26) = 2,36$ $p = 0,137$ η^2 parcial = 0,08 $g = -0,56$. Também houve um padrão de ganho moderado em MTV a favor do grupo controle $F(1, 26) = 2,56$ $p = 0,121$ η^2 parcial = 0,09 $g = 0,53$. O grupo controle possui, ainda, um padrão moderado de ganho em Repetição de pseudopalavras $F(1, 26) = 3,70$ $p = 0,065$ η^2 parcial = 0,12 $g = 0,77$. Para os demais domínios cognitivos, não houve interações significativas nem tamanhos de efeito moderados considerando os dois grupos e os dois tempos de testagem.

Tabela 8. Estatísticas descritivas e ANOVA para o padrão de ganho nas tarefas cognitivas e escolares para a faixa etária mais nova (6 e 7 anos)

Transferência e tipo de construto	Variável	GC (n = 14)		GE (n = 16)		F (interação)	p	g de Hedges
		m	dp	m	dp			
TP - CFI	Repetição de dígitos - ordem inversa	0,53	0,93	0,40	0,91	0,39	0,540	0,14
	Repetição de pseudopalavras	0,63	0,93	-0,17	1,01	3,70	0,065	0,77
	MTV	0,66	0,75	0,20	0,87	2,56	0,121	0,53
	MTVE	0,63	1,19	0,69	0,69	0,38	0,542	-0,06
	MT total	0,80	0,95	0,57	0,73	0,28	0,602	0,25
TD - CC	Memória total	0,73	0,87	0,56	0,58	0,33	0,573	0,22
TD - CC	QI verbal	2,07	13,00	0,94	7,85	0,18	0,678	0,10
TD - CFI	QI executivo ¹	0,76	6,47	4,21	5,04	2,36	0,137	-0,56
TD - CFI	QI total	1,21	9,67	3,00	5,68	0,12	0,734	-0,22
TD - CFI	Repetição de dígitos - ordem direta ¹	0,03	0,58	0,42	1,38	1,40	0,248	-0,34
	Atenção visual	0,25	1,49	-0,33	1,13	1,33	0,260	0,41
	Atenção total	-0,03	0,87	0,26	1,22	0,04	0,847	-0,26
TD - CC	Fluência verbal	0,11	2,64	0,15	1,70	1,52	0,229	-0,02
TD - CFI	Go-no-go	0,28	2,99	0,49	1,16	0,05	0,822	-0,09
TD - CFI	Consciência fonológica	0,12	0,35	0,11	0,42	0,54	0,468	0,01
TD - CC	Matemática	0,67	0,88	0,30	0,57	1,25	0,275	0,47
	Leitura	0,33	0,55	0,10	0,45	2,06	0,163	0,44
	Escrita	0,58	0,78	0,36	0,35	0,72	0,405	0,35

3.3.4. Eficácia para a faixa etária mais velha (08 a 10 anos)

A investigação do padrão de ganho para as crianças mais velhas pode ser vista na Tabela 9. Foi inserida como covariável o escore em Consciência Fonológica no pré-teste. Para esta variável, a investigação se deu utilizando como a variável dependente o ganho (valores de pré-teste subtraídos dos valores de pós-teste), utilizando um modelo de ANCOVA univariada. Os resultados sugerem que nenhuma interação foi significativa. Entretanto, pode-se observar, a partir dos valores de tamanhos de efeito, um padrão de ganho moderado em Consciência Fonológica favorecendo o grupo experimental, $F(1, 45) = 2,53$ $p = 0,119$ η^2 parcial = 0,05 $g = -0,71$. Para os demais domínios cognitivos, não houve interações significativas nem tamanhos de efeito moderados considerando os dois grupos e os dois tempos de testagem.

Tabela 9. Estatísticas descritivas e ANOVA para o padrão de ganho nas tarefas cognitivas e escolares para a faixa etária mais velha (8 a 10 anos)

Transferência e tipo de construto	Variável	GC (n = 23)		GE (n = 25)		F (interação)	p	g de Hedges
		m	dp	m	dp			
TP - CF1	Repetição de dígitos - ordem inversa	0,18	0,80	0,08	0,98	0,33	0,571	0,11
	Repetição de pseudopalavras	0,38	1,47	0,14	0,87	0,43	0,514	0,19
	MTV	0,35	0,92	0,16	0,85	0,75	0,391	0,21
	MTVE	0,65	0,97	0,45	0,89	0,80	0,375	0,20
	MT total	0,66	0,83	0,40	0,88	1,60	0,213	0,29
TD - CC	Memória total	0,59	0,75	0,40	0,80	1,16	0,287	0,24
TD - CC	QI verbal	2,30	7,38	0,32	9,54	0,36	0,549	0,22
TD - CF1	QI executivo	3,17	5,51	5,92	6,81	3,80	0,058	-0,42
TD - CF1	QI total	3,57	5,64	3,80	7,98	0,19	0,667	-0,03
TD - CF1	Repetição de dígitos - ordem direta	0,17	1,45	0,10	0,86	0,24	0,630	0,06
	Atenção visual	-0,07	1,03	0,02	1,34	0,01	0,925	-0,07
	Atenção total	0,10	1,10	0,06	0,87	0,18	0,671	0,04
TD - CC	Fluência verbal	0,40	1,61	0,27	1,91	0,18	0,674	0,07
TD - CF1	Go-no-go	0,67	1,10	0,42	1,18	0,61	0,439	0,21
TD - CF1	Consciência fonológica ¹	-0,20	0,86	0,42	0,82	2,53	0,119	-0,71
TD - CC	Matemática	0,53	0,63	0,28	0,75	2,13	0,152	0,35
	Leitura	-0,22	1,53	0,04	0,76	0,26	0,613	-0,21
	Escrita	0,22	0,79	0,45	0,96	0,24	0,623	-0,25

3.4. Discussão

O objetivo do presente estudo foi investigar os parâmetros de dificuldade e discriminação PRAMEMT, além de investigar a eficácia do programa em promover ganhos no desempenho cognitivo e escolar (efeitos de transferência proximal, distal e generalização) de crianças de 6 a 10 anos de idade. Por fim, objetivou-se analisar possíveis diferenças de ganhos entre crianças mais novas e mais velhas. Para tanto, foram analisados os dados de 78 crianças, submetidas à pré e pós-teste e à intervenção cognitiva. Primeiramente, os parâmetros de dificuldade e discriminação do PRAMEMT foram investigados, sugerindo que, para a amostra utilizada, o programa demonstrou parâmetros parcialmente adequados. Quanto à investigação da eficácia do TC, foi possível observar um padrão de ganho principalmente em dois domínios, QI executivo e consciência fonológica. Além disso, investigando a especificidade dos ganhos

segundo estratificação da amostra em faixas etárias distintas, o padrão de melhora nas tarefas parece se manter, especialmente em relação à magnitude dos tamanhos de efeito.

Considerando os parâmetros de dificuldade, a tarefa que apresentou menos crianças progredindo no programa foi a do Boto. Sendo a única tarefa de MTV do PRAMEMT, requer que o participante consiga contar o número de barcos apresentados e tenha o mínimo de contato com símbolos numéricos para que consiga responder ao objetivo. Considerando a média de idade dos participantes e que a maioria (34,6%) pertencia ao primeiro e segundo ano do ensino fundamental, esse resultado está de acordo com as hipóteses referentes ao desenvolvimento da MTV e MTVE. Crianças até os 07 anos de idade tendem a memorizar os estímulos por meio do esboço visuoespacial da MT. Com o avanço da idade, todavia, o armazenamento de informações tende a acontecer a partir da alça fonológica (Gathercole et al., 2004; Uehara & Landeira-Fernandez, 2010; Henry, 2012).

De forma geral, entre 75 e 50% dos participantes conseguiu atingir o terceiro nível das atividades mais fáceis (Sapo, Coruja e Abelha) e, portanto, considera-se que o PRAMEMT apresentou bons indicadores de dificuldade nestes casos. Já nas tarefas da Onça e Boto, poucas crianças conseguiram se manter no nível 3. Nestes casos, poderia ser necessário aumentar o tempo de intervenção. Ainda que o treinamento adaptativo se ajuste às capacidades das crianças, é possível que, para algumas, ainda fosse necessário um número maior de tentativas em alguns níveis para que os ganhos se consolidassem (Jaeggi, Buschkuhl, Jonides & Shah, 2011).

Em relação aos parâmetros de discriminação, as atividades do PRAMEMT parecem discriminar parcialmente os participantes, uma vez que aqueles com capacidades mais baixas tendem a não progredir no programa. Contudo, as correlações significativas e negativas entre o número de tentativas e a acurácia no nível seguinte sugerem que as crianças que treinaram mais tiveram uma pior taxa de acerto no próximo nível, indicando que o processo de aprendizagem não foi adequado. Provavelmente, para essas crianças, seria necessário mais tentativas para atingir um nível ótimo de processamento da MT. Tal padrão foi observado principalmente entre os níveis 1 e 2 e 2 e 3, na maioria das atividades do programa. Para os demais níveis em que as correlações não foram significativas, o aproveitamento dos participantes não dependeu da prática no nível anterior, indicando que todas as crianças que passaram para o nível seguinte tiveram um aproveitamento adequado do número de tentativas realizadas. Se, por um lado tal resultado sugere bons parâmetros de discriminação, por outro indica que o PRAMEMT não proporcionou tempo suficiente de treino para crianças com menor nível de habilidade ou para

as crianças mais novas. Destacam-se as correlações não significativas entre os níveis do Boto, provavelmente porque, independentemente do número de ensaios feitos pelas crianças, a taxa de acerto não seria elevada, dada a dificuldade da atividade.

Se, por um lado os treinos adaptativos têm se mostrado uma opção adequada, uma vez que se ajustam à capacidade do participante (Holmes, Gathercole & Dunning, 2009), por outro, não há recomendações ou padronizações, até o momento, em relação número máximo de ensaios que devem ser adotados por nível ou ao limiar adaptativo mais apropriado (Mansur-Alves & Saldanha-Silva, 2017; Pergher et al., 2019). O padrão adotado para o PRAMEMT (30 ensaios) baseia-se no trabalho de Alloway, Bibile e Lau (2013), no qual todos os participantes realizaram o mesmo número de tentativas por sessão. No referido estudo, os autores compararam os efeitos de um TC computadorizado (MTV e MTVE) aplicado à longa (84 sessões de treino, quatro vezes por semana) e curta duração (28 sessões de treino, uma vez por semana). Os efeitos de transferência proximal para MTVE, foram verificados apenas para os participantes que foram expostos à intervenção de longa duração ($\eta^2p = 0,14$). Já o limiar adaptativo, muitos programas se valem de uma taxa de 90% de acerto para avançar para o nível seguinte. O critério utilizado no PRAMEMT baseia-se no trabalho de Foster e colaboradores (2017).

De outro modo, os estudos de TC tendem a controlar a exposição à intervenção mais pela duração do programa do que pelo número de tentativas. Segundo a metanálise realizada por Sala e Gobet (2017), a duração da intervenção, seja longa ou curta, não gera impactos nos ganhos. Todavia, os trabalhos realizados por Mansur-Alves e Saldanha-Silva (2017) e Pergher e colaboradores (2019) sugere que treinos mais longos tendem a gerar mais efeitos positivos. No primeiro estudo, treinos superiores a 8 horas tendem a gerar ganhos pequenos, em torno de 0,12 unidades de desvio-padrão a favor do grupo experimental (g Hedges).

Por fim, faz-se necessário ressaltar que a ocorrência da plasticidade cerebral se dá a partir de repetições suficientes ao conteúdo de treino. Assim, os ganhos adquiridos ao longo do treino não seriam perdidos quando a intervenção terminasse. Faz-se necessário que a prática seja longa o suficiente para produzir desafios para o sistema cognitivo, gerando ganhos e para que o sistema não volte ao seu funcionamento anterior (Klingberg, 2010; Von Bastian & Eschen, 2016; Mansur-Alves & Saldanha-Silva, 2017). No presente estudo, os participantes podem não ter sido expostos o suficiente ao programa de treino para que, fazendo com que não atingissem um nível ótimo de funcionamento da MT requerido em níveis mais avançados. Para estudos futuros, recomenda-se investigar se a duração do treino impacta na realização de suas

tarefas e nos ganhos proporcionados. Ademais, até o momento, não sabe de nenhum outro estudo nacional de TC computadorizado para crianças que tenha investigado seus parâmetros de dificuldade e discriminação.

No que se refere à eficácia do PRAMEMT na promoção de ganhos cognitivos, para a amostra geral ($n = 78$), foi observada transferência distal para QI executivo e consciência fonológica, mas não transferência proximal. Esse padrão de resultado não está, parcialmente, de acordo com o que é encontrado na literatura recente. Segundo as metanálises realizadas (Melby-Lervåg et al., 2016; Sala & Gobet, 2017; Mansur-Alves & Saldanha-Silva, 2017; Sala et al., 2019; Pergher et al., 2019), os fenômenos de transferência proximal acontecem com maior frequência nos estudos experimentais de TC do que os de transferência distal e generalização. Entretanto, as tarefas utilizadas para mensurar a transferência proximal (tarefas de MTV e MTVE do Neupsilin – Inf) apresentaram efeito teto na amostra adotada. Além disso, os critérios de correção apresentados no manual podem não ter sido sensíveis o suficiente para identificar possíveis gradações do traço latente. Os escores gerados nas tarefas de MT contabilizam estímulos recordados constituintes de uma sequência, mesmo que esta não seja memorizada ou manipulada completamente pela criança. Por exemplo, quando ditado uma sequência de quatro dígitos (2, 7, 4, 5), caso a criança acertasse apenas os três primeiros números, ela receberia três pontos no item, ao invés de zero, como é usual nas Escalas Wechsler de Inteligência. Assim, dois indivíduos poderiam receber escores semelhantes, mesmo possuindo capacidades de armazenamento (*span*) diferentes. Portanto, a avaliação da eficácia usando os escores padronizados de acurácia em MT pode não ter sido suficientemente discriminativa e sensível para que ganhos fossem identificados. Como apontado por Pergher e colaboradores (2019), o uso de tarefas que apresentam propriedades psicométricas pouco adequadas pode não refletir o real resultado dos treinos. Além disso, devido à falta de acesso a tarefas de *n-back*, pode-se considerar que a avaliação da eficácia foi realizada de maneira incompleta, impossibilitando assim, a identificação de possíveis ganhos no componente de *updating* da MT. Dada a complexidade do executivo central, uma vez que compreendendo processos como manipulação das informações armazenadas e atenção seletiva (Baddeley, 2003; 2012; 2017), medir os ganhos neste componente da MT seria relevante. Do mesmo modo, para as faixas etárias de 6 e 7 anos e entre 8 e 10 anos de idade, não houve ganhos a favor do grupo experimental em aspectos da MT. Provavelmente, pelos mesmos motivos pelos quais não foram observados ganhos na amostra geral.

Com exceção das tarefas de MT do Neupsilin - Inf, os subtestes Cubos e Raciocínio Matricial da WASI (Trentini, et al., 2014) foram as atividades realizadas que mais se aproximam do conteúdo treinado durante a intervenção. Assim, o fato de o PRAMEMT ser constituído majoritariamente por tarefas de MTVE poderia explicar, em partes, a transferência distal para o QI executivo (média do ganho de ~5 pontos). Ainda, existem evidências robustas da associação entre a MT e a inteligência fluida (*Gf*; Barbey, Colom, Paul & Grafman, 2014; Little, Lewandowsky & Craig, 2014), principalmente no que se refere a substratos neurais comuns, ativados durante a realização de tarefas que medem tais construtos (Colom, Jung & Haier, 2007; Jung & Haier, 2007). Para a faixa etária mais nova, o ganho em QI executivo não foi significativo. Entretanto, o tamanho de efeito pode ser considerado moderado ($g = 0,56$). O tamanho amostral pode ter influenciado a estimativa de significância do modelo, o subestimando. Do mesmo modo, o ganho para a faixa etária mais velha é marginalmente significativo e o tamanho de efeito indica uma tendência entre fraco e moderado ($p = 0,058$; $g = 0,42$). Os resultados encontrados para *Gf* apresentam um padrão diferente daquele encontrado no trabalho de Mansur-Alves e Saldanha-Silva (2017). No referido trabalho, os ganhos são pequenos e limitados ($g = 0,09$), mas as medidas utilizadas para mapeamento dos ganhos em *Gf* foram Matrizes Progressivas de Raven, *Bochumer Matrizen-Test* (BOMAT), *Culture Fair Intelligence Test* (CFIT). Ressalta-se que os ganhos observados em QI executivo não foram também encontrados no QI total, sugerindo que a intervenção não foi capaz de melhorar o desempenho cognitivo geral das crianças. Apesar de ser o objetivo primário, pelo menos nos estudos iniciais de TC, a mudança no nível intelectual quase nunca é verificada em estudos experimentais (Sala & Gobet, 2019; Sala et al., 2019).

Outro fenômeno de transferência distal foi observado para consciência fonológica (média de ganho de ~0,30 unidades de desvio-padrão; $g = 0,52$ a favor do grupo experimental). Neste caso, as habilidades requeridas nas tarefas de consciência fonológica (rima e subtração fonêmica) estão intimamente relacionadas à capacidade de MTV (Knoop-van Campen, Segers & Verhoeven, 2018). É possível notar a semelhança, por exemplo, entre tarefas de *span* da MTV e tarefas de subtração fonêmica, principalmente (Oakhill & Kyle, 2000). O modelo mais utilizado de processamento fonológico inclui o resgate lexical, a consciência fonológica e a MTV como componentes similares e correlacionados (Wagner & Torgesen, 1987). Ademais, a complexidade da relação entre MTV e aspectos da consciência fonológica, especificamente a consciência fonêmica e silábica, parece se estender para a predição de variáveis de desfecho. Alguns estudos propõem modelos mediacionais entre consciência fonêmica e MTV para

predizer a capacidade de leitura em crianças com dislexia (Knoop-van Campen, Segers & Verhoeven, 2018) e de escrita de números (Lopes-Silva, Moura, Julio-Costa, Haase & Wood, 2014). Desta forma, os ganhos observados em consciência fonológica podem refletir sua associação com MTV. Em contrapartida, o mesmo padrão de ganho não foi verificado para a faixa etária mais nova, em que foram observados valor não significativo da interação e um pequeno tamanho de efeito ($p = 0,468$; $g = 0,01$). Para a faixa etária mais velha, a interação não foi significativa, mas o tamanho de efeito pode ser considerado moderado ($p = 0,119$; $g = 0,71$). Provavelmente este padrão de resultado pôde ser observado porque as crianças mais velhas tendem a ter a capacidade de consciência fonológica mais desenvolvida do que as crianças mais novas (Snowling & Hulme, 1994). Assim, as mais velhas aproveitariam melhor os efeitos do treino.

Para as demais variáveis em que se poderia encontrar fenômenos de transferência distal, os resultados sugerem não haver ganhos significativos. De certa forma, esse achado está alinhado com o que é proposto pela maioria dos estudos de revisão sistemática e metanálise que investigam a eficácia de TC's (Melby-Lervåg et al., 2016; Sala & Gobet, 2017; Mansur-Alves & Saldanha-Silva, 2017). No geral, a literatura indica que este tipo de transferência é mais raro e menos consistente. Além disso, a maioria dos construtos em que não se observou transferência distal podem ser considerados cristalizados. Como apontado por Sala e Gobet (2019), quanto mais dois processos estão associados, maior é a probabilidade de ocorrência de transferência. Assim, novamente, os resultados estão em conformidade com os estudos realizados na área de TC.

Assim como não se verificou fenômenos de transferência distal, também não foram encontrados fenômenos de generalização. Neste sentido, não se sabe se as crianças tiveram oportunidades de utilizar os aspectos treinados durante a intervenção em outros contextos da vida cotidiana, como necessário para que todo o sistema cognitivo fosse alterado (Mansur-Alves & Saldanha-Silva, 2017; Sala & Gobet, 2019). Para as crianças mais velhas, também não foram encontrados efeitos de generalização. Entretanto, os tamanhos de efeito para leitura e escrita foram favoráveis ao grupo experimental, apesar de serem pequenos ($g = 0,21$ e $0,25$, respectivamente). Não se sabe, entretanto, se estes efeitos poderiam ser maiores e significativos se as crianças fossem expostas ao treino por períodos mais longos. No estudo realizado por Yang, Peng, Zhang, Zheng e Mo (2017), em que crianças com dislexia foram expostas a 15 sessões de treino de MT, o grupo experimental obteve ganhos significativos relacionados ao conhecimento ortográfico ($\eta^2p = 0,20$).

Em suma, os fenômenos de transferência gerados pelo PRAMEMT aconteceram apenas para construtos fluidos (QI executivo e consciência fonológica). A MT também é considerada um construto fluido e os ganhos foram verificados em tarefas com características semelhantes a ela. Ainda que a relação existente entre a consciência fonêmica (medida pela subtração fonêmica) e a leitura (habilidade cristalizada) seja considerada bidirecional (Castles & Coltheart, 2004), considera-se que a primeira é uma habilidade fluída, tendo em vista a manipulação requerida e a consequente interferência da MT (Wagner & Torgesen, 1987; Melby-Lervåg, Lyster & Hulme, 2012). Incluindo a consciência silábica (mensurada pela tarefa de Rima), considera-se que a consciência fonológica seja um processo fluido.

É preciso ressaltar, ainda, que além dos ganhos favorecendo o grupo experimental, houve também tarefas em que o grupo controle foi beneficiado, tanto na amostra geral, quanto na amostra estratificada. Especificamente, este grupo apresentou ganhos, de pequenos a moderados em Repetição de pseudopalavras, MTV, atenção visual, leitura e matemática. Estes resultados podem ser explicados por algumas características do estudo: o engajamento gerado durante “gincana” realizada com as crianças e o processo de escolarização. Durante a realização da intervenção, o grupo controle teve maior interação com a equipe de pesquisa do que o grupo experimental. Para a realização do PRAMEMT, as crianças interagem apenas com os componentes do programa e dúvidas eram tiradas com os aplicadores, quando surgiam. Por outro lado, para a realização das atividades do grupo controle, em alguns momentos era necessário que os aplicadores lessem as perguntas da tarefa controle para as crianças mais novas e que ainda não tinham fluência de leitura. Além disso, a tarefa controle foi realizada em pequenos grupos de crianças. Desta forma, além do contato com a equipe de pesquisa, parece ter havido um forte componente de motivação da interação social entre pares. Entende-se que isto engajou as crianças a participar mais ativamente no momento do pós-teste, provavelmente ressaltando suas qualidades. De acordo com Katz, Jaeggi, Buschkuhl, Shahd e Jonides (2018), a motivação é um fator importante para determinar o sucesso do treinamento e o aprendizado em geral. Assim, quanto maior a motivação e o engajamento dos participantes nas atividades propostas, maior a chance de que mudanças nas medidas comportamentais sejam encontradas. Como discutido anteriormente, as tarefas do PRAMEMT parecem ter sido mais difíceis para as crianças mais novas. Isto pode ter impactado na inexistência de diferença significativa entre os grupos e no aproveitamento do treino. Para esta subamostra, a intervenção parece ter sido especialmente difícil, de forma que a tarefa adotada no grupo controle parece

ter promovido um efeito motivacional maior do que nos outros casos, impactando os resultados encontrados.

Para além do componente motivacional, e apesar da alocação dos participantes ter sido aleatória entre os grupos, a média do QI total das crianças mais novas do grupo experimental é ~8 pontos menor do que a média do QI total das crianças mais velhas do grupo experimental. Assim, além das crianças mais velhas terem compreendido as tarefas do PRAMEMT com mais facilidade, ainda possuíam mais um fator favorável ao aproveitamento do treino.

Ademais, como foi discutido anteriormente, as tarefas de MT do Neupsilin - Inf parecem não discriminar corretamente os níveis de habilidade na amostra utilizada. De resto, em alguns casos, o ganho relaciona-se a tarefas aprendidas durante o processo de escolarização, como leitura e matemática. Pode-se supor que esse padrão de melhora está associado a variáveis não controladas pelo estudo, como comportamento em sala de aula.

Por fim, seria interessante que o PRAMEMT fosse testado, associado a um treino explícito. Neste sentido, estratégias seriam integradas às sessões na tentativa de: garantir a validade ecológica do programa a partir da aplicação do conteúdo aprendido durante a intervenção na vida cotidiana das crianças; e verificar os benefícios do aumento da duração da intervenção, disponibilizando diferentes estratégias para o alcance dos objetivos das tarefas (Peng & Fuchs, 2017; Mansur-Alves & Saldanha-Silva). Segundo tal proposta, a aprendizagem dos conteúdos treinados e o avanço na tarefa de forma adequada poderiam ser assegurados, como não ocorreu em alguns casos no presente estudo.

As limitações do presente estudo já foram expostas ao longo do manuscrito, especialmente em relação aos problemas de medida dos instrumentos utilizados. Ademais, é necessário explicitar algumas considerações específicas. O tamanho amostral obtido pode ser considerado uma fonte de erro para uma inferência confiável acerca da eficácia do treino. Outro fator que pode ter impactado os resultados do estudo é o critério de inclusão definido para inteligência ($QI \geq 70$). Neste sentido, crianças limítrofes podem ter sido selecionadas e acabaram não se beneficiando tanto da intervenção como os outros participantes. Ainda, as crianças selecionadas faziam parte de apenas uma escola pública de Belo Horizonte, diminuindo a variabilidade e representatividade da amostra.

É possível, ainda, elencar duas principais limitações do estudo: (a) formato o grupo controle ativo e (b) duração das sessões de treino. Assim como discutido anteriormente, o

formato de grupo controle com sessões semelhantes a uma gincana e com maior interação com os aplicadores parece ter sido grande fonte de motivação para as crianças, mais do que o aspecto de jogo individualizado apresentado ao grupo experimental. Entende-se que o empenho demonstrado pelos participantes pode ter influenciado o seu engajamento no momento da avaliação de pós teste. Deste modo, alguns ganhos reportados podem refletir, parcialmente, a motivação das crianças com a equipe de testagem. A duração das sessões, por outro lado, pode ter influenciado o resultado encontrado. A quantidade de horas de treinamento necessárias para uma verificação de ganho em tarefas cognitivas deveria ser de aproximadamente 08 horas ou mais, de acordo com os resultados de Mansur-Alves e Saldanha-Silva (2017). No presente estudo, não foi possível realizar mais do que ~1h15 de treino com cada criança. Apesar de não haver consenso acerca do efeito moderador da duração do treino, especialmente em crianças (ver Sala & Gobet, 2017).

3.4.1. Considerações finais

No presente estudo foram exploradas evidências de eficácia de um TC computadorizado. Os resultados são relevantes na medida em que existem poucos estudos de TC focados em MT com crianças no Brasil, construídos para tal realidade (com a devida vênia às exceções: Mansur-Alves, Flores-Mendoza, & Tierra-Criollo, 2013; Ramos & Melo, 2016; Alves & Bonfim, 2016). Entretanto, se desconhece, até o momento, outros estudos de TC que investigaram parâmetros de dificuldade e discriminação do protocolo computadorizado de treino. Ademais, mesmo levando em conta as limitações metodológicas, os efeitos do PRAMEMT parecem promover ganhos pontuais em alguns domínios cognitivos, especificamente QI executivo e consciência fonológica, mas não no desempenho cognitivo geral. Investigações futuras são recomendadas na tentativa de preencher as lacunas remanescentes sobre os efeitos do TC. O protocolo de avaliação pode ser ampliado, tanto em tarefas de lápis em papel, quanto inserindo instrumentos de medida computadorizados, possibilitando maior semelhança entre as tarefas de treino e de investigação da eficácia. Os possíveis benefícios de um maior tempo de exposição ao PRAMEMT também poderiam ser analisados. Finalmente, o treino de estratégias aliado ao programa, bem como o aumento das sessões e a durabilidade dos ganhos poderia ser explorada em estudos que contenham uma fase de *follow-up* e grupos clínicos, como transtornos do neurodesenvolvimento e específicos de aprendizagem.

3.5. Referências

- Abe, M., Schambra, H., Wassermann, E. M., Luckenbaugh, D., Schweighofer, N., & Cohen, L. G. (2011). Reward improves long-term retention of a motor memory through induction of offline memory gains. *Current Biology*, *21*(7), 557–562. doi: 10.1016/j.cub.2011.02.030
- Alloway, T. P., Bibile, V., & Lau, G. (2013). Computerized working memory training: Can it lead to gains in cognitive skills in students? *Computers in Human Behavior*, *29*(3), 632–638. doi: 10.1016/j.chb.2012.10.023
- Alves, L., & Bonfim, C. (2016). GAMEBOOK e a estimulação de funções executivas em crianças com indicação de diagnóstico de TDAH: processo de pré-produção, produção e avaliação do software. *Educação E Contemporaneidade*, *25*(46), 141–157. Retirado de <https://www.revistas.uneb.br/index.php/faeaba/article/view/2723>
- Au, J., Sheehan, E., Tsai, N., Duncan, G. J., Buschkuehl, M., & Jaeggi, S. M. (2015). Improving fluid intelligence with training on working memory: a meta-analysis. *Psychonomic Bulletin and Review*, *22*(2), 366–377. doi: 10.3758/s13423-014-0699-x
- Baddeley, A. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature reviews neuroscience*, *4*(10), 829-839. doi: 10.1038/nrn1201.
- Baddeley, A. (2012). Working memory: theories, models, and controversies. *Annual review of psychology*, *63*, 1-29. doi: 10.1146/annurev-psych-120710-10042.
- Baddeley, A. D. (2017). The concept of working memory: A view of its current state and probable future development. In Baddeley, A. D. *Exploring Working Memory Selected Works of Alan Baddeley*. (pp. 99-106). New York: Routledge.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In Bower, G. H. (Eds). *Psychology of learning and motivation Advances in Research and Theory*. (pp: 47-89). New York: Academic Press doi: 10.1016/S0079-7421(08)60452-1.
- Barbey, A. K., Colom, R., Paul, E. J., & Grafman, J. (2014). Architecture of fluid intelligence and working memory revealed by lesion mapping. *Brain Structure and Function*, *219*(2), 485–494. doi: 10.1007/s00429-013-0512-z
- Bayliss, D. M., Jarrold, C., Baddeley, A. D., & Gunn, D. M. (2005). The relationship between short-term memory and working memory: Complex span made simple? *Memory*, *13*(3–4), 414–421. doi: 10.1080/09658210344000332
- Blacker, K. J., Negoita, S., Ewen, J. B., & Courtney, S. M. (2017). N-back Versus Complex Span Working Memory Training. *Journal of Cognitive Enhancement*, *1*(4), 434–454. doi: 10.1007/s41465-017-0044-1
- Brasil, C. D. C. (2018). Critério de classificação econômica Brasil. Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP). Retirado de: <http://www.abep.org/criterio-brasil>
- Castles, A., & Coltheart, M. (2004). Is there a causal link from phonological awareness to success in learning to read? *Cognition*, *91*(1), 77–111. doi: 10.1016/S0010-0277(03)00164-1

- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2^a ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Colom, R., Jung, R., & Haier, R. (2007). General intelligence and memory span: Evidence for a common neuroanatomic framework. *Cognitive Neuropsychology*, *24*(8), 867–878. doi: 10.1080/02643290701781557
- Dougherty, M. R., Hamovitz, T., & Tidwell, J. W. (2016). Reevaluating the effectiveness of n-back training on transfer through the Bayesian lens: Support for the null. *Psychonomic Bulletin and Review*, *23*(1), 306–316. doi: 10.3758/s13423-015-0865-9
- Fälth, L., Jaensson, L., & Johansson, K. (2015). Working Memory Training - A Cogmed Intervention. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, *14*(2), 28–35. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/290356152_Working_Memory_Training_-_A_Cogmed_Intervention
- Foster, J. L., Harrison, T. L., Hicks, K. L., Draheim, C., Redick, T. S., & Engle, R. W. (2017). Do the effects of working memory training depend on baseline ability level? *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, *43*(11), 1677–1689. doi: 10.1037/xlm0000426
- 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
- Golino, M. T. S., Schelini, P. W., & Golino, H. F. (2017). Investigating evidence of content and structural validity in cognitive training tasks for the elderly. *Avaliacao Psicologica*, *16*(3), 278–292. doi: 10.15689/ap.2017.1603.12431
- Henry, L. A. (2012). *The Development of Working Memory in Children*. London: Sage.
- Hall, D., Jarrold, C., Towse, J. N., & Zarandi, A. L. (2015). The developmental influence of primary memory capacity on working memory and academic achievement. *Developmental Psychology*, *51*(8), 1131–1147. doi: 10.1037/a0039464
- Holmes, J., Gathercole, S. E., & Dunning, D. L. (2009). Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental Science*, *12*(4). doi: 10.1111/j.1467-7687.2009.00848.x
- Honoré, N., & Noël, M.-P. (2017). Can working memory training improve preschoolers' numerical abilities? *Journal of Numerical Cognition*, *3*(2), 516–539. doi: 10.5964/jnc.v3i2.54
- Ilkowska, M. & Engle, R.W. (2010). Trait and State Differences in Working Memory Capacity. Em: A. Gruszka., G. Matthews., & B. Szymura (eds.), *Handbook of Individual Differences in Cognition: Attention, Memory, and Executive Control* (pp. 295-320). London: Springer.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., & Shah, P. (2011). Short- and long-term benefits of cognitive training. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *108*(25), 10081–10086. doi: 10.1073/pnas.1103228108

- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Shah, P., & Jonides, J. (2014). The role of individual differences in cognitive training and transfer. *Memory and Cognition*, 42(3), 464–480. doi: 10.3758/s13421-013-0364-z
- Jung, R. E., & Haier, R. J. (2007, April). The Parieto-Frontal Integration Theory (P-FIT) of intelligence: Converging neuroimaging evidence. *Behavioral and Brain Sciences*. doi: 10.1017/S0140525X07001185
- Karbach, J., & Schubert, T. (2013). Training-induced cognitive and neural plasticity. *Frontiers in Human Neuroscience*, (FEB). doi: 10.3389/fnhum.2013.00048
- Katz, B., Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Shah, P., & Jonides, J. (2018). The effect of monetary compensation on cognitive training outcomes. *Learning and Motivation*, 63, 77-90. doi: 10.1016/j.lmot.2017.12.002
- Klingberg, T. (2010). Training and plasticity of working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(7), 317–324. doi: 10.1016/j.tics.2010.05.002
- Knoop-van Campen, C. A. N., Segers, E., & Verhoeven, L. (2018). How phonological awareness mediates the relation between working memory and word reading efficiency in children with dyslexia. *Dyslexia*, 24(2), 156–169. doi: 10.1002/dys.1583
- Landsberg, C. R., Astwood, R. S., Van Buskirk, W. L., Townsend, L. N., Steinhauer, N. B., & Mercado, A. D. (2012). Review of Adaptive Training System Techniques. *Military Psychology*, 24(2), 96-113. doi: 10.1080/08995605.2012.672903
- Little, D. R., Lewandowsky, S., & Craig, S. (2014). Working memory capacity and fluid abilities: The more difficult the item, the more more is better. *Frontiers in Psychology*, 5(MAR). doi: 10.3389/fpsyg.2014.00239
- Lopes-Silva, J. B., Moura, R., Júlio-Costa, A., Haase, V. G., & Wood, G. (2014). Phonemic awareness as a pathway to number transcoding. *Frontiers in Psychology*, 5(JAN). doi: 10.3389/fpsyg.2014.00013
- Mansur-Alves, M. & Saldanha-Silva, R. (2018). Programa de Ativação da Memória de Trabalho – PRAMEMT. Retirado de: <https://lavisufmg.wixsite.com/website/blog/roz%C5%A1i%C5%99ujte-svoji-komunitu-na-blogu>.
- Mansur-Alves, M., & Saldanha-Silva, R. (2017). Treinar memória de trabalho promove mudanças em inteligência fluida? *Temas Em Psicologia*, 25(2), 787–807. doi: 10.9788/tp2017.2-19pt
- Mansur-Alves, M., Flores-Mendoza, C., & Tierra-Criollo, C. J. (2013). Evidências Preliminares da Efetividade do Treinamento Cognitivo para Melhorar a Inteligência de Crianças Escolares. *Psicologia: Reflexao E Critica*, 26(3), 423–434. doi: 10.1590/s0102-79722013000300001
- McNamara, D. S., & Scott, J. L. (2001). Working memory capacity and strategy use. *Memory and Cognition*, 29(1), 10–17. doi: 10.3758/BF03195736

- Melby-Lervåg, M., Lyster, S. A. H., & Hulme, C. (2012). Phonological skills and their role in learning to read: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, *138*(2), 322–352. doi: 10.1037/a0026744
- Melby-Lervåg, M., Redick, T. S., & Hulme, C. (2016). Working Memory Training Does Not Improve Performance on Measures of Intelligence or Other Measures of “Far Transfer”: Evidence From a Meta-Analytic Review. *Perspectives on Psychological Science*, *11*(4), 512–534. doi: 10.1177/1745691616635612
- Moreau, D., Kirk, I. J., & Waldie, K. E. (2016). Seven pervasive statistical flaws in cognitive training interventions. *Frontiers in Human Neuroscience*, *10*(APR2016), 1–17. doi: 10.3389/fnhum.2016.00153
- Oakhill, J., & Kyle, F. (2000). The Relation between Phonological Awareness and Working Memory. *Journal of Experimental Child Psychology*, *75*(2), 152–164. doi: 10.1006/jecp.1999.2529
- Peijnenborgh, J. C. A. W., Hurks, P. M., Aldenkamp, A. P., Vles, J. S. H., & Hendriksen, J. G. M. (2016). Efficacy of working memory training in children and adolescents with learning disabilities: A review study and meta-analysis. *Neuropsychological Rehabilitation*. Routledge. doi: 10.1080/09602011.2015.1026356
- Peng, P., & Fuchs, D. (2017). A Randomized Control Trial of Working Memory Training With and Without Strategy Instruction. *Journal of Learning Disabilities*, *50*(1), 62–80. doi: 10.1177/0022219415594609
- Pergher, V., Shalchy, M. A., Pahor, A., Van Hulle, M. M., Jaeggi, S. M., & Seitz, A. R. (2019). Divergent Research Methods Limit Understanding of Working Memory Training. *Journal of Cognitive Enhancement*. doi: 10.1007/s41465-019-00134-7
- Ramos, D. K., & de Melo, H. M. (2016). Neuropsicologia do desenvolvimento da memória: da pré-escola ao período escolar. *Revista Neuropsicologia Latinoamericana*, *8*(3), 19–26. doi: 10.5579/rnl.2011.0061
- Redick, T. S. (2019). The Hype Cycle of Working Memory Training. *Current Directions in Psychological Science*, *28*(5), 423–429. doi: 10.1177/0963721419848668
- Redick, T. S., Shipstead, Z., Harrison, T. L., Hicks, K. L., Fried, D. E., Hambrick, D. Z., Kane, M. J., & Engle, R. W. (2013). No evidence of intelligence improvement after working memory training: A randomized, placebo-controlled study. *Journal of Experimental Psychology: General*, *142*(2), 359–379. doi: 10.1037/a0029082
- Sala, G., & Gobet, F. (2017). Working memory training in typically developing children: A meta-analysis of the available evidence. *Developmental Psychology*, *53*(4), 671–685. doi: 10.1037/dev0000265
- Sala, G., & Gobet, F. (2019). Cognitive Training Does Not Enhance General Cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, *23*(1), 9–20. doi: 10.1016/j.tics.2018.10.004
- Sala, G., Aksayli, N. D., Tatlidil, K. S., Tatsumi, T., Gondo, Y., & Gobet, F. (2019). Near and Far Transfer in Cognitive Training: A Second-Order Meta-Analysis. *Collabra: Psychology*, *5*(1), 18. doi: 10.1525/collabra.203

- Salles, J. F., Fonseca, R. P., Parente, M. A., Cruz-Rodrigues, C., Mello C. B., Barbosa, T., Miranda, M. (2015). Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve para Crianças: NEUPSILIN-Inf. São Paulo: Vetor Editora.
- Sánchez-Pérez, N., Castillo, A., López-López, J. A., Pina, V., Puga, J. L., Campoy, G., González-Salinas, C. & Fuentes, L. J. (2018). Computer-based training in math and working memory improves cognitive skills and academic achievement in primary school children: Behavioral results. *Frontiers in Psychology*. Fuentes, Luis J.: lfuentes@um.es: Frontiers Media S.A. doi: 10.3389/fpsyg.2017.02327
- Saur, A. M., & Loureiro, S. R. (2012). Qualidades psicométricas do Questionário de Capacidades e Dificuldades: revisão da literatura. *Estudos de Psicologia (Campinas)*, 29(4), 619-629. Recuperado de: <http://www.scielo.br/pdf/estpsi/v29n4/v29n4a16.pdf>.
- Simen, P., Contreras, D., Buck, C., Hu, P., Holmes, P., & Cohen, J. D. (2009). Reward Rate Optimization in Two-Alternative Decision Making: Empirical Tests of Theoretical Predictions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 35(6), 1865–1897. doi: 10.1037/a0016926
- Snowling, M., & Hulme, C. (1994). The Development of Phonological Skills. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 346(1315), 21–27. doi: 10.1098/rstb.1994.0124
- Trentini, C. M., Yates, D. B., & Heck, V. S. (2014). Escala de Inteligência Wechsler Abreviada (WASI): Manual profissional. São Paulo, SP: Casa do Psicólogo.
- Uehara, E., & Landeira-Fernandez, J. (2010). Um panorama sobre o desenvolvimento da memória de trabalho e seus prejuízos no aprendizado escolar. *Ciências & Cognição*, 15(2), 31-41. Recuperado de <http://cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/375/187>
- von Bastian, C. C., & Eschen, A. (2016). Does working memory training have to be adaptive? *Psychological Research*, 80(2), 181–194. doi: 10.1007/s00426-015-0655-z
- Wagner, R. K., & Torgesen, J. K. (1987). The Nature of Phonological Processing and Its Causal Role in the Acquisition of Reading Skills. *Psychological Bulletin*. doi: 10.1037/0033-2909.101.2.192
- Wasserman, S., Hedges, L. V., & Olkin, I. (1988). Statistical Methods for Meta-Analysis. *Journal of Educational Statistics*, 13(1), 75. doi: 10.2307/1164953
- Zhang, H., Chang, L., Chen, X., Ma, L., & Zhou, R. (2018). Working memory updating training improves mathematics performance in middle school students with learning difficulties. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12. doi: 10.3389/fnhum.2018.00154

4. Conclusão geral

A presente dissertação procurou avançar os estudos na área de treinamento cognitivo apresentando dois estudos: (a) Treinos Cognitivos com Foco na Memória de Trabalho para Crianças: Uma Revisão Integrativa; e (b) Evidências de eficácia de um programa de treino cognitivo para Memória de Trabalho em crianças escolares. Foram revisados os treinos experimentais e disponíveis para a população (comercializados ou não) utilizados em estudos nacionais e internacionais. Com este estudo, foi possível concluir que poucos TC's encontrados apresentam índices satisfatórios de evidências de validade e de eficácia para o público infantil.

Há, entretanto, maior acúmulo de evidências de ganhos para os treinos não disponíveis para a população e que são usados exclusivamente em pesquisas. Este dado parece ser especialmente problemático, uma vez que os treinos usados e distribuídos livremente (em lojas de aplicativos, por exemplo) são os que geralmente prometem efeitos de transferência e que possuem mais fragilidades metodológicas. Além disso, os resultados dos estudos revisados parecem convergir com os apontamentos das principais metanálises e revisões sistemáticas publicadas: os efeitos de transferência proximal são mais comuns do que os de transferência distal e generalização. A conclusão do primeiro estudo é principalmente relacionada à necessidade de se investigar a eficácia dos TC's.

O segundo estudo da dissertação apresenta dados experimentais coletados durante os dois anos do mestrado. O programa testado foi construído para a realidade brasileira e passou por análises de validade de conteúdo e inteligibilidade. O último estudo apresenta dados de investigação de eficácia do PRAMEMT. Os resultados foram escrutinados e analisados levando em consideração as limitações e qualidades metodológicas presentes. No geral, os resultados indicam ganhos em QI executivo e consciência fonológica, mas não no desempenho cognitivo geral. Os possíveis mecanismos para esses achados são discutidos, levando em conta a semelhança entre as tarefas do PRAMEMT e os testes que compõem os subtestes de QI executivo. Outro aspecto discutido foi a rede complexa de associações entre MT e consciência fonológica.

O artigo experimental se encerra fazendo possíveis recomendações para estudos futuros utilizando o PRAMEMT. Seria necessário (a) aumentar o tamanho amostral, considerando aspectos relacionados ao poder estatístico; (b) diversificar o protocolo de avaliação, possibilitando a estimação de vários aspectos da MT, especialmente da MTVE, uma vez que este é o foco do PRAMEMT; (c) utilizar de medidas digitais; (d) maior tempo de exposição ao

treino; e (e) estudos com fase de *follow-up*. Espera-se que seja possível considerar esses aspectos, possibilitando resultados mais consistentes e robustos acerca da eficácia do TC. Por fim, almeja-se que os estudos apresentados realmente apresentem contribuições científicas para a área.

Apêndice A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) Senhor(a),

O (a) seu (sua) filho (a) está sendo convidado (a) a participar do projeto de pesquisa “*Desenvolvimento de Recurso Tecnológico para Promoção Cognitiva em Crianças*” coordenada pela profa. Marcela Mansur Alves do Departamento de Psicologia da UFMG. O objetivo do estudo é avaliar a eficácia de um programa informatizado para melhorar a capacidade de resolução de problemas, memória e desempenho escolar de crianças na faixa etária de 6 a 10 anos.

O programa será ministrado às crianças nas dependências da própria escola, durante o período escolar, por estudantes de Psicologia, prévia e adequadamente treinados para tal fim. Como em qualquer estudo que visa verificar a efetividade de uma dada intervenção, há sempre dois grupos – um grupo que fará jogos livre e um grupo que realizará tarefas cognitivas. Nosso objetivo é verificar qual grupo melhora o desempenho escolar e por quanto tempo. No final da investigação se o programa for bem-sucedido, a escola poderá estendê-lo para crianças com problemas de aprendizagem. Assim, pois, O (a) senhor (a) responderá um questionário contendo informações sociais e demográficas de sua criança. A partir dos dados obtidos através das respostas desses questionários, algumas crianças (selecionadas a partir dos critérios de inclusão definidos pelo pesquisador) participarão da pesquisa e farão parte de um dos dois grupos, sendo que essa escolha será determinada através de sorteio. Se for do seu interesse, caso seu filho tenha sido sorteado para ficar no grupo de jogos livres, ele poderá receber as sessões de intervenção ao final do estudo, de acordo com disponibilidade da escola. **Faz-se importante lembrar que para que o programa de treinamento seja bem-sucedido, uma vez consentida a participação de seu filho (a), é necessário que ele compareça frequentemente às sessões, evitando ausências injustificadas.**

Para participar deste estudo, seu (sua) filho (a) não terá nenhum custo, nem receberá nenhum tipo de pagamento. Ele será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Você, como responsável pela criança, poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação dela a qualquer momento. A participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido (a) pelo pesquisador ou pela escola que irá tratar a identidade do seu (sua) filho (a) com padrões profissionais de sigilo. A criança não será identificada em nenhuma publicação. Este estudo apresenta risco mínimo, isto é, o mesmo risco existente em atividades rotineiras como conversar, tomar banho, ler, etc.

O nome ou o material que indique a participação do seu (sua) filho (a) não será liberado sem a sua permissão. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de cinco anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Eu, _____ (seu nome), portador(a) do documento de Identidade _____, autorizo meu (minha) filho (a) _____ (nome completo da criança), fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações junto ao pesquisador responsável listado abaixo, telefone (31) 3409-6263. Tenho ciência que posso modificar a decisão do menor sob minha responsabilidade participar do estudo, se assim o desejar².

Assinatura do responsável: _____

E-mail: _____ **Fone:** _____

Data: ____/____/____

Profa. Dra. Marcela Mansur Alves, Pesquisadora responsável pelo projeto, Laboratório de Avaliação e Intervenção na Saúde (LAVIS), Departamento de Psicologia – UFMG Endereço: Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 - Campus Pampulha CEP: 31270-901 / Belo Horizonte – MG Telefone: (31) 3409-6263, E-mail: marmansura@gmail.com

² Caso tenha alguma dúvida de ordem ética, entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais, Rua Av. Antônio Carlos, 6627, Unidade Administrativa II - 2º andar (Sala 2005), Campus Pampulha, 31270-901- Belo Horizonte-MG, Fone:(31) 3409-4592

Apêndice B – Ambientação do PRAMEMT



Apêndice C - Poti



Apêndice D – Avatares a serem escolhidos no PRAMEMT



Apêndice E – Prêmios apresentados às crianças



Recompensas da tarefa da Coruja



Recompensas da tarefa da Abelha



Recompensas da tarefa do Sapo

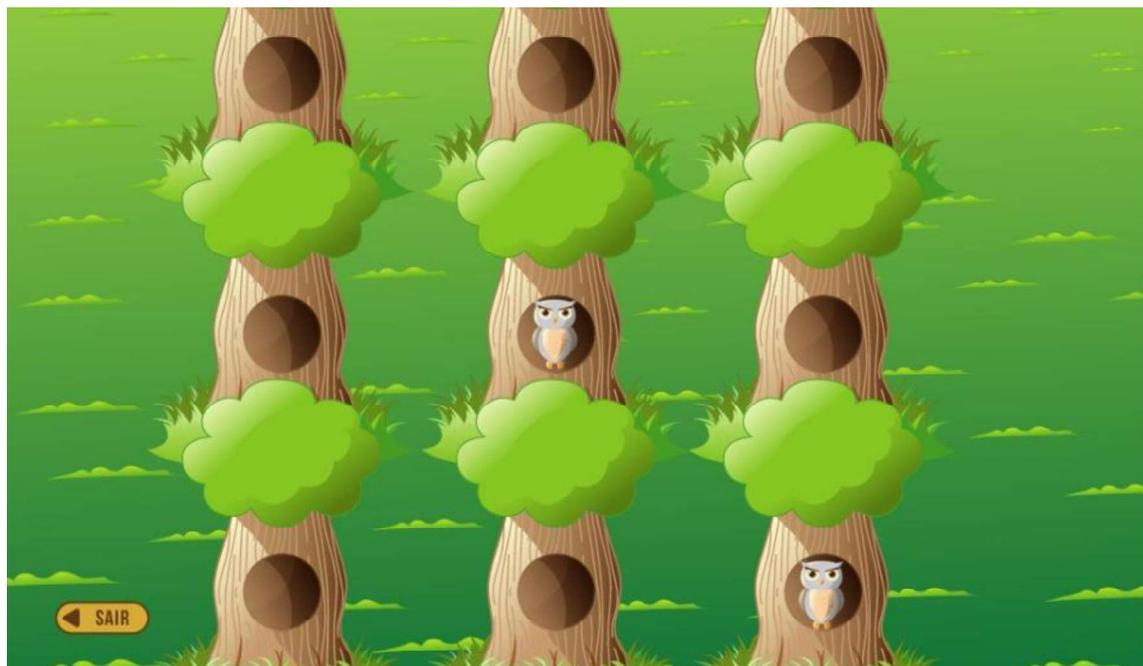


Recompensas da tarefa da Onça



Recompensas da tarefa do Boto

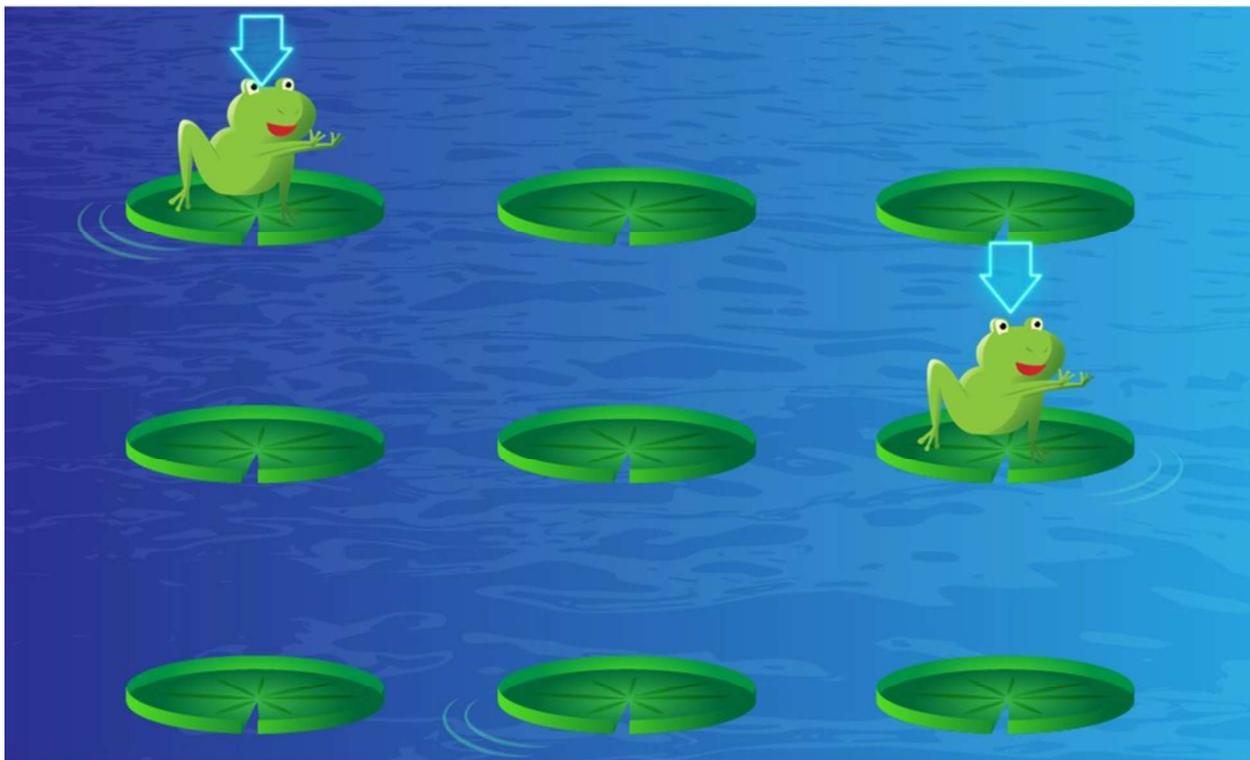
Apêndice F – Tarefa da coruja (*span* simples - MTVE)



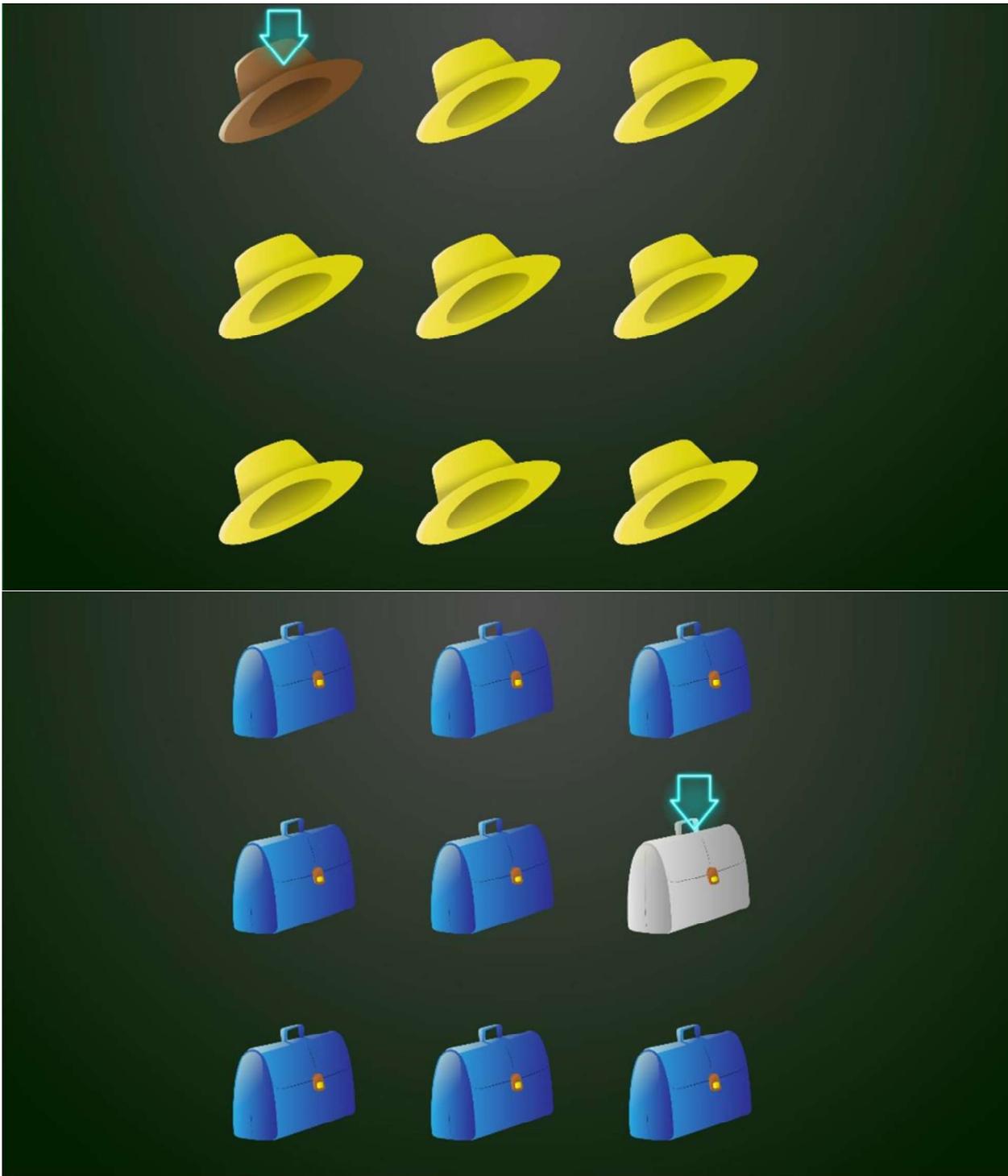
Apêndice G – Tarefa da abelha (*n-back* – MTVE)

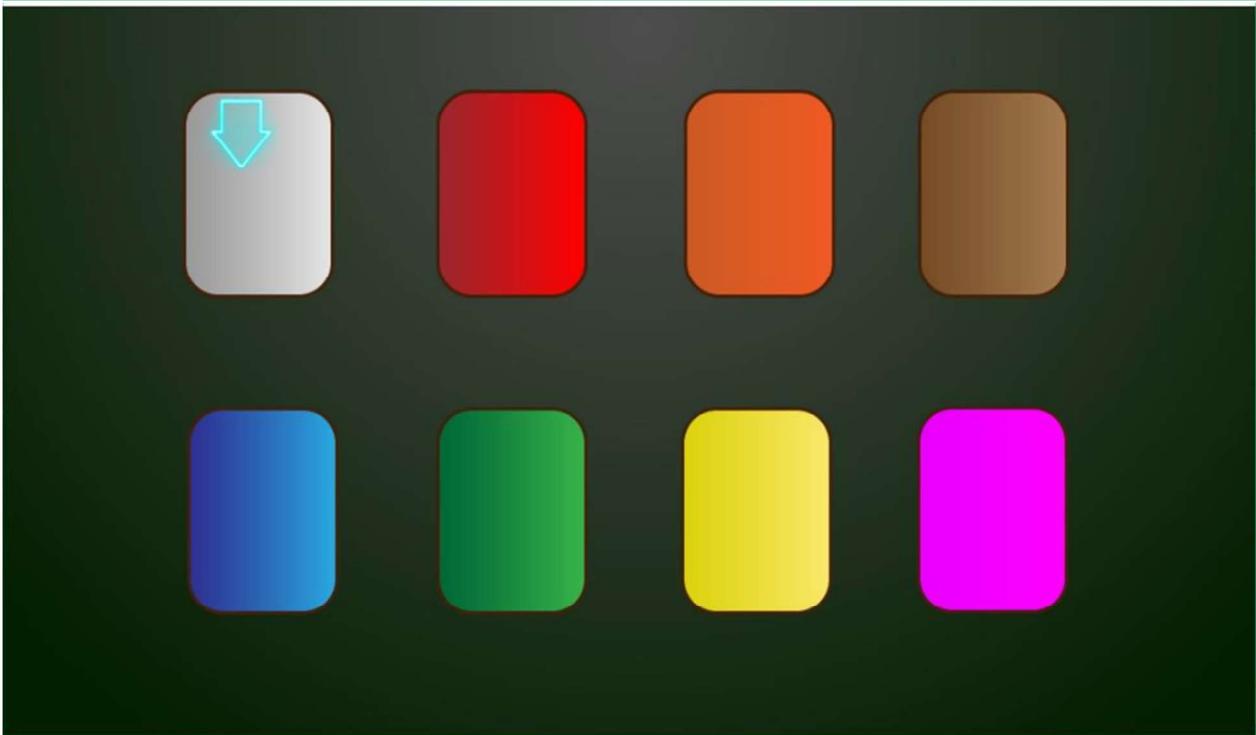
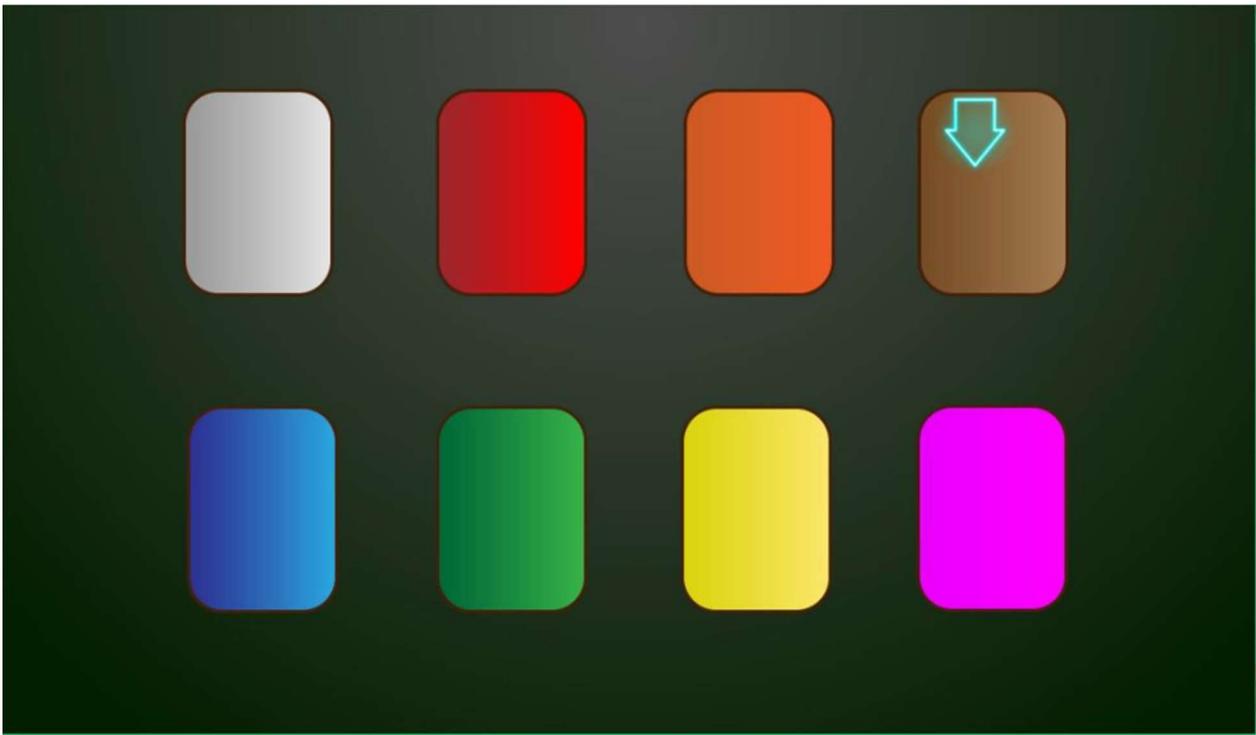


Apêndice H – Tarefa do Sapo (*span* complexo – MTVE)

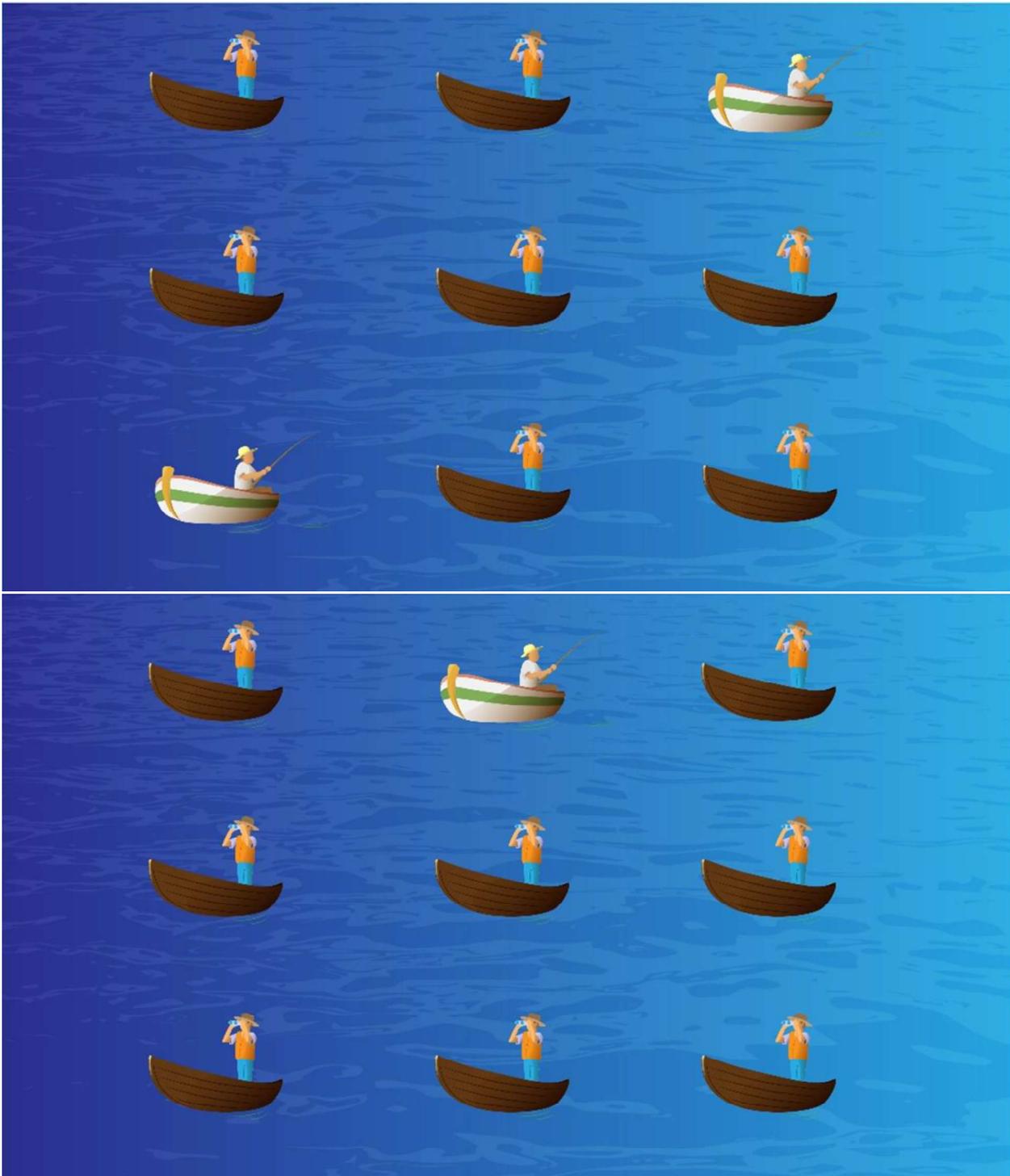


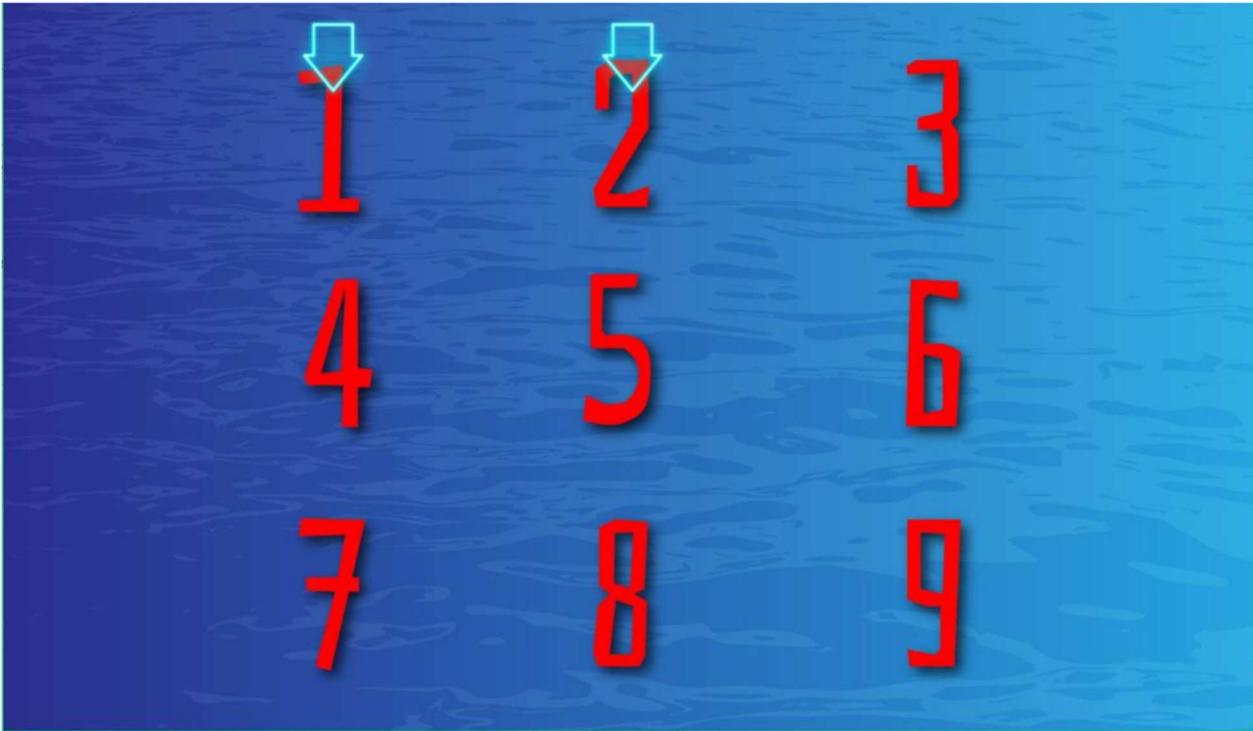
Apêndice I – Tarefa da Onça (*span* complexo – MTVE)



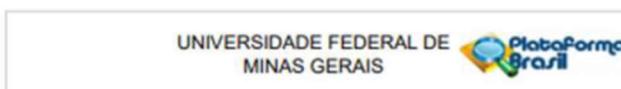


Apêndice J – Tarefa do Boto (*span* complexo – MTV)





Anexo A – Aprovação no comitê de ética



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: DESENVOLVIMENTO DE RECURSO TECNOLÓGICO PARA PROMOÇÃO COGNITIVA EM CRIANÇAS ESCOLARES

Pesquisador: Marcela Mansur Alves

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 42572215.2.0000.5149

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.016.602

Data da Relatoria: 08/04/2015

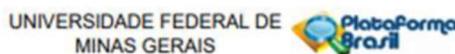
Apresentação do Projeto:

Deficits nas funções executivas, especificamente, na memória de trabalho tem sido associados as dificuldades de aprendizagem variadas. Assim, é prioritário o desenvolvimento de recursos tecnológicos para promoção cognitiva que possam ser aplicados a educação de crianças e adolescentes auxiliando no melhoramento da aprendizagem e sucesso escolar. Neste sentido, objetiva-se com o presente projeto desenvolver um programa de promoção cognitiva, informatizado, em memória de trabalho para crianças. Este programa, totalmente adaptado a realidade brasileira, traria cenários dinâmicos e mais motivadores para as crianças; introdução de um número de tarefas com conteúdos mais diversificados, minimização do efeito de fadiga. Objetiva-se, ainda, levantar evidências de eficácia do programa cognitivo por meio da aplicação em crianças de diferentes contextos clínicos e socioeconômicos. Espera-se, assim, encontrar algumas respostas para a questão da possibilidade de mudança cognitiva e proporcionar ferramentas importantes para profissionais de saúde e educadores no desafio de melhorar o rendimento escolar e o alcance educacional das crianças brasileiras.

Objetivo da Pesquisa:

Desenvolver um programa para promoção cognitiva em crianças e verificar a sua eficácia em promover melhoras no desempenho escolar e aprendizagem. Tem-se como objetivos específicos:

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2ª Ad S/S 2005
Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE **E-mail:** cep@prpq.ufmg.br
Telefone: (31) 3409-4392



Continuação do Parecer: 1.016.602

a) verificar os benefícios da aplicação do programa de promoção cognitiva para a aprendizagem de crianças com desenvolvimento típico e atípico (dificuldades de leitura, matemática ou atencionais); b) verificar se o nível de motivação da criança para participação no programa está associado aos ganhos obtidos; e c) identificar qual a contribuição das variáveis sociais, educacionais e familiares na resposta das crianças as atividades de promoção cognitiva.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Afirma-se que o projeto não oferece nenhum risco físico e mental para os participantes, uma vez que se trata apenas da aplicação de testes psicológicos em formato lápis-e-papel e da realização das atividades de promoção cognitiva no computador. Pode-se gerar apenas um leve cansaço durante as sessões de treinamento, o qual poderá ser contornado com pequenas pausas para descanso. Participantes que por motivos de saúde física não se encontrarem em disposição de participar poderão retirar sua participação naquele momento. Faz-se importante destacar que as crianças do grupo controle, ou seja, aquelas que não se beneficiaram do programa durante a pesquisa, por motivos metodológicos, poderão ter acesso a sessões do mesmo uma vez finalizado o estudo e sendo do interesse de seus pais ou responsáveis o programa tem potencial para se tornar uma ferramenta de grande utilidade para psicólogos e educadores na reabilitação de crianças com desenvolvimento atípico, para aquelas inseridas em contextos de alta vulnerabilidade social e para estimular o desenvolvimento de habilidades que facilitem a aprendizagem escolar.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Indica-se que a pesquisa, em sua terceira fase, será realizada em escolas públicas de Belo Horizonte, mas não há indicações de quais seriam, nem quais os critérios de escolha, nem quantas seriam.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados os seguintes documentos:

- * Projeto de pesquisa aprovado pelo Departamento de Psicologia
- * CV da pesquisadora
- * Folha de rosto com aprovação da FAFICH
- * Carta de esclarecimentos sobre a solicitação de recursos à FAPEMIG, ainda em julgamento
- * Minuta de Carta de Adesão de escola a ser local da pesquisa
- * TCLE
- * Termo de Assentimento

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2ª Ad S/S 2005
Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE **E-mail:** cep@prpq.ufmg.br
Telefone: (31) 3409-4392

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 1.016.602

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado conforme parecer.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais e critério do CEP:

Aprovado conforme parecer.

BELO HORIZONTE, 09 de Abril de 2015

Assinado por:
Telma Campos Medeiros Lorentz
(Coordenador)