

## Desenvolvimento e Validade de Conteúdo de um Programa Computadorizado de Treino Cognitivo para Crianças

*Développement et validité du contenu d'un programme de formation cognitive informatisé pour les enfants*  
*Desarrollo y validez de contenido de un programa de entrenamiento cognitivo informático para niños*  
*Development and Content Validity of a Computerized Cognitive Training Program for Children*

Drielle Barbosa-Pereira<sup>1</sup>, Luiz Alves Ferreira Junio<sup>1</sup>, Elisa Rodrigues de Souza<sup>2</sup>,  
Henrique de Almeida Galvão<sup>1</sup>, Carolina Meirelles Mendonça<sup>1</sup>,  
Renata Saldanha-Silva<sup>3</sup>, Marcela Mansur-Alves<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.

<sup>2</sup> Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.

<sup>3</sup> Faculdade de Ciências Médicas de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.

Agradecimento: ao órgão de fomento Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, Brasil (FAPEMIG).

### Resumo

O presente trabalho teve como objetivo apresentar os procedimentos de desenvolvimento de um programa computadorizado de treino cognitivo (TC) para crianças. Objetivou-se, ainda, apresentar os resultados do estudo de validade de conteúdo do programa, realizado por meio da análise semântica e de análise de juízes. Estudos de validade de conteúdo de TC's são raramente realizados na área, o que é problemático na utilização desses formatos de intervenção. O Programa de Ativação da Memória de Trabalho (PRAMEMT) foi projetado para treinar MT (span simples, span complexo e updating) em formato de game, possuindo um sistema adaptativo e de recompensa. No estudo de análise semântica, pretendeu-se verificar a inteligibilidade e a familiaridade das tarefas e dos estímulos do TC com o público-alvo. Participaram 13 crianças com idade entre 5 e 8 anos de diferentes níveis socioeconômicos (NSE). Cadernos contendo os estímulos utilizados: figuras dos animais, cores, prêmios e objetos utilizados em cada uma das cinco tarefas foram apresentados para as crianças, que tinham que nomeá-las e realizá-las, respectivamente. A análise de juízes objetivou verificar a representação do domínio dos construtos do PRAMEMT. Seis profissionais do sexo feminino, com experiência em neuropsicologia, psicometria e/ou desenvolvimento infantil, com 12,4 anos de experiência, em média, responderam a um formulário online contendo detalhes do programa. Os resultados encontrados no primeiro estudo indicaram reconhecimento dos estímulos das tarefas pela maioria das crianças, havendo dificuldade em atividades de span complexo e updating pelas crianças mais novas. As instruções foram compreendidas pelo público-alvo. O resultado do segundo estudo aponta para coeficiente de validade de conteúdo (CVC) adequado para quase todas as tarefas (representatividade de construto, aplicabilidade, familiaridade) com  $CVC \geq 0,83$ . Portanto, os resultados encontrados foram satisfatórios, sendo necessários estudos-pilotos para testar a viabilidade de utilização do TC e sua eficácia.

Palavras-chave: memória de trabalho, treino cognitivo, validade de conteúdo, intervenção neuropsicológica.

### Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo presentar el desarrollo de un programa computarizado de entrenamiento cognitivo (EC) para niños. También se presentan los resultados del estudio de validez de contenido del programa, realizado mediante análisis semántico y juicio de expertos. Los estudios de validez de contenido del EC rara vez se realizan en el campo, lo que genera que el uso de estos programas de intervención sea problemático. El Programa de Activación de la Memoria de Trabajo (PRAMEMT) está diseñado para entrenar MT (span simple, span complejo y updating) en formato de juego, con un sistema adaptativo y de recompensa. El estudio de análisis semántico, tuvo como objetivo verificar la inteligibilidad y la familiaridad

Artigo recebido: 28/05/2018; Artigo revisado (1a revisão): 01/10/2019; Artigo aceito: 30/12/2019.

Correspondências relacionadas a esse artigo devem ser enviadas a Drielle Barbosa-Pereira, Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Psicologia, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Avenida Antônio Carlos, 6627, Campus Pampulha, Belo Horizonte, MG, Brasil 31270-901.

E-mail: [driobarbosa20@gmail.com](mailto:driobarbosa20@gmail.com); [marmansura@gmail.com](mailto:marmansura@gmail.com)

DOI: 10.5579/rnl.2016.0450

de las tareas y los estímulos del ET con el público objetivo. Participaron 13 niños de 5 a 8 años de diferentes niveles socioeconómicos (NSE). Se les presentaron a los niños cuadernos que contenían los estímulos utilizados: figuras de animales, colores, premios y objetos utilizados en cada una de las cinco tareas. Ellos debían nombrarlos y utilizarlos, respectivamente. El juicio de expertos tuvo como objetivo verificar la representación del dominio de los constructos del PRAMEMT. Seis profesionales del sexo femenino, con experiencia en diferentes áreas, respondieron a un formulario en línea que contenía detalles del programa. Los resultados encontrados en el primer estudio indicaron que la mayoría de los niños reconocieron los estímulos de la tarea y que hubo mayor dificultad para los niños más pequeños en las actividades de span complejo y updating. Además, los niños comprendieron adecuadamente las instrucciones de las tareas. El resultado del segundo estudio mostró un coeficiente de validez de contenido (CVC) adecuado para casi todas las tareas (representatividad del constructo, aplicabilidad, familiaridad) con  $CVC \geq 0.83$ . Por lo tanto, los resultados fueron satisfactorios y se requiere la realización de estudios piloto futuros para evaluar la viabilidad del uso de la EC y su efectividad.

Palabras clave: memoria de trabajo, entrenamiento cognitivo, validez de contenido, neuropsicología, intervención neuropsicológica.

## Résumé

Le but de la présente étude était de présenter les procédures de développement d'un programme informatisé d'entraînement cognitif (CT) pour les enfants. L'étude vise également à présenter les résultats concernant les études de validité de contenu du programme, réalisées à travers l'analyse sémantique et les évaluations d'experts. Les études de validité de contenu de CT sont rarement effectuées sur le terrain, ce qui pose problème dans l'utilisation de ces instruments. Le programme d'activation de la mémoire de travail (PRAMEMT) a été conçu pour former WM (durée simple, durée complexe et mise à jour) à travers un format de jeu, avec un système de récompense adaptatif pour la motivation. L'analyse sémantique visait à vérifier l'intelligibilité et la familiarité des stimuli et des tâches du scanner au sein du public cible. Les participants étaient 13 enfants, âgés de 5 à 8 ans, de statut socio-économique différent (SSE). Tous les stimuli utilisés (animaux, couleurs, récompenses et objets) dans les cinq tâches ont été présentés aux enfants, puis ils ont été invités à identifier chacun d'eux et à effectuer les tâches. L'approche du jugement d'experts visait à vérifier la représentation du domaine de construction de PRAMEMT. Six professionnelles expérimentées dans les domaines de la neuropsychologie, de la psychométrie et / ou du développement de l'enfant, avec en moyenne 12,4 années d'expérience remplies dans un formulaire en ligne contenant les détails du programme. Les résultats trouvés dans la première étude ont indiqué la reconnaissance des stimuli et des tâches par la plupart des enfants, bien que mettant en évidence des difficultés dans les activités d'envergure complexes et la mise à jour chez les sujets plus jeunes. Les instructions ont été comprises par le public cible. La deuxième étude a présenté l'indice de validité du contenu comme convenant à presque toutes les tâches (représentativité de la construction, applicabilité, familiarité) avec un CVI  $\geq 0,83$  moyen. Par conséquent, les résultats étaient satisfaisants et des études pilotes sont nécessaires pour tester la faisabilité de l'utilisation de la tomodynamométrie et son efficacité.

Mots-clés: mémoire de travail, entraînement cognitif, validité du contenu, intervention neuropsychologique.

## Abstract

The aim of the present study was to present the development procedures of a computerized cognitive training (CT) program for children. The study also aims to present the results regarding the content validity studies of the program, performed through semantic analysis and expert ratings. CT's content validity studies are rarely done in the field, which is an issue in the use of these instruments. The Work Memory Activation Program (PRAMEMT) was designed to training WM (simple span, complex span and updating) through a gaming format, with adaptive reward system for motivation. The semantic analysis was intended to verify the intelligibility and familiarity of the CT's stimuli and tasks within the target audience. The participants were 13 children, ranging between 5 and 8 years old, from different socioeconomic status (SES). All stimuli used (animals, colors, rewards, and objects) in the five tasks were presented to the children, subsequently they were asked to identify each of them and perform the assignments. The expert judgment approach aimed to verify the representation of PRAMEMT's construct domain. Six experienced female professionals from neuropsychology, psychometrics and/or child development fields, with in average 12,4 years of experience filled in an online form containing program details. The results found in the first study indicated recognition of stimuli and tasks by most children, though highlighting difficulty in complex span activities and updating within the younger subjects. The instructions were understood by the target audience. The second study presented the content validity index as suitable for almost all tasks (construct representativeness, applicability, familiarity) with a mean CVI  $\geq 0.83$ . Therefore, the results were satisfactory and pilot studies are necessary to test the feasibility of using CT and its effectiveness.

Keywords: working memory, cognitive training, content validity, Neuropsychological intervention.

## Introdução

Embora existam diferentes formas de se entender e estudar a Memória de Trabalho (MT), o modelo proposto em 1974 por Baddeley e Hitch, e suas alterações subsequentes, é o mais utilizado em pesquisas na área e o que possui maior conjunto de evidências advindas, por exemplo, da neuropsicologia (D'Esposito, 2007; Gathercole, 1998; Siquara, Dazzani, & Abreu, 2014;). Segundo esse modelo, a memória de trabalho (MT) consiste em um sistema cognitivo multicomponente associado ao armazenamento temporário e manipulação de informações durante espaços curtos de tempo para realização de operações mentais complexas (Baddeley, 2003, 2012).

O modelo multicomponencial da MT, proposto por Baddeley (2003, 2012) é composto por quatro subsistemas, todos de capacidade limitada. O executivo central é um sistema que coordena, manipula e atualiza informações nos componentes “alça fonológica” e “esboço visuoespacial”. É o sistema mais complexo da MT e está envolvido em funções como a atenção seletiva, flexibilidade e alternância de estratégias (Baddeley, 2003, 2012). A alça fonológica atualmente divide-se em um sistema de armazenamento de informações verbais, recebidas direta (apresentação auditiva) ou indiretamente (apresentação visual); e o sistema articulatório vocal, que é responsável por manter disponível a informação verbal por mais tempo na MT (Baddeley, 2017). O esboço visuoespacial retém, por um curto período de tempo,

informações visuoespaciais a partir de duas vias distintas, a via visual e a via espacial (Baddeley, 2012). Por fim, o *buffer* episódico, componente incluído mais recentemente no modelo, possibilita a integração das informações entre os subsistemas da MT e a memória de longo prazo (Baddeley, 2003). O executivo central, a alça fonológica e o esboço visuoespacial podem funcionar com relativa independência dos outros componentes, desde que requeridos por tarefas diferentes. Neste caso, todas as tarefas podem ser realizadas simultânea ou separadamente com sucesso. Contudo, se dois testes requerem o mesmo componente, ambos não podem ser realizados simultaneamente com sucesso (Baddeley, 2012).

Em relação ao funcionamento executivo e às funções executivas (FE), Miyake, Friedman, Emerson e Witzkie Howerter (2000), propuseram um modelo, o qual se divide em três componentes: alternância, *updating* e inibição. O primeiro componente envolve alternar entre operações mentais; já o componente de *updating* refere-se ao monitoramento e à revisão adequada dos itens mantidos na MT, substituindo informações menos relevantes por informações novas e mais importantes, além de estar associado ao aspecto dinâmico da MT. O terceiro componente refere-se à capacidade de inibir deliberadamente respostas dominantes, automáticas ou preponderantes (St Clair-Thompson & Gathercole, 2006). Ademais, estudos indicam que medidas de MT verbal e visuoespacial estão associadas às medidas de *updating*, ainda que estas pareçam requerer diferentes processos da MT. Essa associação não é observada entre as medidas de MT verbal, visuoespacial e os componentes de alternância e inibição, propostos por Miyake et al. (2000) (Blacker, Negoita, Ewen, & Courtney, 2017; Jaeggi, Buschkuhl, Perrig, & Meier, 2010; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006). Evidências sugerem que quanto mais jovem, mais recursos das funções executivas são recrutados na resolução de tarefas de *n-back*. Com o envelhecimento, outros processos como atenção relacionam-se, em grande parte, com esse tipo de tarefa (Gajewski, Hanisch, Falkenstein, Thönes & Wascher, 2018). Ainda, quando as tarefas que se propõem a mensurar a capacidade de MT verbal, visuoespacial e de *updating* têm sua estrutura fatorial analisada, representam uma única variável latente, o executivo central (St Clair-Thompson & Gathercole, 2006).

Nesse sentido, durante o desenvolvimento de instrumentos para avaliação e treino da capacidade da MT e de *updating*, os modelos propostos por Baddeley e Hitch (1974) e por Miyake e colaboradores (2000) deveriam ser considerados por meio da construção de itens ou tarefas que operacionalizem os principais componentes de ambos os modelos (St Clair-Thompson & Gathercole, 2006). Em tarefas de *span* simples, são exigidos o armazenamento e reprodução da informação da forma que foi apresentada, sendo requerida apenas a memória de curto prazo (visual ou auditiva) (Gabriel, Morais, & Kolinsky, 2016; Unsworth, & Engle, 2007). Nas tarefas de *span* complexo são apresentadas sequências de estímulos (visuais ou orais) para armazenamento e manipulação das informações. As tarefas podem incluir leitura de sentenças, repetição inversa de estímulos, solução de problemas aritméticos e avaliação da forma de figuras (Blacker et al., 2017). A manipulação de tais informações é realizada pelo executivo central e, por isso, a quantidade de estímulos

memorizados em tarefas de *span* complexo é menor do que em tarefas de *span* simples (Mathy, Chekaf, & Cowan, 2018). Além disso, a capacidade de manipulação das informações disponíveis na memória de trabalho é importante para a execução de várias tarefas do cotidiano, como as tarefas requeridas durante processos de aprendizagem escolar (Mansur-Alves & Saldanha-Silva, 2017).

Outro procedimento muito utilizado para avaliar e treinar a MT é a tarefa de *n-back*, que consiste na apresentação de uma sequência de estímulos (auditivo, visual ou espacial) a ser armazenada e as respostas são requeridas apenas quando o estímulo é igual ao alvo apresentado “n” vezes atrás. A dificuldade é aumentada à medida que o número de “n” aumenta, em que se deve evocar o estímulo que foi apresentado uma (1-back), duas (2-back) ou três (3-back) posições anteriores. Neste caso, o componente de *updating* está mais associado e múltiplos processos estão envolvidos, como a atualização constante das informações e a correspondência entre estímulos (Blacker et al., 2017; Jaeggi et al., 2010; Lima et al., 2011).

Existem diferenças individuais na capacidade da MT, sendo estas diferenças importantes para aprendizagem em diferentes fases da vida (Foster et al., 2017; Gathercole & Alloway, 2004; Mammarella, Hill, Devine, Caviola & Szucs, 2015). Prejuízos na memória de trabalho estão presentes em vários transtornos do neurodesenvolvimento, tais como transtornos da aprendizagem da escrita, da leitura e da aritmética, transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), e predizem prejuízos cumulativos (Knoop-van Campen, Segers & Verhoeven, 2018; Kuhn, Ise, Raddatz, Schwenk & Dobel, 2016; Peijnenborgh, Hurks, Aldenkamp, Vles, & Hendriksen, 2016). Ademais, a MT parece ter um papel central em outras habilidades cognitivas, tais como raciocínio e habilidades matemáticas (Sánchez-Pérez et al., 2018; Zhang, Chang, Chen, Ma, & Zhou, 2018).

O desenvolvimento de programas de treino da MT, os chamados treinos cognitivos (TC's), têm despertado grande interesse no campo das pesquisas científicas, no sentido de melhorar o funcionamento desse e de outros processos cognitivos. Tal premissa é pautada na possibilidade de modificação permanente de sistemas neurais ou na plasticidade cerebral, fenômeno elevado principalmente na infância e adolescência (Au et al., 2015; Morrison & Chein, 2011). A exposição periódica ao TC e à prática da manipulação das informações, da forma como que é requerida nesse tipo de intervenção, possibilita a ocorrência da plasticidade cerebral (Karchach & Schubert, 2013). Esse fenômeno ocorre a partir de modificação da qualidade das conexões sinápticas e do estabelecimento de novas conexões, promovendo uma reorganização funcional. Como consequência, observa-se um padrão neuronal mais eficiente (Klingberg, 2010; Sala et al., 2019).

Em relação aos ganhos promovidos pelos TC's, estes podem ser classificados em duas categorias: *near transfer* (transferência proximal), em que a melhora no desempenho pode ser verificada apenas em tarefas que medem diretamente a MT (Mansur-Alves & Saldanha-Silva, 2017; Melby-Lervåg, Redick & Hulme, 2016; Sala & Gobet, 2017); e *far transfer* (transferência distal), fenômeno em que os efeitos podem ser

verificados em tarefas que envolvem o uso da MT, como o raciocínio aritmético e habilidades não-verbais (Mansur-Alves & Saldanha-Silva, 2017; Melby-Lervåg et al., 2016; Sala & Gobet, 2017). Quanto aos tipos de treino, eles podem ser: implícitos, os quais têm caráter adaptativo e neles a dificuldade das tarefas aumenta gradativamente após um número mínimo de repetições; e os explícitos, em que, além da repetição, os participantes são instruídos a respeito de estratégias para resolver os problemas (Peijnenborgh et al., 2016).

Os estudos na área de TC ainda apresentam resultados inconsistentes quanto aos melhores procedimentos e parâmetros de TC. A falta de consenso na literatura está associada à variedade metodológica, às diferentes durações dos treinos e públicos-alvo que as pesquisas empregam. A maioria dos estudos de TC (81%) são realizados com população adulta ou utilizam treinos de lápis e papel (Peijnenborgh, et al., 2016). As tarefas elaboradas para mensurar a capacidade de MT e o modelo adotado neste estudo para compreender o funcionamento desse construto (Baddeley & Hitch, 1974) foram propostos a partir de evidências advindas de experimentos com adultos, tendo em vista o pouco conhecimento que se tinha sobre o desenvolvimento e a capacidade da MT em crianças até algumas décadas atrás (Henry, 2012; Uehara & Landeira-Fernandez, 2010). Além disso, provavelmente, crianças participam menos de estudos de intervenção devido aos obstáculos encontrados durante pesquisas com esse público, como a autorização e acompanhamento das sessões de intervenção por parte dos responsáveis (Helgesson, 2005). Por outro lado, os TC's com caráter tecnológico e sistema de recompensas em formato de *game* parecem ser mais atrativos às crianças e podem ajudar a garantir a adesão às tarefas (Aranha, 2006; Katz, Buschkuhl, Shah & Jonides, 2018; Peijnenborgh et al., 2016;). Ainda assim, a heterogeneidade das configurações dos programas de TC dificulta conclusões acerca do tipo de treino (implícito ou explícito) a ser usado e por qual período, da existência de fenômenos de transferência e sua durabilidade.

A falta de evidências robustas em relação aos efeitos dos treinos é apontada em revisões sistemáticas, como a metanálise realizada por Melby-Lervåg, Redick & Hulme (2016). Muitos dos programas computadorizados de treino desenvolvidos e analisados neste estudo se baseiam em tarefas visuoespaciais para observar os impactos em outros processos, como a inteligência. (Melby-Lervåg et al., 2016). Isto porque considera-se associação de moderada a alta entre a MT e a inteligência fluida (*Gf*) (Shipstead, Harrison, & Engle, 2016) e o correlato anátomo-funcional semelhante. Contudo, evidências de *far transfer* para a inteligência usando TC não têm sido encontradas. Ademais, alguns programas empregam também tarefas de MT verbal. Neste caso, evidências recentes sugerem que os efeitos de *near transfer* nesse componente tendem a desaparecer no *follow up*, tendo em vista um período de seis meses (Melby-Lervåg et al., 2016). 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. Estes resultados estão em conformidade com os achados por Sala e Gobet (2017) em sua metanálise. Os autores encontraram, analisando intervenções que treinassem MT verbal e visuoespacial, efeitos de *near*

*transfer* significativos imediatamente após o fim do treino e esses efeitos se mantiveram no *follow up* (tempo não especificado no estudo). Entretanto, com exceção da matemática, não foram encontrados efeitos de *far transfer* no desempenho escolar ou desempenho cognitivo geral. Visando incluir amostras brasileiras, Mansur-Alves e Saldanha-Silva (2017) também realizaram um estudo de metanálise. Em linhas gerais, foram encontradas evidências limitadas e irrisórias de *far transfer* para inteligência fluida e apenas para crianças com desenvolvimento típico. Ainda que o TC não produza efeito de transferência na inteligência, é necessário o desenvolvimento de novas pesquisas para melhor compreensão dos ganhos em outras habilidades cognitivas e no desempenho escolar (Mansur-Alves & Saldanha-Silva, 2017).

Em relação aos efeitos dos TC's que empregam apenas um tipo de tarefa (ou tarefas de *span*, ou tarefas de *updating*), as tarefas de *n-back* parecem gerar mais ganhos. Um estudo realizado por Blacker, Negroita, Ewen e Courtney (2017) com adultos comparou a eficácia de tarefa de *span* visuoespacial com a eficácia de tarefa de *updating*. Os resultados sugerem melhores efeitos de transferência proximal para a tarefa de *n-back*. Entretanto, visando treinar mais capacidades da MT, a presença dos dois tipos de tarefa pode ser vantajosa, principalmente para crianças (St. Clair-Thompson & Gathercole, 2006).

Além disso, a variedade metodológica característica dos estudos de treino resulta em diversas combinações de TC's, dificultando a observação de resultados consistentes. Os TC's, não só infantis, raramente reportam estudos de validade de conteúdo de suas tarefas (Golino, Schelini, Golino, de Souza Pereira & Felix, 2017). A falta de estudos que investigam se os TC's estão adequados às habilidades as quais se destinam é uma limitação da área. Tal lacuna encontrada na literatura de TC prejudica conclusões sobre os fenômenos de transferência, uma vez que se torna difícil comprovar se o treino foi eficaz para uma habilidade específica. Assim como os testes utilizados na avaliação da eficácia dos treinos devem se valer de métodos psicométricos para investigar parâmetros de confiabilidade e evidências de validade (Pergher et al., 2019), é desejável que os TC's também utilizem essas estratégias, visando melhorar sua qualidade científica e metodológica (Golino et al., 2017).

Motivados pela carência de estudos que investigam a validade de conteúdo nos TC's e pelas inconsistências na literatura a respeito dos efeitos desses programas, o presente artigo objetiva apresentar os procedimentos de desenvolvimento de um programa de treino cognitivo computadorizado para crianças, elaborado para o contexto brasileiro, em que uma das principais preocupações foi a adequada representação dos componentes dos modelos de MT, proposto por Baddeley (2012), nas tarefas de treino. Até o momento, não há no Brasil TCs digitais em MT construídos para tal realidade. Um dos tipos de TC's existentes é o programa comercial CogMed (Pearson Education, 2016), mas, assim como outros, não possuem evidências de validade de conteúdo (Ramos, & Murilo de Melo, 2016). Objetiva-se, ainda, apresentar os resultados do estudo de elaboração e validade de conteúdo do programa elaborado, realizado por

meio de análise semântica (estudo de inteligibilidade e familiaridade com a população-alvo) e análise por juízes.

**Método**

*Desenvolvimento do programa de treino cognitivo*

O primeiro passo para a elaboração do programa do TC foi a revisão de estudos na área: procurou-se artigos que envolviam treinos de MT e que tinham como foco encontrar efeitos na inteligência. Foram consultados integralmente 32 estudos cujo foco era TC em MT (Mansur-Alves & Saldanha-Silva, 2017). Nesta busca foram analisadas quais as tarefas mais utilizadas pelos autores e foram recolhidas informações referentes aos parâmetros utilizados nas intervenções (número de ensaios por tarefa, tempo de apresentação do sinal de fixação, tempo de apresentação de cada estímulo e intervalo entre estímulos).

A partir do levantamento, alguns critérios para elaboração do programa foram estabelecidos:

(A) Uso de aspectos motivacionais e formato de *game*: com intuito de garantir adesão e aumentar a motivação dos usuários, optou-se por fazer o programa de treino com caráter tecnológico e sistema de recompensa em forma de *game*, sendo mais atrativo para as crianças (Aranha, 2006; Katz et al., 2018; Peijnenborgh et al., 2016). Tem-se buscado inserir em intervenções e programas de treinamento cognitivo aspectos que influenciam a motivação e o engajamento como: presença de objetivos e metas, modalidade sensoriais múltiplas, narrativa, identificação com personagens e feedbacks imediatos à performance. O ambiente virtual favorece a manutenção do foco da atenção no treino, sendo adequado também para crianças com transtornos que comprometem esse processo cognitivo, como o TDAH (Peijnenborgh et al., 2016; Aranha, 2006; Katz et al., 2018; Shaw, Grayson & Lewis, 2005).

(B) Parâmetros das atividades do treino cognitivo: por falta de uma padronização e uniformidade entre os estudos da área a respeito dos parâmetros das tarefas, optou-se por mesclar os parâmetros encontrados nos diferentes estudos. A configuração resultante se encontra na Tabela 1. Os parâmetros mesclados se basearam nos estudos de intervenção cognitiva com resultados mais consistentes, encontrados na revisão de Mansur-Alves e Saldanha-Silva (2017) e no estudo realizado por Jaeggi, Buschkuhl, Jonidese e Shah (2011). Basear-se nos estudos encontrados é uma forma de possibilitar algumas comparações do efeito do TC desenvolvido com os existentes. Não obstante, a plataforma de coleta e gerenciamento do programa foi desenvolvida para possibilitar o ajuste de todos os parâmetros pelo aplicador, a fim de possibilitar estar eficaz de configurações distintas quanto ao tempo de apresentação dos estímulos, porcentagem de acertos para avanço nos níveis das tarefas e outras configurações.

Tabela 1. *Parâmetros das tarefas do TC*

Parâmetro	Configuração
Ensaios por tarefa	60
Apresentação do sinal de fixação	1500ms
Apresentação de cada estímulo	500ms
Intervalo entre estímulos	2500ms\

(C) Formato adaptativo: o formato de treino adaptativo tem se mostrado benéfico para o desempenho de MT (Holmes, Gathercole & Dunning, 2009). Tal formato apresenta uma mudança fluída nos níveis de dificuldade das tarefas, a partir das respostas dos participantes. Isto garante o uso da capacidade máxima da MT do sujeito, levando em conta suas habilidades individuais. Evita-se, ainda, uma dificuldade muito grande para o público-alvo, o que acarretaria um baixo desempenho de parte considerável da amostra.

(D) Uso de tarefas não-verbais: como a faixa etária alvo do projeto compreende crianças abaixo de 7 anos, optou-se por estruturar o programa em um módulo composto apenas com tarefas não-verbais. As tarefas do tipo verbal se apresentam mais complexas e requerem um nível de alfabetização e familiaridade com estímulos alfanuméricos maior.

A temática escolhida para plano de fundo do programa foi a fauna e flora brasileira com o intuito de desenvolver um programa de treino cognitivo que fosse totalmente adaptado às especificidades culturais do país. Cada tarefa do programa é instruída por um animal, que convida o participante a ajudá-lo a resolver um problema ambiental que enfrenta. O programa traz em cada tarefa, uma questão sobre a interferência do homem na natureza, como a poluição dos rios e do ar, o desmatamento e a caça ilegal.

O *software*, Programa de Ativação da Memória de Trabalho (PRAMEMT), foi projetado para treinar MT, mais especificamente os componentes *span* simples, *span* complexo e *updating* (Baddeley, 2003, 2012; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006). A sessão de treino inicia-se com a criança em um mapa ambientado na floresta (Figura 1) no qual cinco tarefas são apresentadas, uma de cada vez, e cada uma delas possui um animal temático: a coruja, a abelha, o sapo, a onça e o boto. Em todas as tarefas, primeiramente, as instruções são apresentadas a partir de um enredo e uma história sobre o animal-tema da tarefa, seguido de um pré-treino a ser realizado para verificar se a criança compreendeu as orientações. Caso a criança acerte o ensaio apresentado no pré-treino, inicia-se o TC até o percentual de acerto programado ou o critério de interrupção seja alcançado. Se a criança não acertar o ensaio neste pré-treino, repete-se o procedimento com as instruções até ter uma compreensão plena do que deve ser feito durante o TC. Além disso, cada tarefa possui um enredo que mostra a quais comandos as crianças devem seguir. Os construtos, suas definições e as respectivas tarefas são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Componentes da MT treinados em cada uma das tarefas do PRAMEMT

Tarefa	Construto	Definição
Coruja	<i>Span simples</i>	Não necessita de manipulação de estímulos da tarefa de MT, os estímulos devem ser indicados na ordem em que foram apresentados (Unsworth & Engle, 2007). Monitoramento e codificação de informações recebidas, sendo necessário rever qual item está mantido na MT que não é mais relevante e precisa ser substituído por outro estímulo mais relevante (Clair-Thompson & Gathercole, 2006).
Abelha	<i>Updating</i>	
Sapo Onça Boto	<i>Span complexo</i>	Requer, além do armazenamento temporário, a manipulação de algum estímulo da tarefa (Unsworth & Engle, 2007)

Cada uma das tarefas possui níveis de dificuldade diferentes. Para a criança avançar para o nível seguinte, ela deve alcançar 85% de acurácia na execução dos ensaios daquele nível. Caso a criança alcance menos de 70%, ela retorna para o nível anterior duas vezes, sendo que na terceira vez consecutiva a tarefa é encerrada. Quando a criança obtiver uma acurácia entre 70% e 85%, ela permanece no bloco até o término do bloco de ensaios ou até quando alcançar este último valor. Inicialmente, o sujeito vai ter acesso a um nível de dificuldade intermediário de cada uma das tarefas que após serem realizadas vão aplicar as regras de avanço ou retrocesso de nível citadas anteriormente. Este constitui o sistema adaptativo de avanço do PRAMEMT, evitando que a criança faça todos os ensaios da tarefa quando há facilidade por sua parte para executá-los.

Desse modo, o avanço de nível é recompensado como forma de manter a motivação da criança. A cada acerto, há um estímulo sonoro de palma e, a cada 3 acertos, um incentivo sonoro é dado a ela, parabenizando-a pelo esforço. Ao obter sucesso em 20 ensaios, a criança recebe prêmios no jogo e, também, fisicamente. Por exemplo, na tarefa Coruja, ao acertar 20 ensaios, ela vai recebendo consecutivamente uma miniatura dourada de um ovo, miniatura dourada de uma coruja e uma muda de árvore no próprio treinamento, bem como figurinhas autoadesivas semelhantes para preencher um álbum que todas as crianças ganharão ao participar do PRAMEMT. Todo esse processo também conta com incentivos para tentar novamente quando a criança erra 3 ensaios seguidos, além de haver um personagem que ensina estratégias que as crianças podem utilizar sempre que não alcançarem 85% de acurácia.

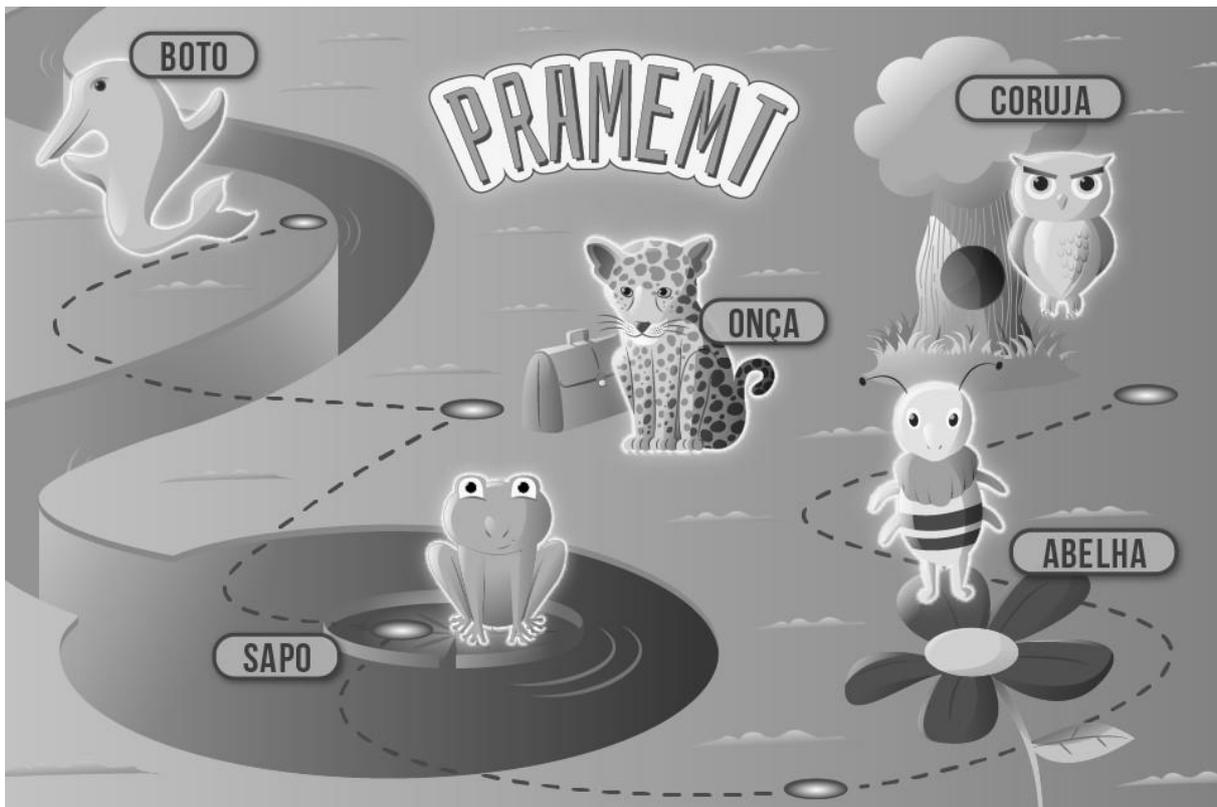


Figura 1. Tela inicial do treinamento cognitivo (no original, em cores)

*Descrição das tarefas*

Tarefa da coruja (*Span simples*) - Na atividade da coruja é dado a tarefa aos participantes de observar quais árvores a coruja passa. Após a apresentação de tal estímulo, devem indicar quais foram os locais na ordem em que apareceram. A tarefa consta com 3 níveis de dificuldade, em que vão aumentando o número de árvores que a coruja passa.

Tarefa da abelha (*Updating*) - Na tarefa da abelha, os participantes são requisitados a identificar se a flor que está na tela atual é igual ou diferente à flor apresentada “n-vezes” atrás (alvo, última, penúltima e antepenúltima). Há 4 níveis nessa atividade. No primeiro nível, é apresentado uma flor no começo que serve de estímulo alvo, ou seja, a flor que a criança compara com as outras que vão aparecendo na tela e responde se é igual ou não. Já no segundo nível, a flor que servirá de estímulo comparativo para a criança será a flor que aparecer por último, ou seja, o estímulo alvo muda a cada nova flor apresentada. O terceiro e o quarto níveis seguem a mesma ideia do nível dois (o estímulo comparativo muda a cada nova flor apresentada), sendo no terceiro nível o estímulo comparativo a flor que aparecer duas telas anteriores, e no quarto nível a flor que aparecer três telas anteriores.

Tarefa do sapo (*Span complexo*) - Na atividade do sapo, as crianças são instruídas a observar as vitórias régias que o sapo passa. Após o término da apresentação do estímulo, as crianças têm que indicar quais foram os locais que o sapo passou de forma inversa, ou seja, começando pela última vitória régia até a primeira.

Tarefa da onça (*Span complexo*) - Na tarefa da onça as crianças são instruídas a identificar em telas iniciais qual é o estímulo de cor diferente dos outros em uma matriz 3x3. Após a identificação de telas consecutivas (número de telas aumenta de acordo com o nível), é apresentado uma tela com uma paleta de cores (oito cores no total) para que a criança possa indicar as cores dos estímulos desiguais apresentados anteriormente na ordem em que eles foram vistos.

Tarefa do boto (*Span complexo*) - Nesta atividade o participante é convidado a analisar um cenário de rios que contém três opções de caminho, com barcos de pescadores e barcos de turistas. Em sua análise, a criança deve contar quantos barcos de pescadores tem em cada caminho e indicar qual dos três caminhos tem menos barcos de pescadores. São apresentados diversos cenários (o número de cenário aumenta de acordo com o nível) e posteriormente uma tela com números de 1 a 9. A criança deve então, marcar na tela de treino, o número de barcos de pescadores de cada cenário visto anteriormente, na ordem em que eles apareceram.

*Estudo de validade de conteúdo do PRAMEMT*

A construção de TC requer, entre as etapas o processo de validação, a investigação da correspondência entre a tarefa e o construto que se pretende treinar. Assim, conduziu-se um estudo de validade de conteúdo a fim de identificar a adequação semântica dos estímulos do programa para público-alvo

(crianças) e a correspondência entre as tarefas e o construto a ser treinado. Foram realizados dois estudos a fim de investigar a validade de conteúdo das tarefas do TC, que se caracteriza por verificar se os comportamentos (domínios) relativos ao construto estão presentes no desenvolvimento das atividades de forma representativa. Para isso, seguiram-se as recomendações da *International Test Commission* (ITC, 2017) que abarca a tradução e a adaptação de testes e instrumentos de medida. Segundo a ITC (2017), é necessário verificar a adequação linguística, cultural e dos construtos psicológicos no desenvolvimento de novos instrumentos a partir da avaliação de juízes (*expert*), que se caracteriza por profissionais que possuam o conhecimento sobre a cultura local, o idioma do instrumento e o conteúdo abordado no objeto de validação. Conjuntamente a isto, recomenda-se a aplicação de uma amostra do instrumento em um pequeno grupo representativo do público-alvo a fim de verificar se este compreende as instruções e consegue realizar as tarefas propostas. Tendo como base tais referências, o Estudo 1 corresponde à observação da familiaridade e inteligibilidade das crianças com os estímulos e com as tarefas do PRAMEMT, enquanto o Estudo 2 consiste na análise de juízes para investigar a representação e adequação dos construtos treinados pelo programa. O projeto de pesquisa conta com aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Minas Gerais (número CAAE 42572215.2.0000.5149).

*Estudo 1 – familiaridade e inteligibilidade para as crianças*

O objetivo do primeiro estudo foi verificar a familiaridade dos estímulos e tarefas do TC com o público-alvo da pesquisa.

*Participantes*

Participaram 13 crianças (8 meninos), individualmente, com idades entre 5 a 8 anos ( $M = 6,3$  anos;  $DP=1,11$ ) selecionados por conveniência em um projeto social com atividades culturais e esportivas para crianças ( $n=9$ ), em uma escola particular infantil ( $n=3$ ) ou por ser uma criança conhecida por alguém da equipe de pesquisa ( $n=1$ ). Nenhuma das crianças possuíam diagnósticos de transtorno do neurodesenvolvimento nem deficiências físicas ou sensoriais, conforme relatados pelos pais e/ou responsáveis legais. As coletas foram realizadas nos respectivos locais de acesso às crianças, isto é, no centro de atividade do projeto, na escola das crianças ou em seu domicílio. Os responsáveis legais das crianças autorizaram a sua participação no estudo, por meio da assinatura de um termo de consentimento.

*Instrumentos*

Para aplicação do teste de familiaridade, foram utilizados quatro materiais: um caderno de estímulos, na tela de um *tablet*, um caderno de tarefas, na tela de computador, um

caderno de instruções e uma folha de respostas, ambos impressos. No caderno de estímulos, estavam presentes todos os estímulos visuais que são necessários para a realização do treino: figuras dos animais, as cores utilizadas nos estímulos principais, os prêmios e outros elementos gráficos que compõem o cenário das tarefas. No caderno de tarefas constavam as tarefas propostas pelo programa. O caderno de instruções continha as histórias criadas de cada personagem, uma descrição do treino com a explicação de cada tarefa e um texto psicoeducativo sobre MT e cognição. A folha de respostas apresentava espaço para marcar as respostas fornecidas pelo participante e anotar observações necessárias.

*Procedimentos*

Primeiramente, o caderno de estímulos com as imagens utilizadas no TC foi apresentado aos participantes, e lhes foi requisitado que respondessem se reconheciam ou não cada estímulo do jogo, nomeando-os. Em seguida, o texto psicoeducativo foi narrado para conferir a compreensão dos conceitos (MT e cognição) por parte das crianças. Logo depois, o caderno de tarefas com a simulação das propostas do TC foi apresentado aos participantes. Neste momento, o aplicador leu as histórias contidas no caderno de instruções de cada personagem, bem como a tarefa a ser realizada. Durante todo o tempo, o aplicador anotava as respostas dos participantes na folha de respostas, juntamente com possíveis observações e possíveis dificuldades das crianças. Como agradecimento, cada participante recebeu duas unidades de chocolate após a atividade.

*Estudo 2 – análise de juízes*

O objetivo foi verificar a representação do domínio do construto nas tarefas do PRAMEMT através de uma escala *likert* que avalia quatro critérios relativos à adequação das tarefas e dos estímulos.

*Participantes*

Foram convidadas a participar seis especialistas, todas do sexo feminino, com experiência na atuação profissional e formação em pelo menos uma das áreas consideradas importantes na avaliação da adequação das tarefas do treino, como neuropsicologia, psicométrica e desenvolvimento infantil. Cinco especialistas tinham ao menos mestrado e todas estavam envolvidas com docência do ensino superior ou em cursos de pós-graduação *latu sensu*. O tempo de experiência profissional médio foi de 12,4 anos (mínimo 5 anos e máximo 20 anos). A seleção para participar como *expert* no estudo foi feita tendo como critério: atuar com o público infantil na clínica, em ambientes educacionais e/ou realizar pesquisa em Neuropsicologia, Psicologia Cognitiva, Psicologia do Desenvolvimento e/ou Psicométrica. Estes critérios convergem com os encontrados na literatura (Alexandre & Coluci, 2011).

*Instrumentos e Procedimentos*

A equipe de pesquisa construiu um formulário online na plataforma *Google Forms* em que continha uma descrição do PRAMEMT, detalhando em que consiste o TC, quais

aspectos da memória operacional se pretende treinar em cada uma das tarefas (*span* simples, *updating* e *span* complexo), as suas respectivas conceituações e as definições dos itens a serem avaliados. As definições de cada um dos construtos treinados foram utilizadas a fim de garantir uma compreensão mais inequívoca dos conceitos utilizados para a construção de cada uma das tarefas. Além disso, havia uma amostra dos estímulos presentes em cada uma das tarefas e uma breve descrição do funcionamento de cada tarefa. As juízas receberam um convite, enviado por *e-mail*, para responderem através de uma escala *likert* de três pontos (“adequado”, “pouco adequado” ou “inadequado”) sobre a familiaridade, representatividade, aplicabilidade e nível de dificuldade das tarefas e dos estímulos (Tabela 3), bem como havia um campo para sugestões e comentários sobre os critérios.

Tabela 3. *Descrição dos critérios utilizados para avaliação dos especialistas*

Critério	Explicação
Familiaridade	Avaliar se os estímulos poderiam ser identificados pela faixa etária das crianças.
Representatividade	Avaliar se o aspecto da MT treinado na tarefa é o mesmo que o proposto.
Aplicabilidade	Avaliar se o treino possui aplicação na prática profissional (se tem validade ecológica).
Nível de Dificuldade	Avaliar se a dificuldade de cada tarefa é adequada para a faixa etária escolhida.

**Resultados**

*Estudo 1 - familiaridade e inteligibilidade para as crianças*

A análise dos resultados foi feita qualitativamente de acordo com as respostas das crianças, levando em consideração os acertos e os erros em cada tarefa, bem como as dificuldades encontradas durante a realização da atividade. No que se refere à compreensão do texto e das histórias, a maioria das crianças (78%) demonstrou compreender as informações contidas no texto psicoeducativo, enquanto o restante parecia estar confuso ou distraído com a explicação. Todas as crianças entenderam o enunciado da história de cada personagem em cada tarefa, com exceção de uma criança que teve dificuldade de compreender a história do boto na tarefa de MT verbal e *span* complexo (“ele mata peixinhos para comer?”). Quanto à familiaridade com os estímulos, de maneira geral, as crianças reconheceram a maioria dos estímulos nas diferentes tarefas apresentadas, sendo não reconhecidos ou nomeados de forma inesperada: os troféus da tarefa da abelha; a vitória-régia e o troféu de girino da tarefa do sapo; o boto-cor-de-rosa, a concha e a pérola da tarefa do boto; o dente de onça e o troféus com o animal na tarefa da onça. Há uma observação sobre a tarefa da abelha: as crianças reconheceram que os estímulos eram flores, mas não sabiam diferenciá-las durante a nomeação. As dificuldades foram atribuídas: à especificidade das imagens apresentadas, no caso da abelha; à falta de vocabulário devido à idade dos

participantes; ao pouco contato com alguns conteúdos relacionados à fauna do modo como foi apresentada às crianças. As poucas dificuldades de reconhecimento de estímulos que ocorreram não apresentam risco de comprometimento na realização das tarefas, sendo uma questão de vocabulário específico que não interfere na jogabilidade do treino.

Em relação à inteligibilidade da forma de realização da tarefa, a compreensão foi satisfatória, pois 61,5% dos participantes conseguiram entender as instruções de todas as tarefas. Observou-se as seguintes dificuldades para algumas crianças: na tarefa do sapo, algumas crianças indicavam a ordem direta do caminho do sapo ao invés da ordem reversa. Na tarefa da abelha, alguns participantes, apesar de relatarem entender as instruções da tarefa, à medida que a dificuldade aumentava, pediram para repetir as explicações. Foi apontado pelos participantes que algumas flores na tarefa eram muito similares, o que dificultaria a recordação do estímulo-alvo. Houve dificuldade por parte de algumas crianças na realização da tarefa do boto. O principal problema relatado pelas crianças foi o de não conseguirem diferenciar os dois tipos de barco (turista e pescador) no momento da atividade (previamente haviam sido diferenciados na fase de reconhecimento de estímulos). Também foi relatado dificuldade na execução da

tarefa da onça, principalmente dos participantes mais novos, havendo relato de duas queixas: confusão com paletas de cores e quantidade de informação a ser resgatada.

Com exceção da atividade da coruja, todas as tarefas tiveram maior taxa de acerto no primeiro item, seguido de um decaimento nos itens posteriores, devido ao aumento de dificuldade. Isso demonstra, como esperado, haver um gradiente de dificuldade no treino, que aumenta a cada nível.

*Estudo 2 – análise de juízes*

A análise dos dados dos especialistas consistiu no cálculo do Coeficiente de Validade de Conteúdo (CVC) das tarefas do PRAMEMT por critério e o valor médio por tarefa, sendo que mais próximo de 1 maior a fidedignidade do critério, isto é, maior a representatividade do construto na tarefa. A Tabela 4 apresenta os valores encontrados. A opção pelo CVC como medida de validade deve-se à escala *likert* escolhida, pois, por conter apenas 3 pontos, seria pouco fidedigno manter apenas as duas maiores pontuações dadas pelos juízes. Optou-se, portanto, pelo CVC por não implicar em excluir nenhum ponto atribuído pelos juízes e ainda considera o erro da medida (Hernández-Nieto, 2002).

Tabela 4. *Coeficiente de Validade de Conteúdo (CVC) médio e absolutos das tarefas por critério*

Tarefa	Critério	CVC	CVC médio por tarefa
Coruja ( <i>Span simples</i> )	FAM	1,00	0,97
	RC	1,00	
	AP	1,00	
	ND	0,89	
Abelha ( <i>Updating</i> )	FAM	1,00	0,96
	RC	1,00	
	AP	1,00	
Sapo ( <i>Span complexo</i> )	ND	0,83	0,97
	FAM	1,00	
	RC	1,00	
	AP	0,94	
Onça ( <i>Span Complexo</i> )	ND	0,94	0,90
	FAM	0,94	
	RC	0,94	
	AP	0,83	
	ND	0,89	

	FAM	0,83	
Boto (Span Complexo)	RC	1,00	0,90
	AP	0,89	
	ND	0,89	

Nota. FAM = Familiaridade; RC = Representatividade de Construto; AP = Aplicabilidade; ND = Nível de Dificuldade.

Para garantir adequação de conteúdo de um instrumento ou tarefa, o CVC deve ser igual ou superior à 0,78 quando há cinco ou mais juízes, como foi verificado na revisão feita por Alexandre e Coluci (2011). Na análise de juízes do PRAMEMT, todas as tarefas podem ser consideradas válidas quanto à representatividade de construto (rc) ( $CVC \geq 0,94$ ). Em relação ao reconhecimento dos estímulos e compreensão das tarefas para o público-alvo (familiaridade, fam), todos os índices corroboram a validade ( $CVC \geq 0,83$ ). A aplicabilidade na prática profissional das tarefas foi considerada satisfatória pelos juízes (aplicabilidade, ap) ( $CVC \geq 0,83$ ), sendo que as tarefas boto e onça obtiveram índices menores. Já o nível de dificuldade (ND) foi o único critério que não obteve índice 1 em nenhuma das tarefas.

O campo de sugestões e comentários foi importante para compreender os aspectos qualitativos da avaliação expressa pelo índice. Em relação à tarefa do boto, a aplicabilidade foi questionada por crianças de 5 e 6 anos terem dificuldade com atividades de contagem, o que acarretaria uma não familiaridade pelo público e pouca validade ecológica da tarefa (AP). A tarefa onça foi considerada difícil para as idades iniciais de 5 e 6 anos e a utilização de cores terciárias e secundárias nos estímulos foi considerada ser um dificultador para esta faixa etária.

Em relação ao nível de dificuldade, todas as tarefas tiveram ressalvas. A tarefa Coruja (*span* simples) foi considerada fácil para as crianças de todas as idades, podendo ocorrer efeito teto da tarefa (parte considerável da amostra acertar praticamente todos os itens da tarefa) ou as crianças irem rapidamente para os últimos níveis, sendo que isto foi verificado parcialmente no acerto médio dos itens de 60,1% no estudo 1. Já a tarefa Sapo (*span* complexo) foi vista como fácil para as crianças a partir de 8 anos. A tarefa Abelha (*updating*) foi classificada como difícil para as idades iniciais, enquanto os estímulos foram considerados como sérios para o público infantil por incluírem diversas espécies de flores, podendo gerar desmotivação no desenvolvimento desta etapa do treino. O nível de dificuldade da tarefa onça e boto (*span* complexo) foi descrito da mesma forma que a tarefa abelha, entretanto, os estímulos não foram caracterizados como desinteressantes para as crianças.

Os dados encontrados na análise semântica e de juízes apresentou evidências de quais alterações seriam necessárias na versão modificada após o processo de validação de conteúdo. As seguintes sugestões foram contempladas quanto aos estímulos: a cor dourada das recompensas foi alterada de forma que ficasse mais fácil para as crianças as reconhecerem como um prêmio; os estímulos da abelha foram simplificados

de forma que a espécie da flor não prejudicasse a execução do TC; e as ilustrações, como o dente da onça e o boto-cor-de-rosa, sofreram pequenas alterações para facilitar o reconhecimento. Quanto às instruções das tarefas, elas foram simplificadas para abelha, o boto e na onça, por serem tarefas mais complexas para facilitar a compreensão pelos estratos etários mais baixos do público-alvo (6 anos).

O nível de dificuldade foi o critério avaliado mais questionado durante a análise de juízes, seja pela demasiada facilidade intrínseca à tarefa ou pela grande dificuldade. Logo, a tarefa da coruja e do sapo foram revistas e sofreram um aumento do *span* máximo no último nível a fim de evitarmos efeito de teto, mas ainda mantidas para possibilitar execução por crianças com menor capacidade de MT (grupos clínicos) e, também, mais novas. Na tarefa da onça e do boto, as sessões pré-treino foram aumentadas a fim de garantir que sejam realmente compreendidas. Ainda sobre a tarefa do boto, foi simplificada. Na primeira versão do programa, a criança tinha que comparar três caminhos e escolher dentre eles qual tinha menos barcos de pescadores e, ao final, informar a quantidade de barcos de pescadores em cada um dos ensaios para uma mesma sequência. Segundo os juízes, isso era muito complexo para as crianças compreenderem, especialmente para as mais novas. Portanto, foi mantido apenas um caminho em que a criança teria que contar rapidamente a quantidade de barcos de pescadores em cada ensaio e, ao final, informar a sequência de números referente à quantidade de telas (*span*) apresentadas.

### Discussão

Programas de treino da MT focados no público infantil objetivam majoritariamente auxiliar a melhorar o desempenho escolar das crianças e sua qualidade de vida (Katz & Shah, 2017; Klingberg, 2010). Além dos desafios próprios da área de TC trazidos pela amplitude metodológica dos estudos realizados até o momento (Melby-Lervåg, et al., 2016; Morrison & Chein, 2011; Pergher et al., 2019; Sala & Gobet, 2017), a avaliação digital também traz obstáculos que estão sendo explorados e detalhados. No Brasil, estratégias avaliativas e de intervenção digitais ainda estão em fase de criação, adaptação e validação e, por isso, estudos minuciosos de como estes processos são realizados se fazem necessários. Outro ponto a ser observado é como a estrutura e parâmetros de TC influenciam na qualidade do programa e, consequentemente, na eficácia dos treinos (St Clair-Thompson, 2007). Desta maneira, analisar o processo de desenvolvimento dos programas de treinamento contribui para a compreensão do funcionamento dos mecanismos específicos de TC.

O objetivo do presente artigo foi apresentar os procedimentos de desenvolvimento de um programa de treino cognitivo computadorizado para crianças, elaborado para o contexto brasileiro. Objetivou-se, mais especificamente, apresentar os resultados do estudo de validade de conteúdo deste programa, realizado por meio de análise por juízes e análise semântica (estudo de inteligibilidade e familiaridade com a população-alvo).

A análise semântica, apresentada no estudo 1, indica que a maioria das crianças compreendeu as informações contidas no texto e nas histórias. De maneira geral, as crianças demonstraram familiaridade com os estímulos ao reconhecerem a maioria deles. Além disso, as dificuldades no reconhecimento de alguns estímulos não apresentam risco de comprometimento na realização das tarefas. O gradiente de dificuldade também é identificado a partir de maior taxa de acerto no primeiro item e do decaimento gradativo de tal taxa. Na avaliação dos juízes, apresentada no estudo 2, utilizou-se como método de análise a validade de conteúdo, que explicita o quão bem o conteúdo dos itens representa a gama de comportamentos a serem mensurados (Muniz, 2004) e identificou-se CVC's satisfatórios em relação aos quatro critérios avaliados (familiaridade, representatividade, aplicabilidade e nível de dificuldade). Estes resultados são relevantes e essenciais para a estruturação do PRAMEMT, pois segundo Morrison e Chein (2011) a familiaridade com os estímulos é um dos itens que pode influenciar diretamente na performance do indivíduo durante e após o treino. Em relação ao nível de dificuldade, único critério que não obteve índice 100 em nenhuma das tarefas, esse efeito poderia ser minimizado pelo sistema adaptativo, cujo benefício tem sido verificado em TC's (Holmes et al., 2009; Peijnenborgh et al., 2016). Dessa forma, o efeito piso é evitado e são consideradas as habilidades individuais variáveis. Ademais, até o momento, outros programas de TC não apresentam estudos de validade de conteúdo de suas tarefas, como o CogMed (Pearson Education, 2016). O caráter tecnológico e sistema de recompensas em formato de *game* também presentes no programa tendem a ser mais atrativos às crianças, aumentar a motivação, o engajamento, e favorecer a manutenção da atenção (Aranha, 2006; Emes, 1997; Katz et al., 2018; Lawrence, Houghton, Tannock, Douglas, Durkin & Whiting, 2002; Luman, Oosterlaan, & Sergeant, 2005; Ota & DuPaul, 2002; Peijnenborgh et al., 2016; Shanahan, Pennington & Willcutt, 2008).

Dentre as limitações do presente estudo é possível citar o número reduzido de crianças que participou do grupo focal para investigar a familiaridade e inteligibilidade das tarefas utilizadas no programa de treino, bem como o número mínimo de especialistas que atendeu à solicitação por avaliar a adequação conceitual e cultural das tarefas (Borsa, Damásio & Bandeira, 2012). Como pontos positivos do estudo, destaca-se a tentativa de se levantar evidências da validade de conteúdo de um programa de treinamento cognitivo, que é prática pouco comum quando se trata da elaboração de programas de intervenção de uma maneira geral (Golino et al., 2017). Um dos grandes problemas da área de intervenções cognitivas recai justamente sobre o fato de que a disponibilização dos programas e o crescimento acelerado do campo nunca foi

acompanhado por iniciativas que visassem utilizar de métodos psicométricos para levantar evidências de validade das tarefas inseridas nas intervenções (Golino et al., 2017; Vernucci, Juric, Introzzi, & Richard's, 2019). Nesse sentido, os resultados apresentados nesse estudo representam um avanço. Não obstante, pretende-se, em estudos futuros, levantar outros indicadores psicométricos do PRAMEMT, como validade estrutural, e, ainda, levantar evidências de eficácia de sua utilização em amostras clínicas e não-clínicas.

### Considerações Finais

Este estudo relatou os resultados obtidos nos estudos de análise semântica e análise de juízes para a criação e validação da ferramenta de treinamento cognitivo infantil PRAMEMT, um *software* que funciona como um *game* e que se propõe a treinar a MT de crianças. Os resultados obtidos foram favoráveis à validade de conteúdo do treino. Embora ainda em estágios iniciais, os resultados satisfatórios encontrados são essenciais para a construção de um instrumento que seja útil, preciso, eficiente e próprio para o contexto brasileiro, sendo esta última característica ainda ausente no campo dos TCs. Compreender o processo de elaboração e validação de ferramentas psicológicas é necessário à área, tanto no Brasil quanto em outros países, para que os pesquisadores possam elaborar instrumentos cada vez mais válidos e relevantes.

Estudos futuros com este programa de treino cognitivo são importantes para investigar a eficácia do PRAMEMT em crianças de desenvolvimento típico e atípico, de ambos os sexos e NSE diferentes, através de um delineamento experimental com grupo controle e grupo experimental. O levantamento consistente de evidências de eficácia do programa é fundamental para garantir não apenas a sua validade interna, mas também identificar sua validade ecológica e aplicabilidade educacional e clínica.

### Referências

- Alexandre, N. M. C., & Coluci, M. Z. O. (2011). Validade de conteúdo nos processos de construção e adaptação de instrumentos de medidas. *Ciência & Saúde Coletiva*, 16, 3061-3068. Disponível em: <https://www.scielo.org/pdf/csc/2011.v16n7/3061-3068/pt>
- 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](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212006000100009).
- Au, J., Sheehan, E., Tsai, N., Duncan, G. J., Buschkuhl, 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.
- 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.
- 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
- Borsa, J. C., Damásio, B. F., & Bandeira, D. R. (2012). Adaptação e validação de instrumentos psicológicos entre culturas: algumas considerações. *Paidéia (Ribeirão Preto)*, 22(53), 423-432. doi: 10.1590/1982-43272253201314
- CogMed (2016) [Programa de Computador]. São Paulo: Pearson Education.
- 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.
- Emes, C. E. (1997). Is Mr Pac Man eating our children? A review of the effect of video games on children. *The Canadian Journal of Psychiatry*, 42(4), 409-414. doi: 10.1177/070674379704200408
- 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. doi: 10.1037/xlm0000426.
- Gabriel, R., Morais, J., & Kolinsky, R. (2016). A aprendizagem da leitura e suas implicações sobre a memória e a cognição. Ilha do Desterro. *A Journal of English Language, Literatures in English and Cultural Studies*, 69(1), 061-078. doi: 10.5007/2175-8026.2016v69n1p61.
- Gajewski, P. D., Hanisch, E., Falkenstein, M., Thönes, S., & Wascher, E. (2018). What does the n-Back task measure as we get older? Relations between working-memory measures and other cognitive functions across the lifespan. *Frontiers in Psychology*, 9(NOV), 1-17. doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02208
- Gathercole, S. E. (1998). The development of memory. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 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. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Tracy\\_Alloway/publication/254392644\\_Working\\_memory\\_and\\_classroom\\_learning/links/0deec539f66116d896000000/Working-memory-and-classroom-learning.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Tracy_Alloway/publication/254392644_Working_memory_and_classroom_learning/links/0deec539f66116d896000000/Working-memory-and-classroom-learning.pdf).
- Golino, M. T. S., Schelini, P. W., Golino, H. F., de Souza Pereira, B. L., & Felix, L. M. (2017). Investigando Evidências de Validade de Conteúdo e Estrutural em Tarefas de um Treino Cognitivo para Idosos. *Avaliação Psicológica*, 16(3), 278-292. doi: 10.15689/ap.2017.1603.12431
- Helgesson, G. (2005). Children, Longitudinal Studies, and Informed Consent. *Medicine, Health Care and Philosophy*, 8(3), 307-313. doi: 10.1007/s11019-005-0978-4
- Henry, L. A. (2012). *The Development of Working Memory in Children*. London: Sage.
- Hernández-Nieto, R. A. (2002). *Contributions to statistical analysis*. Mérida: Universidad de Los Andes, 119.
- 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), 9-15. doi: 10.1111/j.1467-7687.2009.00848.x.
- International Test Commission. (2017). *The ITC guidelines for translating and adapting tests*. Disponível em: [https://www.intestcom.org/files/guideline\\_test\\_adaptation\\_2ed.pdf](https://www.intestcom.org/files/guideline_test_adaptation_2ed.pdf)
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Perrig, W. J., & Meier, B. (2010). The concurrent validity of the N-back task as a working memory measure. *Memory*, 18(4), 394-412. doi: 10.1080/0965821100370217.
- 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*, 108(25), 10081-10086.
- Karbach, J., & Schubert, T. (2013). Training-induced cognitive and neural plasticity. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7(48), 1-2. doi: 10.3389/fnhum.2013.00048
- Katz, B., & Shah, P. (2017). The role of child socioeconomic status in cognitive training outcomes. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 53(2017), 139-150. doi: 10.1016/j.appdev.2017.10.003.
- 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 (2018), 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
- Kuhn, J.-T., Ise, E., Raddatz, J., Schwenk, C., & Döbel, C. (2016). Basic numerical processing, calculation, and working memory in children with dyscalculia and/or ADHD symptoms. *Zeitschrift Für Kinder- Und*

- Jugendpsychiatrie Und Psychotherapie*, 44(5), 365–375. doi: 10.1024/1422-4917/a000450
- Lawrence, V., Houghton, S., Tannock, R., Douglas, G., Durkin, K., & Whiting, K. (2002). ADHD outside the laboratory: Boys' executive function performance on tasks in videogame play and on a visit to the zoo. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 30(5), 447-462. doi: 10.1023/A:1019812829706
- Lima, M. B., Prando, M. L., Renner, A. M., DeNardi, T. C., Fonseca, R. P., & Grassi-Oliveira, R. (2011). Tarefa n-back visual: Construção de um instrumento de avaliação de memória de trabalho para crianças. *Psico*, 42(4), 487-493. Retirado de [http://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/9339/2/Tarefa\\_N\\_Back\\_Visual\\_Construcao\\_de\\_um\\_instrumento\\_de\\_avaliacao\\_de\\_memoria\\_de\\_trabalho\\_para\\_crianças.pdf](http://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/9339/2/Tarefa_N_Back_Visual_Construcao_de_um_instrumento_de_avaliacao_de_memoria_de_trabalho_para_crianças.pdf).
- Luman, M., Oosterlaan, J., & Sergeant, J. A. (2005). The impact of reinforcement contingencies on AD/HD: a review and theoretical appraisal. *Clinical psychology review*, 25(2), 183-213. doi: 10.1016/j.cpr.2004.11.001.
- Mammarella, I. C., Hill, F., Devine, A., Caviola, S., & Szűcs, D. (2015). Math anxiety and developmental dyscalculia: A study on working memory processes. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 37(8), 878–887. doi: 10.1080/13803395.2015.1066759
- 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.
- Mathy, F., Chekaf, M., & Cowan, N. (2018). Simple and Complex Working Memory Tasks Allow Similar Benefits of Information Compression. *Journal of Cognition*, 1(1). doi: 10.5334/joc.31
- 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.
- 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: 10.1006/cogp.1999.0734.
- Morrison, A. B., & Chein, J. M. (2011). Does working memory training work? The promise and challenges of enhancing cognition by training working memory. *Psychonomic bulletin & review*, 18(1), 46-60. doi: 10.3758/s13423-010-0034-0.
- Muniz, J. (2004). La validación de los tests. In *Metodología de las Ciencias del Comportamiento*, (5a ed., Cap. 2, 121-141). AEMCCO: Murcia, Espanha.
- Ota, K. R., & DuPaul, G. J. (2002). Task engagement and mathematics performance in children with attention-deficit hyperactivity disorder: Effects of supplemental computer instruction. *School Psychology Quarterly*, 17(3), 242-257. doi: 10.1521/scpq.17.3.242.20881.
- Pasquali, L. (2009). Psychometrics. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, 43(SPE), 992-999. doi: 10.1590/S0080-62342009000500002.
- Peijnenborgh, J. C., Hurks, P. M., Aldenkamp, A. P., Vles, J. S., & Hendriksen, J. G. (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.
- 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
- Ramos, D. K., & Murilo de Melo, H. (2016). Jogos digitais e desenvolvimento cognitivo: um estudo com crianças do Ensino Fundamental. *Revista Neuropsicologia Latinoamericana*, 8(3) 22-32. Retirado de <http://www.redalyc.org/html/4395/439549538003/>.
- 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), 1-22. doi: 10.1525/collabra.203
- 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/dev000026.
- 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), 2-13. doi: 10.3389/fpsyg.2017.02327
- Shanahan, M. A., Pennington, B. F., & Willcutt, E. W. (2008). Do motivational incentives reduce the inhibition deficit in ADHD? *Developmental Neuropsychology*, 33(2), 137-159. doi: 10.1080/87565640701884238.
- Shaw, R., Grayson, A., & Lewis, V. (2005). Inhibition, ADHD, and computer games: the inhibitory performance of children with ADHD on computerized tasks and games. *Journal of Attention Disorders*, 8(4), 160–168. doi: 10.1177/1087054705278771.
- Shipstead, Z., Harrison, T. L., & Engle, R. W. (2016). Working Memory Capacity and Fluid Intelligence. *Perspectives on Psychological Science*, 11(6), 771–799. doi: 10.1177/1745691616650647
- Siquara, G. M., Dazzan, M. V. M., & Abreu, N. (2014). Tarefas que avaliam a memória operacional na infância e adolescência: uma revisão sistemática da literatura. *Estudos de Psicologia*, 19(4) 258-267. doi: 10.1590/S1413-294X2014000400003.
- St Clair-Thompson, H.L. (2007). The influence of strategies upon relationships between working memory and

- cognitive skills. *Memory*, 15(4), 353–365. doi: 10.1080/09658210701261845.
- St Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *Quarterly journal of experimental psychology*, 59(4), 745-759. doi: 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), 31-41. Retirado de <http://cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/375/187>
- Unsworth, N., & Engle, R. W. (2007). On the division of short-term and working memory: an examination of simple and complex span and their relation to higher order abilities. *Psychological bulletin*, 133(6), 1038-1066. doi: 10.1037/0033-2909.133.6.1038.
- Vernucci, S., Juric, L. C., Introzzi, I., & Richard's, M. M. (2019). Working Memory Training in Children: A Review of Basic Methodological Criteria. *Psychological reports*, 0(0), 1-28. doi: 10.1177/0033294119832978.
- 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(154), 1-12. doi: 10.3389/fnhum.2018.00154