

Avaliação da memória de trabalho em crianças: uma revisão sistemática com metanálise

de Oliveira Tomaz, Dheyvson Fellipi; dos Santos Cordeiro, Andriely; S. Moita Minervino, Carlea Alexandra

Avaliação da memória de trabalho em crianças: uma revisão sistemática com metanálise

Revista Neuropsicologia Latinoamericana, vol. 13, núm. 1, 2021

Sociedad Latinoamericana de Neuropsicología, Canadá

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=439574157004>

DOI: <https://doi.org/10.5579/rnl.2016.0526>

Avaliação da memória de trabalho em crianças: uma revisão sistemática com metanálise

Évaluation de la mémoire de travail chez les enfants: une revue systématique avec méta-analyse

Evaluación de la memoria de trabajo en niños: una revisión sistemática y metanálisis

Assessment of the working memory in children: a systematic review with metanalysis

Dheyvson Fellipi de Oliveira Tomaz
nesmep.ufpb@gmail.com

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Andriely dos Santos Cordeiro

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Carlea Alexandra S. Moita Minervino

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Revista Neuropsicologia
Latinoamericana, vol. 13, núm. 1, 2021

Sociedad Latinoamericana de
Neuropsicología, Canadá

Recepción: 31 Julio 2019
Revisado: 09 Septiembre 2020
Aprobación: 30 Abril 2021

DOI: <https://doi.org/10.5579/rnl.2016.0526>

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=439574157004>

Resumo: A memória de trabalho é reconhecida como uma habilidade cognitiva que armazena uma quantidade limitada de informações, responsável por manter e operar esta informação na consciência. O estudo teve como objetivos identificar o instrumento e/ou tarefa mais utilizada pelos pesquisadores para analisar a memória de trabalho em crianças, e identificar, por meio de uma metanálise, sua capacidade em discriminar o desempenho entre grupos. Para tanto, foi executada uma revisão sistemática e metanálise com foco no instrumento mais utilizado. As buscas foram realizadas nas bases de dados PubMed, Elsevier, Wiley Online Library, Springer e SAGE Journals; utilizados os termos “working memory”, “children” e “psychometrics”, e protocolo PRISMA-P para a escrita da revisão sistemática. O estudo identificou 421 artigos e selecionou 19. A metanálise foi conduzida através da utilização do software estatístico OpenMeta[Analyst]; e a avaliação do viés de publicação com o uso do software Comprehensive Meta-Analysis (CMA). Como resultado, foi verificado que a tarefa de extensão de dígitos é a primeira escolha entre os pesquisadores para análise de memória de trabalho em crianças e verifica-se que o instrumento possui pequena capacidade em distinguir os participantes em termos de desempenho individual, série escolar e faixa etária.

Palavras-chave: memória de curto prazo, memória de trabalho, crianças, neuropsicologia, revisão sistemática.

Resumen: La memoria de trabajo es una habilidad cognitiva que almacena una cantidad limitada de información, y es la responsable de mantener y operar con dicha información a nivel de la conciencia. El presente estudio tuvo como objetivo identificar el instrumento y / o la tarea más utilizada por los investigadores para analizar la memoria de trabajo en niños, e identificar, a través de un metaanálisis, la capacidad de esas pruebas para discriminar el desempeño entre grupos. Para ello, se realizó una revisión sistemática de la literatura y un metaanálisis centrado en el instrumento más utilizado. Las búsquedas se realizaron en las bases de datos PubMed, Elsevier, Wiley Online Library, Springer y SAGE Journals. Se utilizaron los términos “working memory”, “children” y “psychometrics” y se aplicó el protocolo PRISMA-P para la redacción de la revisión sistemática. La búsqueda permitió identificar 421 artículos de los cuales se seleccionaron 19. El metaanálisis se realizó utilizando el software estadístico OpenMeta

[Analyst]; y la evaluación del sesgo de publicación mediante el software Comprehensive Meta-Analysis (CMA). Como resultado se encontró que la tarea de span de dígitos fue la primera opción entre los investigadores para el análisis de la memoria de trabajo en niños y se observó que la prueba tiene poca capacidad para distinguir a los participantes en términos de desempeño individual, grado escolar y grupo de edad.

Palabras clave: memoria a corto plazo, memoria de trabajo, niños, neuropsicología, revisión sistemática.

Résumé: La mémoire de travail est reconnue comme une compétence cognitive qui stocke une quantité limitée d'informations, chargée de maintenir et d'exploiter ces informations dans la conscience. L'étude visait à identifier l'instrument et / ou la tâche la plus utilisée par les chercheurs pour analyser la mémoire de travail chez les enfants, et à identifier, grâce à une méta-analyse, leur capacité à discriminer les performances entre les groupes. À cette fin, une revue systématique et une méta-analyse ont été menées en se concentrant sur l'instrument le plus utilisé. Les recherches ont été effectuées dans les bases de données PubMed, Elsevier, Wiley Online Library, Springer et SAGE Journals; les termes «mémoire de travail», «enfants» et «psychométrie» ont été utilisés ainsi que le protocole PRISMA-P pour rédiger la revue systématique. L'étude a identifié 421 articles et en a sélectionné 19. La méta-analyse a été réalisée à l'aide du logiciel statistique OpenMeta [Analyst]; et l'évaluation du biais de publication à l'aide du logiciel de méta-analyse complète (CMA). En conséquence, il a été constaté que la tâche d'extension de chiffres est le premier choix parmi les chercheurs pour l'analyse de la mémoire de travail chez les enfants et il semble que l'instrument a peu de capacité à distinguer les participants en termes de performance individuelle, de classe scolaire et de groupe d'âge.

Mots clés: mémoire à court terme, mémoire de travail, enfants, neuropsychologie, Revue systématique.

Abstract: Working memory is recognized as a cognitive skill that stores a limited amount of information, responsible for maintaining and operating this information in consciousness. The study aimed to identify the instrument and / or task most used by researchers to analyze working memory in children, and to identify, through a meta-analysis, their ability to discriminate performance between groups. To this end, a systematic review and meta-analysis was carried out focusing on the most used instrument. The searches were carried out in the databases PubMed, Elsevier, Wiley Online Library, Springer and SAGE Journals; the terms "working memory", "children" and "psychometrics" were used, and the PRISMA-P protocol for writing the systematic review. The study identified 421 articles and selected 19. The meta-analysis was conducted using the statistical software OpenMeta [Analyst]; and the assessment of publication bias using the Comprehensive Meta-Analysis (CMA) software. As a result, it was found that the digit extension task is the first choice among researchers for the analysis of working memory in children and it appears that the instrument has little capacity to distinguish participants in terms of individual performance, school grade and age group.

Keywords: short-term memory, working memory, children, neuropsychology, systematic review.

Introdução

Ao longo do desenvolvimento, toda criança experiencia momentos em que terá de ordenar fatos aparentemente não relacionados, integrar conhecimentos para a formação de novos conceitos, agir de maneira criativa na construção e reconstrução de elementos, além de elaborar metas para concluir um objetivo. A conclusão dessas ações está relacionada com a integração de diversas habilidades cognitivas, tais como: inteligência, velocidade de processamento, linguagem e funções

executivas (Fletcher, & Grigorenko, 2017), das quais, destaca-se a importância da memória de trabalho (MT).

Entre os sistemas conhecidos de memória, a MT tem ganhado destaque nos estudos com a população infantil (Barros, & Hazin, 2013; Brydges, Fox, Rei, & Anderson, 2014; Diamond, 2013; Kapantzoglou, Restrepo, Gray & Thompson, 2015; Salles et. al., 2014; Swanson, 2017; Wasserman et. al., 2016), e pode ser definida como uma habilidade cognitiva que armazena uma quantidade limitada de informações, de forma ativa na consciência, e possibilita a sua manipulação, por um curto espaço de tempo (Baddeley, & Hitch, 1974; Baddeley, 2000), em um processo consciente (Swanson, 2017; Dias, Maioli, Santos, & Mecca, 2018).

Os primeiros estudos sobre a MT surgiram a partir de 1970, com Baddeley e Hitch. Estes autores apresentaram o modelo de multicomponente, segundo o qual, as informações auditivas, visuais e espaciais podem ser armazenadas em componentes específicos, a saber: a alça fonológica (para o conteúdo auditivo) e o esboço visuoespacial (no que se refere ao conteúdo visual e espacial). Para além do armazenamento, a

MT permite a manipulação destas informações, com o auxílio do executivo central (Baddeley, & Hitch, 1974) e integração com as informações da memória de longo prazo, através do componente denominado “*buffer* episódico” (Baddeley, 2000).

Com isso, Baddeley, Hitch e Allen (2019) discutiram o avanço que este modelo proporcionou a compreensão da memória. Para os autores, o modelo multicomponente é a extensão do que se conhece por memória de curto prazo, principalmente por separar o controle atencional do armazenamento temporário, e este armazenamento ser constituído de componentes específicos que servem de base para o processamento consciente da informação. Embora este modelo seja recorrente na literatura científica da MT (Chai, Abd Hamid, & Abdullah, 2018) e que melhor explique o desempenho das crianças (Giofrè, Mammarella, & Cornoldi, 2013), ele não é o único que se propõe a investigar a habilidade (para conferir outros modelos: Bouchacourt, & Buschman, 2019; Adams, Nguyen, & Cowan, 2018; Baddeley, 2012).

Os estudos com amostra infantil têm associado o desempenho em MT como marcador comportamental para diferenciar crianças em diferentes níveis de inteligência fluida (Calero, García-Martin, Jiménez, Kazén, & Araque, 2007), além de relacionar este desempenho com tarefas que avaliam tanto a inteligência fluida como cristalizada (e.g. *The Culture Fair Test*, na versão alemã, em Vock, & Holling, 2007). A MT também tem sido considerada como preditora do desempenho em cálculos primários (Passolunghi, & Mammarella, 2012; Swanson, Moran, Bocian, Lussier, & Zheng, 2012), desenvolvimento da linguagem (Määttä, Laakso, Tolvanen, Ahonen, & Aro, 2013), aprendizagem de uma segunda língua (Kapantzoglou et al., 2015) e sucesso na leitura (Swanson, 2017).

Conforme observado por Gonçalves et al. (2017), das funções executivas, a MT apresentou o maior poder preditivo para leitura, escrita

e matemática. A percepção de pais e professores com relação ao padrão comportamental das crianças também foram correlacionados com o desempenho em MT (Dias et al., 2018). Neste aspecto, levanta-se a hipótese de que a MT está relacionada com competências necessárias para o sucesso nas disciplinas futuras. Entretanto, como apontam van Bergen, Vasalampi, & Torppa (2020), este sucesso é garantido porque o estudante tem acumulado os conteúdos com o passar dos anos escolares, ou são as experiências nas séries iniciais que orientam o sucesso nestas competências?

Diante das considerações da literatura, observa-se que a MT desempenha o papel fundamental no desenvolvimento da criança e identificar precocemente os déficits nesta habilidade torna-se necessário, ao levar em consideração o princípio Kennard, segundo o qual, quanto mais precoce for a identificação de um problema, maiores serão as chances de recuperação funcional da habilidade cognitiva (Haase & Lacerda, 2004); e assim, prevenir o indivíduo do impacto negativo que sofreria ao longo de toda a sua vida.

Neste sentido, pode-se discutir a relevância da avaliação neuropsicológica infantil, isto porque ela consiste em um método de investigação das funções cognitivas e do comportamento, relacionando-os com o funcionamento normal e deficitário do sistema nervoso central (Malloy-Diniz, Mattos, Abreu, & Fuentes, 2016). Dentre as diversas técnicas para se avaliar as funções cognitivas, o uso de instrumentos e tarefas são os mais procurados. Eles oferecem, a partir da normatização, parâmetros de comparação do sujeito ou da situação, em relação a outros que apresentam características semelhantes; além de operacionalizar e verificar as diversas teorias, e organizar as intervenções mais adequadas em cada caso (Reppold, & Gurgel, 2015).

Contudo, em um estudo com os psicólogos do Brasil, Noronha (2002) observou que, na área da avaliação, a utilização dos testes psicológicos foi a categoria com problemas mais frequentes e mais graves, relacionados com a falta de construção de instrumentos, normas desatualizadas e crivos de avaliação confusos. Ao passar dos anos, os mesmos problemas persistem. Salles et al. (2014) indicam que a falta de instrumentos válidos e fidedignos é a limitação no Brasil que mais dificulta o sucesso de uma avaliação neuropsicológica infantil, além da falta de instrumentos válidos e fidedignos. Boa parte dos que existem são adaptações de versões inglesas e que não se adequam ao contexto brasileiro. Estes se utilizam de imagens e palavras que são comuns as crianças estrangeiras, mas que não exercem a mesma função nas crianças brasileiras.

Estas considerações podem ser observadas na avaliação da MT em crianças. A extensão de dígitos na ordem direta e na ordem inversa são paradigmas utilizados para a mensuração do desempenho (Swanson, 2017; Salles et. al., 2014), além de serem utilizados desde a construção dos primeiros modelos de explicação da habilidade (Chai, Abd Hamid, & Abdullah, 2018). Contudo, esta escolha pode influenciar consideravelmente na forma como se interpretam os resultados, pois estes

paradigmas não avaliam a MT em si, mas, apenas, uma parcela de sua capacidade (Wilhelm, Hildebrant, & Oberauer, 2013).

Sendo assim, ao levar em consideração a importância da MT para o desenvolvimento infantil e os benefícios de sua avaliação para esta população, a fim de que profissionais e pesquisadores encontrem um panorama de como investigar esta função cognitiva, o presente estudo objetivou identificar na literatura científica quais são os instrumentos/tarefas mais utilizados na avaliação neuropsicológica da MT. Após a análise sistemática, foi realizada uma metanálise no intuito de identificar a capacidade do instrumento, mais utilizado, em discriminar diferenças de desempenho entre grupos específicos.

Método

A busca sistematizada dos artigos científicos foi realizada com o auxílio de um protocolo adaptado do guia *Preferred Reporting Items for Systematic review and Meta-Analysis Protocols* (PRISMA-P). Para a realização do levantamento dos artigos, foram consideradas as bases de dados eletrônicas de impacto internacional: PubMed, Elsevier, Wiley Online Library, Springer e SAGE Journals; através do uso dos descritores em inglês “*working memory*” (memória de trabalho), “*children*” (crianças) e “*psychometrics*” (psicometria), previamente elegidos através dos Descritores em Ciências da Saúde – DeCS – e unidos pelo operador booleano “AND”. A busca foi direcionada a artigos publicados em inglês e português, com amostras que se restringiram à população infantil, a partir de quatro anos até os 12 anos de idade (recorte como período crítico para o desenvolvimento da MT; e.g. Swanson, 2017), com desenvolvimento típico ou atípico. Além disso, as pesquisas empíricas deveriam incluir pelo menos uma técnica de avaliação da memória de trabalho nesta população.

Para a elegibilidade, foram considerados como critérios de inclusão os artigos com data de publicação entre o período de 2007-2020, caracterizados como relatórios de pesquisas básicas ou aplicadas; revisadas por pares. Os artigos deveriam apresentar no título e/ou no resumo algum dos descritores escolhidos; como resumo completo disponível e com especificidade para a população infantil, além de identificar que utilizou pelo menos uma forma de avaliação da MT e incluir valores de desempenho que apontem a diferenciação entre grupos. Como critérios de exclusão, foram retiradas as produções que não estivessem publicadas em revistas científicas, onde a coleta de dados tenha sido feita apenas com a opinião/percepção dos adultos, e outros estudos de revisão da literatura; garantindo assim que a amostra dos artigos submetidos para análise apresentasse maior confiabilidade nos resultados, conforme os objetivos propostos para este estudo.

Dois revisores conduziram a investigação, construindo uma tabela com os critérios que incluíam e excluía os estudos. Foi acordado antes da execução que se os artigos atendessem a todos os critérios referentes ao resumo, mas não apresentassem nenhum dos descritores no título e nos objetivos, os sinônimos seriam aceitos. Alguns dos artigos não

especificavam o nome do instrumento utilizado nos resumos, mas havia a presença no artigo completo. Estes também foram incluídos. Poucos dos estudos encontrados eram caracterizados como longitudinais, e por isso também foram aceitos, por apresentarem resultados com a população infantil. Outros apresentaram como objetivo principal a validação de escalas, construídas para a verificação da opinião dos adultos sobre o comportamento das crianças, porém, conferiram à validade convergente com aplicação de instrumentos com as crianças, estes também foram aceitos. Todas estas regras foram especificadas antes da procura dos artigos e previamente estabelecidas com os revisores.

A metanálise foi conduzida através da utilização do software estatístico *OpenMeta[Analyst]*; e a avaliação do viés de publicação com o uso do software *Comprehensive Meta-Analysis* (Borenstein, Hedges, Higgins, & Rothstein, 2009). As variáveis observadas foram: quantidade da amostra, média das idades, país onde o estudo foi realizado, tipo de pesquisa, instrumentos, formas de aplicação e procedimentos estatísticos. Além de sumarizar os resultados semelhantes, obtidos com a aplicação do mesmo método, sendo estes a média, o desvio-padrão e o p-valor.

Na tentativa de evitar resultados heterogêneos, foram agrupados os estudos metodologicamente semelhantes, e, com recurso do *OpenMeta[Analyst]*, foi calculado o índice I^2 , percentual que mensura a real heterogeneidade e sua extensão. O tamanho do efeito foi obtido através do cálculo g de Hedges, sendo este método para estudos com amostras pequenas (Hedges & Olkin, 1985) e foi utilizado como parâmetro de análise a proposta por Cohen (1988) onde: $g = 0,2$ (efeito pequeno), $g = 0,5$ (efeito médio) e $g = 0,8$ (efeito grande).

O risco de viés de publicação foi identificado através do método *Funnel Plots*, recurso que distribui os estudos que se correlacionam em um funil invertido, e identifica a ausência de viés pela simetria dos dados (representados por círculos) no gráfico; além de identificar estudos que se tornam atípicos (*outliers*), quando comparados com os demais. Para validar a precisão da análise de viés, foi aplicado o método *trim and fill*, que identifica uma estimativa de quantos estudos não são vistos na construção da metanálise devido ao viés de publicação.

Foi verificada a capacidade das variáveis moderadoras de explicar a variabilidade nos tamanhos de efeito entre os estudos analisados. Como variáveis moderadoras foram consideradas: (1) idade; (2) grupo clínico e não clínico.

Resultados

Com a utilização dos descritores, período de publicação e exclusão dos duplicados, 565 artigos foram identificados para a construção da revisão sistemática. Após a aplicação dos critérios de elegibilidade, 35 artigos foram selecionados para a análise completa e, a partir destes, 13 foram excluídos por atenderem dois critérios de exclusão: amostra com sujeitos maiores do que 12 anos (≥ 12) e avaliação da MT a partir da percepção de

adultos (.=2), texto completo não disponível (.=1) e artigo de revisão da literatura (.=1), que não constou esta informação no resumo.

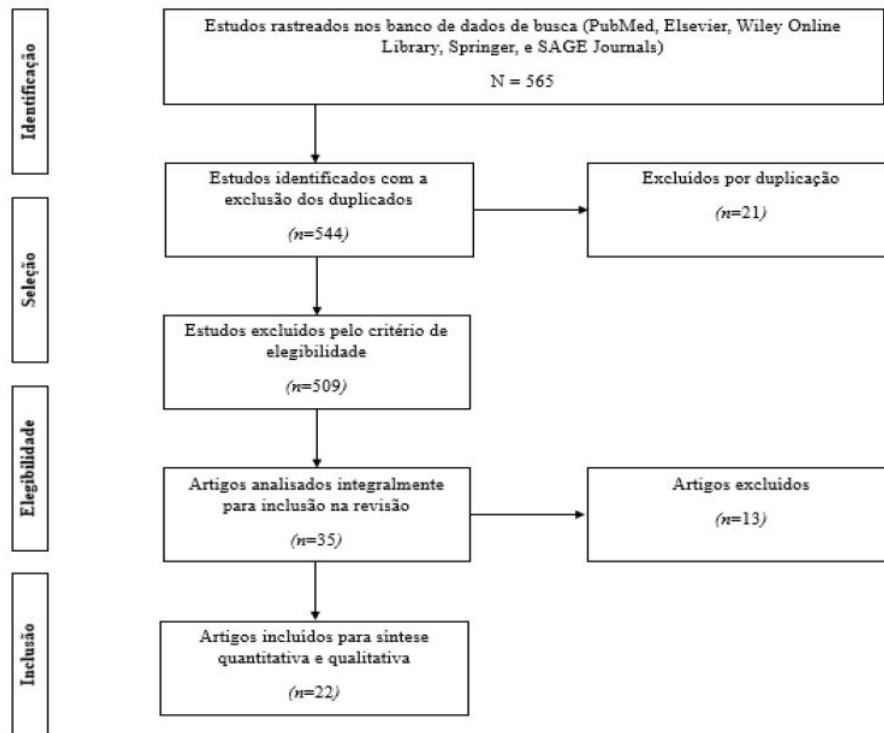


Figura 1

Diagrama de Fluxo da seleção de artigos científicos

Adaptado de PRISMA: Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (<http://www.prisma-statement.org>).

Como resultado, 22 artigos foram aceitos por preencherem todos os critérios de inclusão e exclusão; com 54,54% indexados na base eletrônica PubMed (n=12). O processo de condução da revisão sistemática pode ser visto na Figura 1 e as características demográficas e específicas dos estudos, na Tabela 1.

Tabela 1

Descrição dos artigos selecionados para a análise sistemática e meta-análise dos resultados

Estudo (ano de publicação)	Periódico (base eletrônica)	Amostra (idade)	Masculino (%)	País	Instrumento de avaliação da MT
Calero, García-Martin, Jiménez, Kazén, & Araque (2007)	Learning and Individual Differences (Elsevier)	47 (6-11)	23 (48,93)	Espanha	Yuill et al. (1989)
Vock & Holling (2007)	Intelligence (Elsevier)	374 (8-11)	206 (55)	Alemanha	Oberauer & Süß (1996)
Julvez, Ribas-Fitó, Torrent, Forns, Garcia-Esteban, & Sunyer (2007)	International Journal of Epidemiology (PubMed)	420 (4)	*	Espanha	McCarthy Scales of Children's Abilities (MCSA)
Alloway, Gathercole, Kirkwood, & Elliot (2009)	Learning and Individual Differences (Elsevier)	417 (5-11)	*	Ingllaterra	Working Memory Rating Scale (WMRS); Automated Working Memory Assessment (AWMA); e WISC-IV
van Leeuwen, van Berg, Peper, Pol, & Boomsma (2009)	Behavior Genetics (PubMed)	112 (9-14)	*	Holanda	Cubos de Corsi; Gevins and Cutillo (1993) and Jansma et al. (2000); e Span de dígitos (adaptado)
Raaijmakers et al. (2008)	Journal of Abnormal Child Psychology (PubMed)	181(**)	123 (67,96)	Holanda	Span de palavras; Shape School (versão informatizada de Smidts, 2003); Fluência Verbal; e Tarefa Dia-Noite
Mammarella, Pazzaglia, & Cornoldi (2008)	British Journal of Developmental Psychology (Wiley Online Library)	162 (M=8,52***)	87 (53,70)	Itália	Teste padrão visual; Labirintos estáticos; Labirinto dinâmico; Cubos de Corsi; Teste de reconhecimento de casas; Teste de reprodução de símbolos; Reprodução de pontos; The Jigsaw Puzzle task; Teste padrão visual ativo; The Pathway Span task; Span de Dígitos; e Span de sílabas.
van Nieuwenhuijzen, Vriens, Scheepmaker, Smit, & Porton (2011)	Research in Developmental Disabilities (Elsevier)	142 (8-12)	101 (71,12)	Holanda	WISC-III
Wasserman et al. (2011)	NeuroToxicology (Elsevier)	304 (8-11)	151 (49,83)	Bangladesh	WISC-IV
Passolunghi & Mammarella (2012)	Journal of Learning Disabilities (PubMed)	320 (**)	148 (46,25)	Itália	Tarefa de Matriz simples; Tarefa de Matriz Complexa; Teste de reconhecimento de casas simples; e Teste de reconhecimento de casas complexo

Alansari & Soliman (2012)	Perceptual and Motor Skills (PubMed)	384 (M=10**)	192 (50)	Kuwait e Egito	Span de escuta; Span de contagem; Span de dígitos; Tarefa "The odd-one-out"; Tarefa do Mr. X; e Tarefa Span espacial
Swanson, Moran, Bocian, Lussier, & Zheng (2012)	Learning Disability Quarterly (SAGE Journals)	91 (**)	46 (50,54)	Estados Unidos	Swanson e Beebe-Frankenberger (2004); Span conceitual e sentenças; Span de dígitos; e Atualização WISC-IV
Watkins & Smith (2013)	Psychological Assessment (PubMed)	344 (8-16)	227 (66)	Estados Unidos	
Määttä, Laakso, Tolvanen, Ahonen, & Aro (2013)	Journal of Speech, Language, and Hearing Research (PubMed)	271(**)	147 (54,2)	Finlândia	WISC-III; Repetition of Nonsense Words; Cubos de Corsi; WISC-III; e Repetição de sentenças do NEPSY- II
Wasserman et al. (2014)	Environmental Health (PubMed)	272 (M=7.3***)	145 (53,31)	Estados Unidos	WISC-IV
Guzman-Orth, Grimm, gerber, Oroscio, Swason, & Lussier (2014)	Journal of Psychoeducational Assessment (SAGE Journals)	500 (**)	*	Estados Unidos	Working Memory Rating Scale (WMRS); Span de sentenças; The Rhyming Span Test; Tarefa de atualização de Swanson e Beebe-Frankenberger (2004)
Kapantzoglou, Restrepo, Gray, & Thompson (2015)	Journal of Speech, Language, and Hearing Research (PubMed)	431 (M=6.52***)	217 (50,34)	Estados Unidos	Spanish screener for language impairment in children (SSLIC) - SNWR
Pacilli, Tomasetto, & Cadinu (2016)	Sex Roles (Springer)	181 (8-10)	*	Itália	WISC-III
Wasserman et al. (2016)	Environmental Health Perspectives (PubMed)	303 (8-11)	148 (50)	Bangladesh	WISC-IV
Demetriou, Spanoudis, Zebec, Andreou, Golino, & Kazi (2018)	Journal of Intelligence (PubMed)	438 (7-17)	206 (47,03)	Croácia	WISC-III
Jaschke, Honing, & Scherder (2018)	PLoS ONE (PubMed)	176 (5-7)	74 (39)	Holanda	Klinberg Task
Chalmers, & Freeman (2019)	Journal of Psychoeducational Assessment (SAGE Journals)	170 (8-11)	84 (49,41)	Austrália	Working Memory Power Test for Children AWMA

Nota As referências dos instrumentos/tarefas utilizados nos estudos podem ser encontradas nos seus respectivos artigos.*A informação completa não foi especificada no artigo. ** O estudo deixa claro a escolaridade dos participantes, mas não especifica a faixa etária. *** A informação da faixa etária é dada pela média das idades.

Todos os estudos submetidos à análise são internacionais e escritos na língua inglesa, onde os locais que mais desenvolveram pesquisas sobre a temática são: Estados Unidos da América (n=5), Holanda (n=4) e Itália (n=3). Para a composição da amostra, 52,63% das pesquisas selecionaram crianças de grupos clínicos, com idades entre sete e 11 anos, comparadas com crianças de desenvolvimento típico. Pode-se observar a prevalência de investigações com escolares que apresentavam dificuldade em matemática e dificuldades no desenvolvimento da linguagem (verificar Tabela 2).

Tabela 2

Descrição das publicações e amostras de pesquisa para os estudos com grupos clínicos

Grupo clínico	Frequência
investigado	
Dificuldades em Matemática	3
Deficiência no desenvolvimento da linguagem	3
Crianças com alto QI	1
Crianças identificadas com baixa capacidade na MT	1
Comportamento agressivo	1

Transtorno de Personalidade Borderline 1
leve a limitrofe

Os demais estudos investigaram a influência de condições externas no desempenho da MT, como o estudo de Alansari e Soliman (2012), que verificou a diferença de performance da MT em diferentes culturas, e o de Julvez, Ribas-Fitó, Torrent, Forns, Garcia-Esteban e Sunyer (2007), que analisou o impacto na MT de crianças, filhas de gestantes com o hábito de fumar.

Muitos instrumentos foram identificados com o propósito de avaliar especificamente a MT em crianças. Dentre eles, a tarefa de dígitos (ordem inversa), subteste das Escalas Wechsler de Inteligência para Crianças, tanto a 3ª como a 4ª edição, foi utilizada em nove estudos. Para uma melhor visualização de todos os instrumentos/tarefas utilizados na avaliação da MT, a Tabela 3 reúne os paradigmas encontrados e a frequência de utilização.

Tabela 3

Descrição dos paradigmas utilizados nos instrumentos/tarefas de avaliação da memória de trabalho

Paradigma de avaliação da MT	Quantidade de estudos que utilizaram o paradigma (%)
Extensão de dígitos na ordem inversa	15 (68,18)
Extensão de dígitos na ordem direta	12 (54,54)
Memorizar uma lista de palavras e trabalhar com a sequência	7 (31,81)
Reconhecimentos de figuras	7 (31,81)
Reprodução de figuras	6 (27,27)
Previsão de movimentos	5 (22,72)
Reprodução de movimentos	5 (22,72)
Julgar a veracidade de uma frase e recordar a última palavra	4 (18,18)
Extensão de letras	4 (18,18)
Trabalhar com uma sequência de números específicos*	3 (13,63)
Anular e reformular regras	2 (9,09)
Modificar a posição de uma imagem mentalmente	2 (9,09)
Repetição de palavras sem sentido	2 (9,09)
Contagem em voz alta	1 (4,54)
Dizer o máximo de palavras possíveis em um tempo determinado	1 (4,54)
Realizar cálculos mentalmente e produzir sequências com as respostas	1 (4,54)

Nota Mais de um método foi utilizado em determinados estudos. *Não se enquadra na extensão de dígitos por não seguir o padrão de condução nesta tarefa.

A forma como os estudos mensuram o desempenho em MT pode ser observada pela frequência com que cada método foi recorrido. Atividades que envolviam a realização de cálculos, verbalização de palavras e contagem em voz alta foram as menos empregadas na avaliação da MT; em contraste com a extensão de dígitos na ordem inversa e direta, e tarefas com sequências de palavras, que foram as mais utilizadas. A extensão de dígitos na ordem inversa foi a tarefa mais empregada para a avaliação da MT nas crianças ($n=15$). Esta tarefa consiste na verbalização de uma sequência numérica, transmitida pelo examinador, onde o sujeito avaliado deverá repetir na ordem inversa. Foi identificada em quatro estudos que utilizaram a Escala Wechsler de Inteligência para Crianças – 3ª edição; e por cinco estudos com a 4ª edição da mesma escala. Ela tarefa também foi utilizada por outros seis estudos, entretanto com versões criadas pelos próprios autores ou inseridas em instrumentos em desenvolvimento.

O segundo objetivo da presente investigação foi avaliar a eficácia da tarefa frequentemente utilizada pelos estudos para a análise da memória de trabalho. O termo “eficácia”, aqui mencionado, refere-se a compreensão acerca da capacidade do teste (instrumento/tarefa) em distinguir os participantes em termos de diferenças de desempenho entre grupos (Zanon, & Filho, 2015). Para tanto, foi realizada uma metanálise a partir das médias de desempenho na extensão de dígitos na ordem inversa.

Apenas oito estudos participaram da metanálise, por apresentarem as médias de desempenho na tarefa e serem os únicos a compará-las em, pelo menos, dois grupos diferentes de crianças. A diferença das médias foi avaliada entre dois grupos: o primeiro, formado por amostras de crianças com alguma especificidade-alvo (grupo G1); e, no segundo, por amostras

de grupo controle (grupo G2). O grupo G1 selecionou as médias de desempenho na tarefa de crianças com alguma característica específica, sendo esta uma condição do ambiente, uma dificuldade específica, ou até a escolaridade diferente. A Tabela 4 detalha como as amostras dos estudos se dividiram na construção da metanálise.

Ao inserir os dados no *forest plot*, o tamanho do efeito estimado foi classificado como fraco ($g = -0,14$; IC 95% [- 1.077, 0.787]; $p < 0,001$), considerado os parâmetros especificados por Cohen (1988), onde a diferença entre as médias não foi fortemente estabelecida. O índice de heterogeneidade I^2 , dado em porcentagem, foi de 98,21% (heterogeneidade considerável). Tal resultado questiona a validade da combinação dos resultados.

Na investigação de problemas com o viés de publicação, pode-se observar que o resultado é enviesado com três estudos atípicos (*outliers*), localizados além do intervalo de confiança da estimativa. O método *funnel plot* identificou o problema ao informar quais os estudos estavam enviesando a metanálise. A aplicação do método *trim and fill* não plotou nenhum estudo adicional. Após a exclusão dos estudos de Calero et al. (2007), Wasserman et al. (2011) e Nieuwenhuijzen, Vriens, Scheepmaker, Smit e Porton (2010), sendo estes os *outliers* no conjunto de dados, a magnitude do tamanho do efeito foi classificado como pequeno ($g = -0,36$; IC [-0,497, -0,237]; $p = 0,587$), alterando significativamente a investigação (Figura 2). O resultado sugere que as médias no grupo G1 estão em pouco menos de 0,5 desvios-padrão abaixo das médias do grupo G2.

Tabela 4
Seleção das amostras dos estudos para a construção da metanálise

Estudo	Amostra	
	Grupo G1 (n)	Grupo G2 (n)
Calero, García-Martin, Jiménez, Kazén, & Araque (2007)	Crianças classificadas com alto QI (24)	Crianças índice de inteligência com normais (23)
<i>Leeuwen, Berg, Peper, Pol, & Boomsma (2008)</i>	<i>Irmãos gêmeos e seus pares (222)</i>	<i>Irmãos da mesma família que não são gêmeos (100)</i>
<i>Mammarella, Pazzaglia, Cornoldi & (2008)</i>	<i>Crianças estudantes da terceira série (72)</i>	<i>Crianças estudantes da quarta série (90)</i>
Nieuwenhuijzen, Vriens, Scheepmaker, Smit, & Porton (2010)	Crianças com Transtorno de Personalidade Borderline leve à limitrofe (38)	Crianças com desenvolvimento típico (40)
Wasserman et al. (2011)	Crianças com alta presença de arsênio e manganês no sangue (79)	Crianças com baixa presença de arsênio e manganês no sangue (77)
<i>Alansari & Soliman (2012)</i>	<i>Crianças do Kwait (192)</i>	<i>Crianças do Egito (192)</i>
<i>Swanson, Moran, Bocian, Lussier & Zheng (2012)</i>	<i>Crianças com dificuldades em matemática (15)</i>	<i>Crianças sem dificuldades em matemática (22)</i>
<i>Määttä, Laakso, Tolvanen, Ahonen & Aro (2013)</i>	<i>Crianças com desenvolvimento de linguagem abaixo da média e dificuldades simbólicas (21)</i>	<i>Crianças com desenvolvimento de linguagem na média (29)</i>

Nota Os estudos destacados em itálico são constitutivos da segunda metanálise, apresentada a seguir

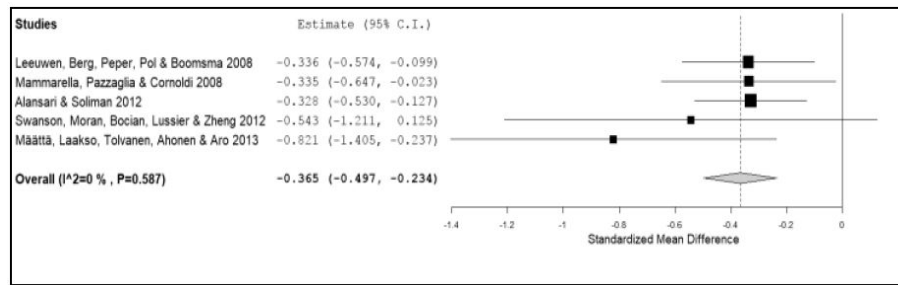


Figura 2

Forest plot com a exclusão dos outliers

Os estudos de Swanson et al. (2012) e Määttä et. al. (2013) apresentam um intervalo de confiança desproporcional quando comparados com os demais estudos, o que pode afetar a precisão da metanálise. Entretanto, comparado com a exclusão dos estudos anteriores, a retirada destes não influenciou na interpretação do tamanho do efeito ($g = -0,33$; $I^2 = 0\%$; IC 95% = $[-0,497, -0,235]$; $p = 0,587$). Ressalva-se que todos os intervalos de confiança cruzam o valor médio, indicativo de baixo grau de heterogeneidade.

Ao avaliar as amostras que compuseram esta análise, pode-se observar a presença de crianças com desenvolvimento típico e com uma diferença central: a idade. A maioria dos participantes do G2 eram de uma faixa etária mais avançada. Assim, levanta-se a hipótese de que a idade tenha sido a variável que contribuiu para esta diferença. Como a amostra de estudos é pequena e proveniente de seis países diferentes, realizar uma metanálise por país não indica nenhum dado que seja relevante para esta pesquisa.

Quando investigado o viés de publicação após a exclusão dos estudos atípicos, o *funnel plot* (Figura 3) evidenciou a simetria entre os resultados e a sobreposição dos diamantes; em consenso com o grau de heterogeneidade que não foi evidenciado ($I^2 = 0\%$). Este dado afirma que os estudos não apresentam viés de publicação e que as médias se correlacionam. O método *trim and fill* continuou sem identificar nenhum estudo adicional.

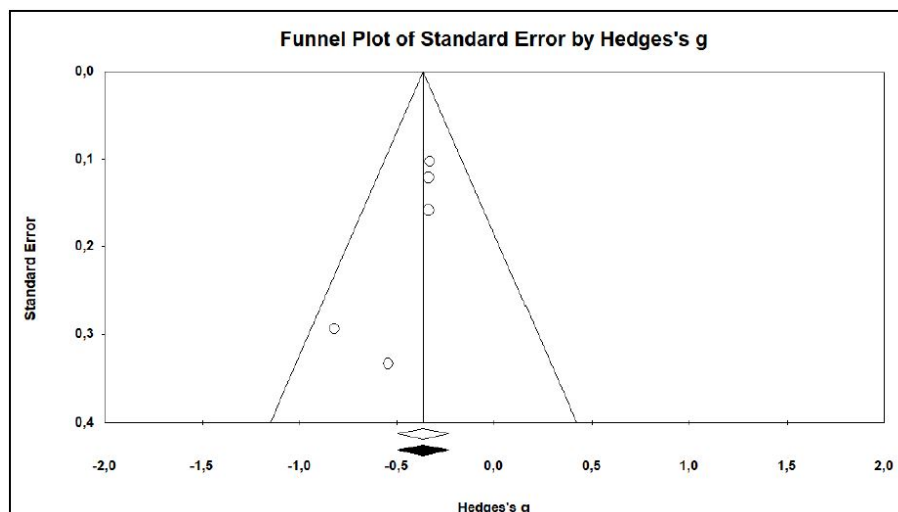


Figura 3
Funnel plot com exclusão dos outliers

Em 522 crianças do grupo G1 e 433 do grupo G2, a tarefa de extensão de dígitos na ordem inversa consegue diferenciar os participantes com o tamanho do efeito pequeno, (evidenciado pelo valor d de Hedges), mesmo com os grupos construídos a partir de uma especificidade-alvo e grupo controle. Apenas os estudos de Swanson et al. (2012) e Määttä et al. (2013) tiveram os intervalos de confiança com maior proporção; o que pode ser explicado pela composição da amostra, feita com crianças que apresentam déficits em matemática e no desenvolvimento da linguagem, respectivamente.

Discussão

Sabe-se que a memória de trabalho (MT) tem um papel fundamental para o desenvolvimento infantil e sua avaliação torna-se primordial. O objetivo desta revisão foi identificar, em pesquisas na última década, os instrumentos/tarefas utilizados para avaliar a MT em crianças, através de uma análise sistemática. A partir deste resultado, foi verificada a capacidade em que, o instrumento/tarefa mais utilizado, diferencia o desempenho de participantes em grupos distintos por especificidade-alvo e controle, e esta investigação foi mediada com a metanálise dos dados encontrados.

Como resultados, o estudo evidenciou que na última década, em pesquisas internacionais, a tarefa mais utilizada foi a extensão de dígitos na ordem inversa (*digit span reverse*). Os estudos apontaram para a relação entre a idade e o desempenho em MT, achados que indicam o seu desenvolvimento de forma progressiva. Em concordância, verifica-se que a tarefa possui pequena capacidade em distinguir os participantes em termos de diferenças individuais.

A utilização da extensão de dígitos na ordem inversa como um tipo de mensuração da MT ficou conhecida com os estudos de Baddeley e Hitch (Baddeley, 2000). Recentemente, o Instrumento de Avaliação

Neuropsicológica Breve Infantil (NEUPSILIN - Inf) elegeu a MT como um domínio cognitivo a ser avaliado e uma de suas tarefas foi a extensão de dígitos na ordem inversa. Salles et al. (2014), ao realizarem uma análise fatorial confirmatória do instrumento, identificaram que esta tarefa, dentre as que avaliavam o construto, foi a que mais contribui para a formação do fator MT.

Boa parte das pesquisas se utilizam deste paradigma e, consequentemente, modelos teóricos de MT foram construídos com base nele. Discutem Wilhelm, Hildebrant e Oberauer (2013) o cuidado de se utilizar apenas a extensão de dígitos como uma medida de MT. Para eles, agir desta forma pode comprometer as conclusões do avaliador que, ao acreditar ter mensurado a MT, verificou apenas uma parte de sua influência no desempenho da tarefa.

Em seu modelo teórico, que revisa os conceitos envolvidos na compreensão das funções executivas (das quais, a MT é nuclear), Diamond (2013) afirmou ser a extensão de dígitos na ordem inversa uma medida “que se aproxima” da mensuração da MT. Para ela, pedir ao avaliando que organize os itens, reordene sequências de palavras por categorias, e separe os itens em contextos distintos são excelentes medidas de avaliação da MT. Neste sentido, apenas as categorias “Memorizar uma lista de palavras e trabalhar com a sequência” e, “Trabalhar com uma sequência de números específicos” seriam as mais aconselhadas para avaliação.

Dentre os artigos encontrados na revisão sistemática, o modelo de Baddeley e Hitch (1974) e suas novas considerações (Baddeley, 2000) foi o mais utilizado para a explicação da MT, o que também justifica a utilização da extensão de dígitos como uma primeira alternativa de escolha. Entretanto, estudos recentes têm escolhido a avaliação da MT em crianças, juntamente com outras medidas de funções executivas (Barros, & Hazin, 2013; Brydges, et al., 2014; Diamond, 2013; Dias, et al., 2018; Gonçalves, et al., 2017), por fazerem parte de um conjunto de habilidades interdependentes.

Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Zanella e Valentini (2016), que confirmaram a utilização do modelo multicomponente como o mais utilizado para a explicação de resultados referentes a MT. Em concordância, Sbicigo, Abaid, Dell’Aglia e Salles (2013), no intuito de investigar a influência do nível socioeconômico nas funções executivas, desenvolveram uma revisão sistemática que também indicou o uso da extensão de dígitos na ordem inversa como uma tarefa recorrente na literatura para a avaliação da MT em crianças.

Embora seja a tarefa mais utilizada, deve-se ressaltar o impacto que a escolha desta ferramenta pode causar sobre os resultados. Neste aspecto, foi investigada a capacidade que a extensão de dígitos na ordem inversa apresenta em distinguir os participantes em termos de diferenças individuais (Zanon, & Filho, 2015), através de uma metanálise. Como resultado, o estudo identificou uma diferença significativa entre as médias dos grupos, com tamanho de efeito pequeno e a hipótese da variável idade como diferença central entre os dois grupos.

A presença de homogeneidade na formação dos grupos da metanálise, após a exclusão dos estudos que trabalharam com transtornos específicos, justifica a dificuldade existente na escolha da extensão de dígitos, como única fonte de informação para a avaliação da MT em crianças. É esperado que o desempenho em MT aumente com a idade (Swanson, 2017) e seja aprimorado com a passagem pelos anos escolares (Cordeiro, Tomaz e Minervino, 2019). Contudo, este resultado não foi refletido para o grupo G2, que contempla as indicações da literatura específica. Este achado questiona a escolha da tarefa como medida única para avaliação da MT.

Na população infantil, a capacidade de manter a informação na mente se desenvolve muito cedo, como pode ser visto em bebês de nove a 12 meses, que conseguem atualizar o conteúdo na consciência (Bell, & Cuevas, 2016). Trabalhar com a informação retida é vista se desenvolver, de maneira progressiva, a partir dos 4 anos de idade (Fitzpatrick, & Pagani, 2012; Davidson, Amso, Anderson, & Diamond, 2006; Anderson, 2002; Luciana, & Nelson, 1998). Em seu estudo, Swanson (2017) também constata sobre a influência da idade, ao sugerir que o desempenho em MT seja dado sob dois aspectos: no campo verbal, onde seu ápice acontece aos 26 anos, e no campo visuoespacial, aos 18.

Portanto, é justificada pela literatura que a idade tenha influenciado na diferença entre as médias dos grupos G1 e G2. Em contrapartida, a randomização representa a melhor maneira de minimizar o viés de seleção, certificando a eficácia da avaliação neuropsicológica. Neste sentido, como limitação do estudo, percebe-se que, na presente revisão, a maioria dos estudos incluídos não realizaram randomização, o que pode interferir nos resultados, ao se tratar da eficácia da tarefa, resumindo-se apenas para crianças que se assemelham as características amostrais dos estudos analisados. Nesta pesquisa, a proposta para estudos futuros se dá na investigação da mesma eficácia também em grupos clínicos (excluídos desta análise por serem considerados outliers).

Outra limitação no presente estudo se pauta na quantidade de estudos avaliados. Este número pode ter influenciado no poder estatístico, de forma considerável, mesmo com o cálculo estatístico escolhido para a análise sendo o mais adequado (Hedges & Olkin, 1985). Com isso, pesquisas futuras podem considerar a avaliação da MT em crianças, com os paradigmas aqui expostos e relacionar com estes achados.

O conceito da prática baseada em evidência requer o uso adequado e criterioso das melhores evidências de estudos clínicos para nortear a escolha do instrumento mais adequado para o objetivo da avaliação neuropsicológica, aliada à experiência prática do profissional. Neste sentido, a utilização da extensão de dígitos na ordem inversa é indicada para a avaliação da MT em crianças, em conjunto com outras tarefas, por ser aceito que a eficácia tenha sido limitada apenas para crianças com características específicas das amostras analisadas. Atitudes como esta, oferecem um panorama mais elaborado sobre as virtudes, as características e as necessidades do indivíduo no determinado momento da avaliação (Reppold, & Gurgel, 2015).

Considerações Finais

O processo de avaliação da memória de trabalho (MT) exige a utilização de instrumentos/tarefas que atendam a critérios psicométricos e que tenham em sua construção um respaldo teórico. Analisar a MT é um dos aspectos importantes para a avaliação infantil, interligado a fatores de desempenho escolar. Neste sentido, a presente investigação conclui que a tarefa de extensão de dígitos é a primeira escolha entre os pesquisadores para análise de MT e verifica-se que o instrumento possui pequena capacidade em distinguir os participantes em termos de diferenças no desempenho da tarefa.

Repetir uma sequência de dígitos na ordem inversa tem como objetivo a análise da MT auditiva. A aplicação desta tarefa com a população adulta tem sido reconhecida há décadas, além de seu papel fundamental na construção de modelos explicativos sobre a MT. Entretanto, este paradigma apresenta limitações específicas para a avaliação em crianças. A partir das discussões da literatura científica, e aliado com a prática clínica dos autores do presente estudo, observa-se que a compreensão das instruções da tarefa pode ser considerada como uma variável que contribui para a dificuldade das crianças em compreenderem o que lhes é proposto. Neste sentido sugere-se que, em pesquisas futuras, seja observada a compreensão dos enunciados como variável de controle e assim, confirmem esta hipótese.

Por fim, o presente estudo também recomenda que os avaliadores se utilizem de outras medidas para a compreensão total do desempenho em MT. Como alternativa, a partir achados neste estudo, é construir instrumentos que priorizem o ordenamento seriado de informações e que a manipulação destas sequências seja privilegiada, com itens mais concretos e de fácil compreensão para o público infantil. Novas pesquisas estão em execução para a atualização e o aprimoramento dos resultados supracitados.

Referências

- Adams, E. J., Nguyen, A. T., & Cowan, N. (2018). Theories of Working Memory: Differences in Definition, Degree of Modularity, Role of Attention, and Purpose. *Language, speech, and hearing services in schools*, 49(3), 340–355. doi: 10.1044/2018_LSHSS-17-0114
- Alansari, B. M., & Soliman, A. M. (2012). Meansurement invariance of working memory measures across two arabic cultures. *Perceptual & Motor Skills: Learning & Memory*, 115, 43-59. doi:10.2466/22.03.08.PMS.115.4.43-59
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Kirkwood, H., & Elliott, J. (2009). The working memory ratings scale: A classroom-based behavioral assessment of working memory. *Learning and Individual Differences*, 19(2009), 242-245. doi: 10.1016/j.lindif.2008.10.003
- Anderson, P. (2002). Assessment and Development of Executive Function (EF) During Childhood. In: *Child Neuropsychology*, 8(2), 71-82. doi: 10.1076/chin.8.2.71.8724.

- Baddeley, A. D., Hitch, G. J., & Allen, R. J. (2019). From short-term store to multicomponent working memory: The role of the modal model. *Memory & cognition*, 47(4), 575–588. doi: 10.3758/s13421-018-0878-5
- Baddeley A. (2012). Working memory: theories, models, and controversies. *Annual review of psychology*, 63, 1–29. doi: 10.1146/annurev-psych-120710-100422
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new componente of working memory?, *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423. doi: 10.1016/S1364-6613(00)01538-2
- Baddeley, A.D., & Hitch, G. (1974). Working Memory. Em: Bower, G.A. (Ed). *Recent advances in learning and motivation*. New York: Academic Press.
- Barros, P. M., & Hazin, I. (2013). Avaliação das Funções Executivas na Infância: Revisão dos Conceitos e Instrumentos. *Psicologia em Pesquisa*, 7(1), 13-22. doi: 10.5327/Z1982-12472013000100003
- Bell, M. A., & Cuevas, K. (2016). Psychobiology of executive function in early development. In P. McCardle, L. Freund & J. A. Griffin, *Executive Function in Preschool Age Children: Integrating Measurement, Neurodevelopment and Translational Research*. (pp. 157-179). Washington: American Psychological Association. doi: 10.1037/14797-008
- Borenstein, M., Hedges, L., Higgins, J., & Rothstein, H. (2009). *Introduction to meta-analysis*. Chichester, England: Wiley. doi: 10.1002/9780470743386
- Bouchacourt, F., & Buschman, T. J. (2019). A Flexible Model of Working Memory. *Neuron*, 103(1), 147–160. doi: 10.1016/j.neuron.2019.04.020
- Brydges, C. R., Fox, A. M., Reid, C. L., & Anderson, M. (2014). The differentiation of executive functions in middle and late childhood: a longitudinal latent-variable analysis. *Intelligence*, 47, 34-43. doi: 10.1016/j.intell.2014.08.010
- Calero, M. D., García-Martín, M. B., Jiménez, M. I., Kazén, M., & Araque, A. (2007). Self-regulation advantage for high-IQ children: Findings from a research study. *Learning and Individual Differences*, 7, 328-343. doi: 10.1016/j.lindif.2007.03.012
- Chai, W. J., Abd Hamid, A. I., & Abdullah, J. M. (2018). Working Memory From the Psychological and Neurosciences Perspectives: A Review. *Frontiers in psychology*, 9, 401. doi: 10.3389/fpsyg.2018.00401
- Chalmers, K., & Freeman, E. (2019). Working Memory Power Test for Children. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 37(1), 105 111. doi: 10.1177/0734282917731458
- Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences (2. Ed.). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cordeiro, A. S., Tomaz, D. F. O., & Minervino, C. A. S. M. (2019). Memória de trabalho infantil: Informatização de uma tarefa avaliativa. *Revista Neuropsicologia Latinoamericana*, 11(2), 21-33. doi: 10.5579/rnl.2016.0493
- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44, 2037-2078. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006

- Demetriou, A., Spanoudis, G., Žebec, M. S., Andreou, M., Golino, H., & Kazi, S. (2018). Mind-Personality Relations from Childhood to Early Adulthood. *Journal of Intelligence*, 6(4), 51. doi: 10.3390/jintelligence6040051
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135-168. doi: 10.1146/annurev-psych-113011-143750
- Diamond, A. (2012). Activities and programs that improve children's executive functions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(5), 335-341. doi:10.1177/0963721412453722
- Dias, N. M., Maioli, M. C. P., Santos, C. C., & Mecca, T. P. (2018). Funções executivas e modelos explicativos de padrões comportamentais em pré-escolares. *Revista Neuropsicologia Latinoamericana*, 10(1), 24-34. doi: 10.5579/rnl.2016.0377
- Fitzpatrick, C., & Pagani, L. S. (2012). Toddler working memory skills predict kindergarten school readiness. *Intelligence*, 40, 205-212. doi: 10.1016/j.intell.2011.11.007
- Fletcher, J. M., & Grigorenko, E. L. (2017). Neuropsychology of Learning Disabilities: The Past and the Future. *Journal of the International Neuropsychological Society : JINS*, 23(9-10), 930-940. doi: 10.1017/S1355617717001084
- Giofrè, D., Mammarella, I. C., & Cornoldi, C. (2013). The structure of working memory and how it relates to intelligence in children. *Intelligence*, 41, 396-406. doi: 10.1016/j.intell.2013.06.006
- Gonçalves, H. A., Viapiana, V. F., Sartori, M. S., Giacomoni, C. H., Stein, L. M., & Fonseca, R. P. (2017). Funções executivas predizem o processamento de habilidades básicas de leitura, escrita e matemática?. *Revista Neuropsicologia Americana*, 9(3), 42-54. doi: 10.5579/rnl.2016.0393
- Guzmoan-Orth, D., Grimm, R., Gerber, M., Orosco, M., Swanson, H. L., & Lussier, C. (2014). Psychometric properties of the Working Memory Rating Scale for Spanish-speaking English language learners. *Journal Psychoeducational Assessment*, 1-13. doi: 10.1177/0734282914558710
- Haase, V. G., & Lacerda, S. S. (2004). Neuroplasticidade, variação interindividual e recuperação funcional em neuropsicologia. *Temas em Psicologia da SBP*, 12, 28-42. Recuperado em 15 de outubro de 2020, de http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-389X2004000100004&lng=pt&tlng=pt.
- Hedges, L. V., & Olkin, I. (1985). *Statistical Methods for Meta-Analysis*. Orlando, FL: Academic Press.
- Jaschke, A. C., Honing, H., & Scherder, E. (2018). Exposure to a musically-enriched environment; Its relationship with executive functions, short-term memory and verbal IQ in primary school children. *PloS ONE*, 13(11), e0207265. doi: 10.1371/journal.pone.0207265
- Julvez, J., Ribas-Fitó, N., Torrent, M., Forns, M., & Garcia- Esteban, R. et. al. (2007). Maternal smoking habits and cognitive development of children at age 4 years in a population-based birth cohort. *International Journal of Epidemiology*, 1-8. doi: 10.1093/ije/dym107
- Kapantzoglou, M., Restepo, M. A., Gray, S., & Thompson, M. S. (2015). Language ability groups in bilingual children: A latent profile analysis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 58, 1549-1562. doi: 10.1044/2015_JSLHR-L-14-0290

- Luciana, M., & Nelson, C. A. (1998). The functional emergence of prefrontally-guided working memory systems in four- to eight-year-old children. *Neuropsychologia*, 36 (3), 273-293. doi: 10.1016/S0028-3932(97)00109-7
- Malloy-Diniz, L. F., Mattos, P., Abreu, N., & Fuentes, D. (2016). O exame neuropsicológico: o que é e para que serve? Em Malloy-Diniz, L. F., Mattos, P., Abreu, N., & Fuentes, D., Neuropsicologia: aplicações clínicas (pp. 21- 34). Porto Alegre: Artmed.
- Mammarella, I. C., Pazzaglia, F., & Cornoldi, C. (2008). Evidence for different components in children's visuospatial working memory. *British Journal of Developmental Psychology*, 26, 337-355. doi: 10.1348/026151007X236061
- Määttä, S., Laakso, M., Tolvanen, A., Ahonen, T., & Aro, T. (2013). Children with differing developmental trajectories of prelinguistic communication skills: language and working memory at age 5. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 57, 1026- 1039. doi: 10.1044/2014_JSLHR-L-13-0012
- Noronha, A. P. P. (2002). Os problemas mais graves e mais frequentes no uso dos testes psicológicos. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 15(1), 135-142. doi: 10.1590/S0102-79722002000100015
- Pacilli, M. G., Tomasello, C., & Cadinu, M. (2016). Exposure to Sexualized Advertisements Disrupts Children's Math Performance by Reducing Working Memory. *Sex Roles*, 1-10. doi: 10.1007/s11199-016-0581-6
- Passolunghi, M. C., & Mammarella, I. C. (2012). Selective spatial working memory impairment in a group of children with mathematics learning disabilities and poor problem-solving skills. *Journal of learning disabilities*, 45(4), 341-350. doi: 10.1177/0022219411400746
- Raaijmakers, M. A., Smidts, D. P., Sergeant, J. A., Maassen, G. H., Posthumus, J. A., van Engeland, H., & Matthys, W. (2008). Executive functions in preschool children with aggressive behavior: impairments in inhibitory control. *Journal of abnormal child psychology*, 36(7), 1097-1107. doi: 10.1007/s10802-008-9235-7
- Reppold, C. T., & Gurgel, L. G. (2015). O papel do teste na avaliação psicológica. Em Hutz, C. S., Bandeira, D. R., & Trentini, C. M. (Orgs.), *Psicometria* (pp. 147-164). São Paulo: Artmed.
- Salles, J. F., Sbicigo, J. B., Machado, W. L., Miranda, M. C., & Fonseca, R. P. (2014). Análise fatorial confirmatória do Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Infantil (NEUPSILIN). *Revista Psico-USF*, 19(1), 119-130. doi: 10.1590/S1413-82712014000100012
- Sbicigo, J. B., Abaid, J. L. W., Dell'Aglia, D. D., & Salles, J. F. d. (2013). Nível socioeconômico e funções executivas em crianças/adolescentes: Revisão sistemática. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, 65(1), 51-69. Recuperado em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-52672013000100005&lng=n&tlng=pt.
- Swanson, H. L. (2017). Verbal and visual-spatial working memory: what develops over a life span?. *Developmental Psychology*, 53(5), 971-995. doi: 10.1037/dev0000291
- Swason, H. L., Moran, A. S., Bocian, K., Lusier, C., & Zheng, X. (2012). Generative Strategies, working memory, and word problem solving

- accuracy in children at risk for math disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 36(4), 203-214. doi: 10.1177/0731948712464034
- van Bergen, E., Vasalampi, K., & Torppa, M. (2020). How are practice and performance related? development of reading from age 5 to 15. *Reading Research Quarterly*, 0(0), 1-20. doi: 10.1002/rrq.309.
- van Nieuwenhuijzen, M., Vriens, A., Scheepmaker, M., Smit, M., & Porton, E. (2011). The development of a diagnostic instrument to measure social information processing in children with mild to borderline intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 32, 358-370. doi: 10.1016/j.ridd.2010.10.012
- van Leeuwen, M., van den Berg, S. M., Peper, J. S., Hulshoff Pol, H. E., & Boomsma, D. I. (2009). Genetic covariance structure of reading, intelligence and memory in children. *Behavior genetics*, 39(3), 245–254. doi: 10.1007/s10519-009-9264-1
- Vock, M., & Holling, H. (2008). The measurement of visuo– spatial and verbal–numerical working memory: Development of IRT-based scales. *Intelligence*, 36, 161– 182. doi: 10.1016/j.intell.2007.02.004
- Wasserman, G. A., Liu, X., Parvez, F., Factor-Litvak, P., Kline, J. et. al. (2016). Child intelligence and reductions in water arsenic and manganese: a two-year follow-up study in Bangladesh. *Environmental Health Perspectives*, 124(7), 1114-1120. doi: 10.1289/ehp.1509974
- Wasserman, G. A., Liu, X., Lolocono, N. J., Kline, J., Factor- Litivak, P., van Geen, A. et. al. (2014). A cross-sectional study of well water arsenic and child IQ in maine schoolchildren. *Environmental Health*, 13(1), 13-23. doi:10.1186/1476-069X-13-23.
- Wasserman, G. A., Liu, X., Parvez, F., Factor-Litvak, P., Ahsan, H., Levy, D., et. al. (2011). Arsenic and manganese exposure and children's intellectual function. *NeuroToxicology*, 32, 450-457. doi: 10.1016/j.neuro.2011.03.009
- Watkins, M. W., & Smith, L. G. (2013). Long-term stability of the Wechsler Intelligence Scale for Children--Fourth Edition. *Psychological assessment*, 25(2), 477–483. doi: 10.1037/a0031653
- Wilhelm, O., Hildebrandt, A., & Oberauer, K. (2013). What is working memory capacity, and how can we measure it?. *Frontiers in psychology*, 4, 433. doi: 10.3389/fpsyg.2013.00433
- Zanon, C., & Filho, N. H. (2015). Fidedignidade. Em Hutz, C. S., Bandeira, D. R., & Trentini, C. M. (Orgs.), *Psicometria* (pp. 85-95). São Paulo: Artmed.
- Zanella, L. W., & Valentini, N. C. (2016). Como funciona a memória de trabalho? Influências na aprendizagem de crianças com dificuldades de aprendizagem e crianças com desordem coordenativa desenvolvimental. *Medicina (Ribeirão Preto)*, 49 (2), 160-174. doi: 10.11606/issn.2176-7262.v49i2p160-174