

Ano 12, Vol XXIII, Número 1, jan-jun, 2019, Pág.130-151.

## FUNÇÕES EXECUTIVAS E MATEMÁTICA: EXPLORANDO AS RELAÇÕES

Alanny Nunes de Santana, Antonio Roazzi, Monilly Ramos Araujo Melo, Suely A. do N. Mascarenhas & Bruno Campello de Souza

**Resumo:** As Funções Executivas (FE) são habilidades cognitivas relacionadas ao planejamento, realização e monitoramento de comportamentos intencionais, tendo as diferenças individuais em FE implicações consistentes e substanciais no desempenho em matemática. Assim, considerando a falta de consenso na área, este artigo de revisão objetivou identificar as relações estabelecidas entre FE e matemática nos estudos publicados nos últimos dezoito anos. Empreendeu-se uma busca nas bases CAPES e SciELO por artigos em português, inglês e espanhol. Os resultados demonstram a escassez de estudos nacionais e um aumento no número de publicações internacionais nos últimos nove anos. O uso de instrumentos psicológicos foi unânime nas pesquisas. A tríade executiva - memória de trabalho (MT), controle inibitório (CI) e flexibilidade cognitiva (FC) - foi avaliada na maioria dos artigos, assim como a população infantil, sendo a MT o componente mais analisado em sua relação com a matemática. Pode-se concluir que são necessárias mais pesquisas nacionais na área e que, apesar da prevalência da MT, não se sabe seguramente qual componente mais prevê o desempenho em matemática, na medida em que parte dos estudos analisados avaliou apenas um ou dois dos componentes básicos das FE, não nos permitindo tirar conclusões sobre a influência dos demais.

**Palavras-chave:** Funções Executivas; Componentes cognitivos; Matemática.

**Abstract:** Executive Functions (EF) are cognitive skills related to planning, realization and monitoring of intentional behaviors, with individual differences in EF having consistent and substantial implications for mathematical performance. Thus, considering the lack of consensus in the area, this review article aimed to identify the relationships established between EF and mathematics in studies published in the last eighteen years. A search of CAPES and SciELO databases was undertaken for articles in Portuguese, English and Spanish. The results demonstrate the scarcity of national studies and an increase in the number of international publications in the last nine years. The use of psychological instruments was unanimous in the researches. The three executive components - working memory (WM), inhibitory control (IC) and cognitive flexibility (CF) - were evaluated in most articles, as well as the infant population, with WM being the most analyzed component in relation to mathematics. It can be concluded that more national research is needed in the area and that, despite the prevalence of WM, it is not known which component is able to predict mathematical performance more accurately, since part of the studies analyzed evaluated only one or two of the basic components of the FE, not allowing us to draw conclusions about the influence of the other components.

**Keywords:** Executive Functions; Cognitive components; Mathematics

## Introdução

Embora a psicologia cognitiva tenha feito avanços consideráveis em relação a várias áreas da cognição nos últimos anos, levando à formulação de números significativos de teorias e modelos, ainda permanece uma área a ser desbravada e compreendida em mais detalhes, sendo esta a que diz respeito às funções executivas (FE) (e.g., Fodor, 1983; Karmiloff-Smith, 1992; Monsell, 1996). De fato, ainda não temos formulada uma teoria capaz de explicar adequadamente de forma detalhada os mecanismos de controle capazes de coordenar os diferentes processos cognitivos e, portanto, garantir a máxima flexibilidade para o comportamento humano, que de outra forma estaria restrito a atos estereotipados. Além do mais, o domínio das FE é distinto de outros domínios cognitivos, como percepção, memória e linguagem, entretanto, não há um acordo substancial sobre a definição geral dos FEs, de modo que a natureza unitária ou múltipla deste construto ainda é controversa (e.g., Blair, Zelazo & Greenberg, 2005). Neste artigo visamos inicialmente refletir sobre os avanços e perspectivas na área sobre a questão relativa a natureza e as características das FE e, em seguida, iremos abordar especificamente a relação das FE com as habilidades matemáticas.

De modo geral o termo função executiva é comumente utilizado no intuito de descrever uma variedade de processos auto regulatórios que incluem o comportamento intencional direcionado a objetivos, os processos cognitivos que permitem flexibilidade, o erro de detecção e a resolução de conflitos (Roebers, Cimeli, Röthlisberger & Neuenschwander, 2012). As FE são um sistema complexo de módulos funcionais da mente que regulam os processos de planejamento, controle e coordenação do sistema cognitivo, e que governam a ativação e a modulação de esquemas e processos cognitivos (Desoete & Weerdt, 2013; Hedden & Gabrieli, 2004; Malloy-Diniz et al., 2014).

Afirma-se que o funcionamento das FE permite ao indivíduo emitir comportamentos direcionados a metas, levando-o a se motivar para iniciar os dias, a planejar suas atividades, a frear comportamentos inadequados, a lidar bem com os estresses da vida diária e a aprender com os seus erros (Andrade et al., 2016; Hintermair, 2013). Entretanto, apesar de se considerar a importância dessas funções, ainda não existe um consenso científico a respeito da estrutura e composição das FE,

podendo-se afirmar a existência de diferentes modelos teóricos, coexistindo, portanto, diversas definições e hipóteses relacionadas a estas habilidades.

Nesse contexto, a literatura da área aponta para a existência da problemática dicotomia Função Executiva *versus* Funções Executivas, revelando a indiscutível relevância teórica da construção de um consenso a respeito da definição e dos componentes das FE (Brookshire, Levin, Song & Zhang, 2004; Denckla, 1996; Fodor, 1983; Garon, Bryson & Smith, 2008). Questiona-se constantemente se as FE se referem a um construto único (visão unitária) ou a vários construtos paralelos e integrados (visão componencial), assim como se discute a respeito de quais são os componentes das Funções Executivas (Kluwe-Schiavon, Viola & Grassi-oliveira, 2012; Malloy-Diniz et al., 2014).

A falta de uma definição unificada é problemática pois reverbera em diferentes medidas de avaliação neuropsicológica, impossibilitando análises comparativas entre estudos e enfraquecendo os achados científicos na direção de dados normativos sobre estas funções. Situado em apoio tanto às visões unitárias quanto componenciais das FE se encontra o modelo da tríade executiva, proposto por Miyake et al. (2000). Nesta investigação Miyake et al., (2000) apontaram que as três funções executivas alvo eram claramente distinguíveis, mesmo que não completamente independentes uma da outra, pois pareciam compartilhar algum fator subjacente comum. Em outras palavras, as funções executivas de flexibilidade (*shifting*), inibição (*inhibition*), e atualização e monitoramento (*updating*) são construtos separáveis, mas ao mesmo tempo, moderadamente correlacionados, destacando a natureza tanto unitária como fracionária das funções executivas (ver Figura 1).

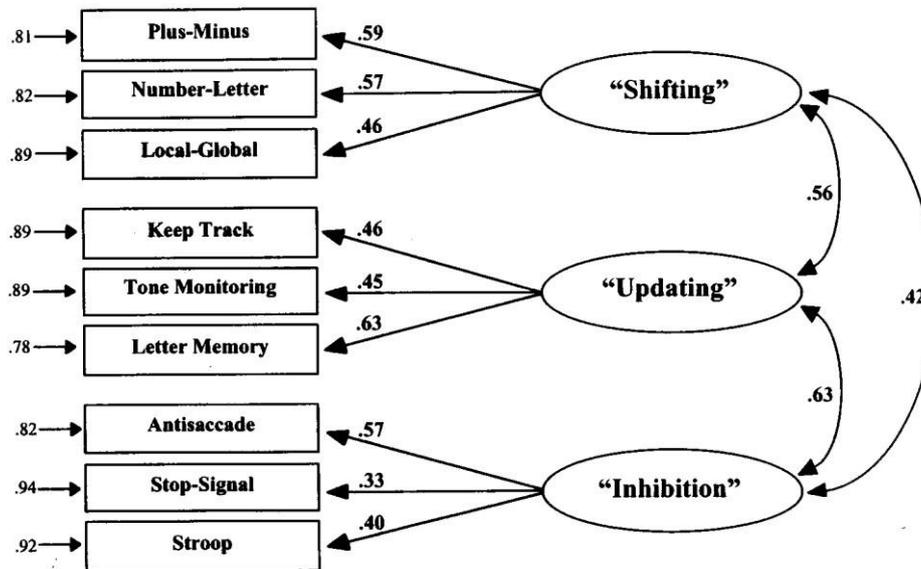


Figura 1. O modelo de equação estrutural de três fatores identificado por Miyake et al. (2000).

Esses resultados de Miyake et al. (2000) auxiliam a desvendar a controvérsia das duas perspectivas “visão unitária versus visao componencial” ou “unidade versus diversidade”, que nos últimos anos tem animado o debate sobre as funções executivas. Observa-se, portanto, que uma simples dicotomia não é suficiente para explicar esse fenômeno, sendo preciso levar em consideração os dois aspectos para se ter uma visão mais detalhada das funções executivas.

A perspectiva da tríade executiva, por abranger um modelo de múltiplos processos, vem sendo bastante utilizada nos procedimentos de avaliação neuropsicológica, reabilitação e no desenvolvimento de pesquisas na área das FE. Considera-se que existem três funções executivas básicas, cuja ativação ocorre no lobo frontal ou lobo executivo, a saber: a Memória de Trabalho (MT), o Controle Inibitório (CI) e a Flexibilidade Cognitiva (FC).

A memória de trabalho se refere ao armazenamento temporário das informações, possibilitando a manipulação destas de acordo com as exigências ambientais. Dentre os distintos modelos de MT, o proposto por Baddeley considera a atenção enquanto central para o armazenamento temporário de uma informação. Para o autor, há um sistema de controle atencional chamado de *central executiva* que é auxiliado por três subcomponentes: alça fonológica (processa informações verbais), esboço visuoespacial

(processa informações visuais e espaciais) e buffer episódico (responsável pela integração de informações) (Baddeley, 1996, 2000).

O controle inibitório, segundo componente, pode ser definido como a habilidade de postergar ou inibir uma resposta baseada na capacidade de avaliar múltiplos fatores. Diamond (2013) afirma que o controle inibitório envolve a capacidade de controlar a atenção, comportamentos, pensamentos e/ou as emoções para anular uma forte predisposição interna ou atração externa e, em vez disso, fazer o que é mais apropriado ou necessário. Enquanto isso, a flexibilidade cognitiva se relaciona à capacidade do indivíduo de mudar ou alternar seus objetivos quando o plano inicial não é bem sucedido, permitindo o ajustamento flexível às novas demandas (León, Rodrigues, Seabra & Dias, 2013).

O desenvolvimento das FE remonta desde o início da infância dos indivíduos, mas, assim como quaisquer outras habilidades cognitivas, apresentam variações de um indivíduo para o outro. Nesse contexto, compreende-se que as diferenças individuais nas FE têm implicações consistentes e substanciais em todos os âmbitos da vida e, em especial, no desempenho escolar. Roebers et al. (2012) apontam que as FE são repetidamente pesquisadas e entendidas enquanto poderosas preditoras da prontidão escolar e do aproveitamento escolar. Tais funções, quando integradas, estão diretamente relacionadas ao desempenho acadêmico em diversas áreas, tais como a matemática e a linguagem, na medida em que permitem o desenvolvimento do autocontrole, a manipulação de ideias, a atenção seletiva e sustentada, dentre outras habilidades necessárias ao processo de aprendizagem (Corso, Sperb, Jou & Salles, 2013).

Corroborando, Bull e Scerif (2001) afirmam que as pesquisas na área vêm assegurando que o funcionamento executivo é um bom preditor de desempenho escolar, pois alguns estudos mostram esse resultado mesmo após o controle de outros potenciais fatores explicativos, tais como a recuperação da memória de longo prazo, o processamento fonológico e a velocidade de processamento de informações. Nesse sentido, algumas pesquisas demonstram que as habilidades executivas são preditoras de um bom desempenho acadêmico e que o prejuízo em algumas dessas habilidades pode levar a dificuldades de aprendizagem (Capovilla & Dias, 2008; Corso, Sperb, Jou & Salles, 2013; García, et al, 2016).

Roebbers et al. (2012) afirmam que existem efeitos diretos da relação entre desempenho em FE e desempenho em matemática. Todavia, conforme Vascolcelos (2008), existe por parte dos pesquisadores de neuropsicologia, do governo e da população uma preocupação persistente com o desempenho escolar em habilidades de leitura e escrita, o que, infelizmente, não pode ser dito em relação a matemática.

Tratando-se especificamente da matemática, pode-se afirmar a existência de poucos estudos recentes sobre a sua relação com as habilidades executivas, destacando-se neste campo as pesquisas internacionais, como as desenvolvidas por Desoete e Weerdt (2013), Purpura e Ganley (2014) e Szucs et al. (2013). Logo, destaca-se a importância da realização de estudos relacionados a problemática do baixo desempenho de estudantes em matemática comprovado no Brasil, assim como de pesquisas que evidenciem fatores explicativos dos resultados negativos de avaliações nacionais e internacionais, como as do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA, Brasil, 2015) e do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB, 2017<sup>1</sup>).

Além disso, o estudo das relações entre Funções Executivas e desempenho matemático escolar se mostra preponderante, na medida em que, conforme Vasconcelos (2008), fatores do funcionamento executivo são decisivos na qualidade desse desempenho. Destaca-se ainda que não foram encontradas revisões de literatura acerca da relação estabelecida entre FE e Matemática que identifiquem os componentes executivos e temáticas mais analisados, não havendo estudos em psicologia que sumarizem os dados oriundos das pesquisas disponíveis já realizadas sobre o assunto.

Diante das questões apresentadas, o presente artigo objetivou, a partir de uma revisão da literatura, identificar as relações estabelecidas entre funções executivas e matemática, nos estudos publicados nos últimos dezoito anos. Apresentaremos os componentes executivos avaliados, bem como os componentes mais enfatizados pela literatura na relação com a Matemática. No intuito de fornecer um panorama geral acerca dos estudos na área, foram incluídas pesquisas de diferentes nacionalidades. O texto se encontra dividido em mais quatro seções nas quais são detalhados o método empregado, os resultados e discussão, as considerações finais e, por fim, são apresentadas as referências que embasaram a construção do artigo.

---

<sup>1</sup> Resultados do SAEB disponíveis em: <http://portal.inep.gov.br/educacao-basica/saeb/resultados>

## Método

Esta pesquisa se caracteriza enquanto exploratória e descritiva (Gil, 2008). Para a sua elaboração recorreu-se à pesquisa bibliográfica. O levantamento dos estudos ocorreu no mês de agosto de 2018 a partir da utilização de dois recursos tecnológicos de busca, a saber: as bases de periódicos da CAPES – Coordenação e Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e a *Scientific Electronic Library Online* (SciELO). Para a seleção dos artigos foram utilizados, em inglês, os seguintes descritores: “*Executive Functions and Mathematics*”, “*Executive Functioning and Mathematics*”, “*Executive Functioning and Math*” e “*Executive Functions and Math*”. A seleção a partir de descritores em língua inglesa decorreu do fato de que tanto os textos em português quanto os textos em espanhol apresentam descritores também em inglês.

Destaca-se que os termos utilizados foram escolhidos com base nas diferenças dos descritores reconhecidos por cada mecanismo de busca textual, objetivando alcançar o maior número de estudos possível. Foram implementados os filtros disponíveis nas bases de dados no intuito de aproximar o conteúdo encontrado ao tema em estudo. O refinamento na base CAPES ocorreu considerando os seguintes tópicos: “*Executive Functions*”, “*Mathematics*”, “*Learning*”, “*Cognition*”, “*Artigos*” e “*Periódicos revisados por pares*”. Na SciELO se utilizou apenas a filtragem por “*Artigos*” e “*Periódicos revisados por pares*”. Nos dois mecanismos de busca foram considerados os recortes temporal e idiomático, sendo incluídos estudos publicados nos últimos 18 anos nas línguas portuguesa, inglesa e espanhola.

Desse modo, foram incluídos na presente revisão apenas textos: 1) que apresentam referência direta ao tema “*funções executivas e matemática*”; 2) em formato de artigo; 3) disponíveis em português, inglês ou espanhol; 4) publicados entre os anos de 2000 e 2018; 5) resultantes de estudos empíricos; e 5) nacionais ou internacionais. Estudos coincidentes em duas fontes e/ou entre a busca de diferentes descritores foram contabilizados apenas uma vez. Estudos que não disponibilizaram texto completo e gratuitamente disponível foram excluídos da análise.

Os artigos que se enquadraram nos requisitos apresentados anteriormente foram inicialmente selecionados a partir dos seus resumos e armazenados com o auxílio da ferramenta MS Excel. Aqueles que se adequaram foram estudados em sua íntegra. Considerou-se, para a análise dos estudos incluídos, os seguintes dados: 1) ano e país de

realização das pesquisas; 2) período do desenvolvimento/faixa etária analisada; 3) utilização de instrumentos de avaliação das FE; 4) tema do campo matemático avaliado; 5) componentes do funcionamento executivo avaliados; e 6) componentes do funcionamento executivo destacados em sua relação com a matemática.

## Resultados e Discussão

O levantamento resultou na análise de 41 artigos que tratam da relação entre Funções Executivas e Matemática, todos disponíveis na base CAPES e publicados em língua inglesa. A amostra final do estudo foi composta por artigos distribuídos em 16 periódicos internacionais, a saber: *American Educational Research Association (AERA)*, *Child Development*, *Cognitive Development*, *Developmental Neuropsychology*, *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, *Frontiers in Psychology*, *Journal of Experimental Child Psychology*, *Journal of Learning Disabilities*, *Memory & Cognition*, *Metacognition and Learning*, *Mind, Brain, and Education*, *PLoS One*, *Psychological Research*, *Psychological Science*, *The British journal of educational psychology* e *The Spanish Journal of Psychology*.

Considerando tais resultados podemos inferir que a produção de pesquisas nacionais sobre a temática em análise é escassa, tendo em vista que as bases de dados consultadas englobam estudos publicados em diversas revistas brasileiras e na busca não constaram pesquisas desenvolvidas no Brasil. Corroborando, Ferreira et al. (2015) apontam que em âmbito nacional a área de avaliação neuropsicológica é crescente, todavia, ainda se verifica uma escassez de trabalhos que investiguem o desenvolvimento de funções cognitivas, demandando-se por novas pesquisas nacionais na área. Além disso, os resultados observados podem estar relacionados ao menor interesse dos pesquisadores brasileiros na área ou mesmo ao baixo investimento em pesquisas científicas no Brasil. A maioria das pesquisas em análise foram realizadas nos Estados Unidos (24,39%) e na Holanda (14,63%), sendo também identificados estudos empreendidos no Reino Unido, Singapura, Suécia, Espanha, Canadá, China, Inglaterra, Colômbia, Escócia, Estônia e Nova Zelândia. Foi possível verificar um importante aumento no número de publicações se considerarmos uma comparação entre os primeiros (8 publicações) e os últimos nove anos (33 publicações). O período entre 2010 e 2018 correspondeu a 80,48% das publicações dos últimos 18 anos, sendo o ano

de 2012 o que apresentou, neste século, o maior número de publicações sobre a temática (5 publicações). A Tabela 1 apresenta os títulos, periódicos e anos de publicação dos artigos incluídos nesta revisão.

**Tabela 1.** Títulos, Periódicos e Anos de Publicação.

<b>Ano</b>	<b>Títulos</b>	<b>Periódicos</b>
2001	Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: inhibition, switching, and working memory	Developmental Neuropsychology
2004	Inhibition and shifting in children with learning deficits in arithmetic and Reading	Journal of Experimental Child Psychology
2006	Cognitive processes that underlie mathematical precociousness in young children	Journal of Experimental Child Psychology
2007	Relating Effortful Control, Executive Function, and False Belief Understanding to Emerging Math and Literacy Ability in Kindergarten	Child Development
2008	Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years	Developmental Neuropsychology
2008	Working memory and arithmetic calculation in children: The contributory roles of processing speed, short-term memory, and reading	Journal of Experimental Child Psychology
2009	Individual Differences in Early Numeracy: The Role of Executive Functions and Subitizing	American Educational Research Association
2009	The Contributions of Working Memory and Executive Functioning to Problem Representation and Solution Generation in Algebraic Word Problems	Journal of Educational Psychology
2010	Cognition in Children's Mathematical Processing: Bringing Psychology to the Classroom	Eletronic Journal of Research in Educational Psychology
2010	Executive Functions Underlying Multiplicative Reasoning: Problem Type Matters	Journal of Experimental Child Psychology
2010	Preschool Executive Functioning Abilities Predict Early Mathematics Achievement	Developmental Psychology
2011	Cognitive Processing and Mathematical Achievement: A Study With Schoolchildren Between Fourth and Sixth Grade of Primary Education	Journal of Learning Disabilities
2011	Executive Functions as Predictors of Math Learning Disabilities	Journal of Learning Disabilities

- |      |   |   |
|------|---|---|
| 2011 | Inhibitory processes, working memory, phonological awareness, naming speed, and early arithmetic achievement  | The Spanish Journal of Psychology             |
| 2012 | Executive Functioning, Metacognition, and Self-Perceived Competence in Elementary School Children: An Explorative Study on Their Interrelations and Their Role for School Achievement | Metacognition and Learning                    |
| 2012 | Phonological Storage and Executive Function Deficits in Children with Mathematics Difficulties  | Journal of Experimental Child Psychology      |
| 2012 | The Cognitive Underpinnings of Emerging Mathematical Skills: Executive Functioning, Patterns, Numeracy, and Arithmetic  | The British journal of educational psychology |
| 2012 | The Development of Executive Functions and Early Mathematics: A Dynamic Relationship  | The British journal of educational psychology |
| 2012 | Time Estimation Deficits in Childhood Mathematics Difficulties  | Journal of Learning Disabilities              |
| 2013 | Developmental gains in visuospatial memory predict gains in mathematics achievement   | PLoS One.                                     |
| 2013 | Impacts of a Prekindergarten Program on Children's Mathematics, Language, Literacy, Executive Function, and Emotional Skills  | Child Development                             |
| 2013 | Individual Differences in Inhibitory Control, Not Non-Verbal Number Acuity, Correlate with Mathematics Achievement  | PLoS One.                                     |
| 2013 | The contribution of executive function and social understanding to preschoolers' letter and math skills   | Cognitive Development                         |
| 2014 | Cognitive components of a mathematical processing network in 9-year-old children  | Developmental Science                         |
| 2014 | Effect of working memory training on working memory, arithmetic and following instructions  | Psychological Research                        |
| 2014 | State and Trait Effects on Individual Differences in Children's Mathematical Development  | Psychological Science                         |
| 2014 | Teachers' Understanding of the Role of Executive Functions in Mathematics Learning  | Mind, Brain, and Education                    |
| 2015 | Early numerical foundations of young children's mathematical development  | Journal of Experimental Child Psychology      |
| 2015 | Verbal and visual-spatial working memory and mathematical ability in different domains throughout primary school  | Memory & Cognition                            |
| 2016 | Calculation and Word Problem-Solving Skills in Primary Grades--Impact of Cognitive Abilities and Longitudinal Interrelations with Task-persistent Behaviour                           | The British journal of educational psychology |

---

2016	Cognitive and numerosity predictors of mathematical skills in middle school	Journal of Experimental Child Psychology
2016	Executive Functioning and Learning Skills of Adolescent Children Born at Fewer than 26 Weeks of Gestation	PLoS One.
2016	Executive functioning predicts reading, mathematics, and theory of mind during the elementary years	Journal of Experimental Child Psychology
2017	Cognitive Prediction of Reading, Math, and Attention: Shared and Unique Influences	Journal of Learning Disabilities
2017	Executive Function Buffers the Association between Early Math and Later Academic Skills	Journal of Experimental Child Psychology
2017	Foundations of mathematics and literacy: The role of executive functioning components	Journal of Experimental Child Psychology
2017	When is working memory important for arithmetic? The impact of strategy and age	PLoS One.
2018	Computer-Based Training in Math and Working Memory Improves Cognitive Skills and Academic Achievement in Primary School Children: Behavioral Results	Frontiers in Psychology
2018	Different Subcomponents of Executive Functioning Predict Different Growth Parameters in Mathematics: Evidence From a 4-Year Longitudinal Study With Chinese Children.	Frontiers in Psychology
2018	Do Chinese Children With Math Difficulties Have a Deficit in Executive Functioning?	Frontiers in Psychology
2018	Inhibitory control and counterintuitive science and maths reasoning in adolescence	PLoS One.

---

*Nota:* tabela elaborada pelos autores.

Destaca-se também que a grande maioria dos artigos analisados avaliou as FE em sua relação com a Matemática a partir de amostras infantis, não sendo crianças os participantes de apenas uma das pesquisas incluídas, na qual foram avaliados adultos, especificamente professores (Gilmore & Cragg, 2014). Na pesquisa em questão, realizada por Gilmore e Cragg (2014), se avaliou, via formulário on-line, o conhecimento dos professores sobre a importância das habilidades executivas para a aprendizagem da matemática.

Os resultados do estudo apontaram que o valor atribuído às habilidades de funções executivas cresceu com o aumento da experiência de ensino do professor. A maioria dos professores relatou estar ciente dessas habilidades, embora poucos conhecessem o termo “funções executivas”, o que nos revela a necessidade de maior

divulgação dessas habilidades para os formandos ou novos professores. Os educadores classificaram as habilidades das FE enquanto importantes para o desempenho em matemática, destacando, em especial, os componentes inibição e mudança (Gilmore & Cragg, 2014).

Demonstra-se, portanto, em acordo com o que afirmam Bull e Scerif (2001), que a consideração do funcionamento executivo em relação às habilidades das crianças se tornou uma ocorrência relativamente comum nos últimos anos. Assim, numerosas populações infantis vêm sendo estudadas, dentre estas as crianças com dificuldades de aprendizagem, com Transtorno do Espectro do Autismo (TEA), problemas de linguagem e compreensão, dificuldades matemáticas, transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH) e problemas comportamentais.

Em 3 artigos da amostra os pesquisadores avaliaram indivíduos em diferentes fases do desenvolvimento, sendo estas a infância, a adolescência e a vida adulta. Bergman-Nutley e Klingberg (2014) avaliaram os efeitos do treinamento cognitivo da memória de trabalho para o desempenho em habilidades aritméticas em crianças e adolescentes, entre 7 e 15 anos de idade, verificando que melhorias induzidas por treinamento em tarefas de MT incluem a capacidade de seguir instruções e melhorias em aritmética. Todavia, os autores atribuem aos estudos futuros a tarefa de investigar e acompanhar a influência da MT no desempenho em matemática a longo prazo, bem como a investigação das interações entre o treinamento cognitivo e o treinamento matematicamente específico em diferentes idades.

Dois anos mais tarde, Peterson et al. (2017) testaram um modelo preditivo cognitivo múltiplo de leitura de palavras, capacidade matemática e atenção em uma amostra comunitária de crianças e adolescentes gêmeos de 8 a 16 anos de idade. Conforme os autores, habilidades do funcionamento executivo específicas estão diferentemente relacionadas a certos resultados, sendo, no caso da matemática, o componente memória de trabalho. Quanto a variação conforme a faixa etária (8-16), Peterson et al. afirmam que esta foi mínima, sendo encontradas pequenas diferenças.

O terceiro estudo avalia tanto crianças quanto adolescentes e jovens adultos, nesta pesquisa Cragg et al. (2017) analisaram até que ponto os requisitos de memória de trabalho para diferentes estratégias aritméticas mudam conforme a idade. Para tanto, os autores selecionaram e avaliaram três grupos de indivíduos, com idades entre 9-11 anos,

12-14 anos e jovens adultos (média de 19 anos de idade), sendo possível concluir que tanto crianças como adultos empregam a memória de trabalho ao resolver problemas aritméticos, independentemente da estratégia escolhida.

Entretanto, Cragg et al. (2017) afirmam que os resultados por eles verificados não suportam previsões de influência da MT ao longo do tempo, pois, se tratando deste componente, não ficou claro se as crianças de 12 a 14 anos teriam maior semelhança com as de 9-11 anos ou com os adultos. Assim, os autores entendem que a memória de trabalho parece ter um efeito similar na velocidade do desempenho aritmético em todas as faixas etárias e em todas as estratégias.

Os pesquisadores destacam que, embora os resultados verificados não suportem previsões, estes são consistentes com outras conclusões correlacionais que indicam que a relação entre memória de trabalho e aritmética é estável desde a infância até a idade adulta. Cragg et al. (2017) concluem que mais pesquisas com medidas de memória de trabalho cuidadosamente combinadas são necessárias para testar se a MT verbal e visuoespacial afeta diferencialmente as estratégias aritméticas de contagem, decomposição e recuperação. Nos demais 38 estudos os autores afirmaram avaliar apenas crianças, com idades que variaram entre 2 e 12 anos de idade.

No que se refere a utilização de instrumentos de avaliação das FE, ressaltamos que todos os artigos afirmaram fazer o uso e elencaram os mesmos, sendo todos estes de origem internacional. Dentre os instrumentos mais utilizados se encontram: *Digit Span Tasks (WISC)*, *Go/No-Go Tasks*, *Tower of Hanoi Task*, *Stroop Tests* (numérico, animal, frutas e colorido), *Letter Memory Task (LMT)*, *Visual n-back Task*, *The Contingency Naming Task*, *Trail making Test*, *Corsi Block Task*, *Conflict Executive Functions Scale*, *Wisconsin Card Sorting Test (WCST)*, *Working Memory Test Battery for Children (WMTB-C)*, *Backward Digit Recall*, *Automated Working Memory Assessment (AWMA)*, *The Woodcock–Johnson Tests of Cognitive Abilities*, *Route Finding Test*, *Simon Task*, *Behavior Rating Inventory of Executive Function—Preschool*, *Odd One Out Test* e *Number Inhibition*.

O tema específico do campo matemático mais avaliado pelos estudos que estabelecem relações entre FE e Matemática é a Aritmética, presente em 26,82% dos estudos analisados neste artigo. Verificam-se também estudos que avaliam especificamente aspectos relacionados à Álgebra (Lee, Ng & Ng, 2009), a Resolução de

Problemas (Jögi & Kikas, 2016), à Numeração (Kroesbergen, Van Luit, Van Lieshout, & Van Loosbroek, 2009; Lee et al., 2012) e ao Sistema de Números Aproximados (ANS) (Gilmore et al., 2013; Chu, vanMarle & Geary, 2015). Entretanto, observou-se que a maioria das pesquisas (51,21%) não especificou campos ou áreas da matemática, considerando, de maneira geral, o desempenho em matemática, as habilidades em matemática, as dificuldades em matemática ou mesmo a capacidade matemática.

Ao longo dos artigos incluídos são avaliados os componentes executivos Memória de Trabalho, Controle Inibitório e Flexibilidade Cognitiva. Desse modo, destaca-se que o modelo teórico da tríade executiva (Miyake et al., 2000) foi o mais referido nos estudos. Entretanto, apenas em 11 estudos os três componentes foram avaliados pelos autores, de modo que a grande maioria avalia apenas um ou dois dos componentes básicos.

17,7% dos estudos destacou que tanto a aprendizagem quanto as dificuldades de aprendizagem em matemática são influenciadas por diferenças individuais nos três componentes executivos básicos. Nesse sentido, Clark, Pritchard e Woodward (2010) afirmam, a partir dos resultados de pesquisa realizada com pré-escolares, que houveram poucas evidências no estudo para permitir inferir uma contribuição independente de qualquer medida específica das FE na previsão de resultados matemáticos. Corroborando, Wang, Georgiou, Li e Tavouktsoglou (2018) observaram, ao avaliar crianças com e sem dificuldades em matemática, que o desempenho das crianças com dificuldades foi pior em todas as tarefas das FE, sugerindo-se, portanto, que crianças com dificuldades de aprendizagem apresentam déficits significativos em todas as habilidades executivas.

Em 36,58% das pesquisas a Memória de Trabalho é destacada enquanto o componente mais relacionado ao desempenho em matemática. A MT pode ser entendida enquanto necessária a compreensão da linguagem escrita ou falada, a realização de qualquer cálculo matemático, assim como essencial no processo de reordenação mental de itens, na tradução de instruções em planos de ação, na incorporação de novas informações e no relacionamento mental de informações (Diamond, 2013). Nesse sentido, os autores a apontam como sendo de extrema relevância no processo de aprendizagem matemática.

Para Swanson (2006), o componente executivo MT previu acurácia matemática independentemente da idade cronológica, da leitura, da inibição e da velocidade de nomeação. Desse modo, o autor ressalta que os resultados verificados em sua pesquisa suportam a noção de que o sistema executivo é um importante preditor da precocidade matemática das crianças e que este sistema pode operar independentemente das diferenças individuais na alça fonológica, inibição e leitura na previsão da precisão matemática.

Van de Weijer-Bergsma, Kroesbergen e Van Luit (2015) afirmam que à medida em que a série escolar progride, o valor preditivo da memória de trabalho visuo-espacial para diferenças individuais no nível de desempenho em matemática diminuiu, enquanto que o valor preditivo da memória de trabalho verbal aumenta. Afirma-se ainda que a MT não prediz as diferenças individuais entre as crianças em sua taxa de crescimento de desempenho ao longo do ano letivo. No que se refere à memória de trabalho visuoespacial, Li e Geary (2013) afirmam que os resultados observados em pesquisa realizada sugerem que existem diferenças individuais importantes na taxa de crescimento da memória visuo espacial durante a infância e que essas diferenças se tornam cada vez mais importantes para a aprendizagem da matemática.

Ainda tratando da MT, pesquisas destacam que esta função em específico está diferentemente relacionada a resultados em matemática e que grupos com dificuldade de aprendizagem apresentaram déficits de memória de trabalho subjacente (Peterson et al., 2017; Hurks & Loosbroek, 2014). Bailey, Watts, Littlefield e Geary (2014) sugerem que aproximadamente 60% da variância na realização matemática pode ser explicada por variáveis de controle tais como a memória de trabalho, entretanto, os efeitos de traços residuais permaneceram maiores que os efeitos de estado.

O treinamento da MT, conforme Bergman-Nutley e Klingberg (2014), pode induzir a melhorias na capacidade matemática, especificamente aritmética, incluindo melhoras na capacidade de seguir instruções. Desse modo, entende-se a importância de considerar a memória de trabalho na compreensão das dificuldades que algumas crianças e adultos têm com a matemática, bem como a necessidade de incluir a MT em modelos teóricos de cognição matemática (Cragg et al., 2017).

Em 3 dos estudos analisados o Controle Inibitório é destacado em sua relação com as habilidades matemáticas. Gilmore et al. (2013) destacam que as diferenças

individuais no Controle Inibitório se correlacionam com diferenças na conquista matemática. Corroborando, Brookman-Byrne, Mareschal, Tolmie e Dumontheil (2018) afirmam que o controle inibitório desempenha um papel importante no raciocínio científico e matemático. Os achados da pesquisa empreendida por estes autores sugerem ainda que diferentes aspectos do controle inibitório podem oferecer contribuições únicas para o raciocínio contra intuitivo durante a adolescência. Ainda no que se refere ao CI, Blair e Razza (2007) afirmam que, dentre os vários aspectos da auto regulação examinados por eles, o aspecto controle inibitório foi o único a ser independentemente relacionado a todas as três medidas de capacidade acadêmica utilizadas no estudo.

Em 4 das pesquisas aqui em foco dois dos componentes executivos da tríade são destacados enquanto estando mais relacionados ao desempenho em matemática. 3 estudos enfatizam a importância tanto da MT quanto do CI para o desenvolvimento das habilidades matemáticas. Toll, Van der Vem, Kroesbergen e Van Luit (2011) destacam, ao aplicar tarefas de avaliação das FE, que em uma tarefa de inibição e em três tarefas de memória de trabalho foram percebidas diferenças significativas entre o grupo de crianças com desempenho típico e o grupo de crianças com baixo desempenho em matemática. Os autores afirmam ainda que a MT previu deficiências de aprendizado matemático, mesmo acima do valor preditivo das habilidades matemáticas preparatórias.

Já na pesquisa desenvolvida por Witt (2010) percebeu-se que a adição e a multiplicação demandam habilidades executivas diferentes, de modo que a multiplicação exige mais MT fonológica e a adição mais os demais processos executivos, no caso do estudo em questão, o CI. Peng, Congying, Beilei e Sha (2012) ressaltam que os resultados da pesquisa por eles empreendida revelam que, ao comparar um grupo de crianças com desenvolvimento típico em matemática com um grupo que apresenta dificuldades em matemática, as crianças com dificuldades exibiram déficits específicos em MT e inibição para informações numéricas e verbais.

Diferentemente, no estudo realizado por Van der Sluis, de Jong e Van der Leij (2004) as crianças com deficiência aritmética foram mais prejudicadas em tarefas que exigiam especificamente flexibilidade cognitiva e inibição. Além do destaque desses dois componentes executivos, os autores afirmaram que se demonstrou que as crianças que apresentam dificuldades em leitura e em aritmética experimentaram uma

combinação de problemas que as caracteriza com um único déficit de aprendizagem, que inclui matemática e leitura.

Todavia, apesar de algumas pesquisas destacarem componentes executivos como a MT e o CI, ou a combinação de dois componentes da tríade executiva enquanto preponderantes para a aprendizagem e o desempenho em matemática, na maioria desses estudos os componentes destacados foram os únicos avaliados. Nesse sentido, não podemos inferir a partir de uma pesquisa que avalia apenas a MT que este componente é o que exerce maior influência no desempenho em matemática, já que os demais componentes executivos, com ênfase aqui nos componentes básicos da tríade (Miyake et al., 2000), não foram considerados na avaliação das FE.

Além disso, em quase metade dos estudos analisados (46,34%) o fator de desenvolvimento das FE não é destacado, na medida em que são avaliados grupos de indivíduos de mesma idade, com duas idades muito próximas, como 7 e 8 anos, ou ainda grupos de indivíduos com média de idade, a exemplo de “crianças com média de 10 anos”. Nesse contexto, torna-se muito difícil inferir acerca do desenvolvimento dessas funções ao longo do tempo, sendo possível identificar apenas o seu estado atual. Desse modo, os resultados disponíveis não nos informam se a prevalência de um dos componentes executivos ocorre ao longo de todo o desenvolvimento infantil ou se ora um componente é preponderante, ora outro, a depender da idade.

Nesse sentido, temos apenas poucos dados, a exemplo dos resultados verificados por Peterson et al. (2017), que nos esclarecem que, na amostra por eles analisada, a variação da importância do componente memória de trabalho conforme a faixa etária (8-16) foi mínima, sendo encontradas pequenas diferenças. Destarte, demandam-se por mais pesquisas na área. Nesse interim, conforme afirmam Bull e Scerif (2001), são necessários novos estudos sistemáticos que esclareçam questões teóricas e de desenvolvimento relacionadas ao funcionamento executivo.

### **Considerações Finais**

Podemos afirmar que vivemos em uma sociedade cada vez mais numericamente orientada, na qual todos os dias, quando compramos, viajamos ou nos comunicamos, somos obrigados a tomar decisões com base em informações quantitativas (Gilmore, et al., 2013). Nesse contexto, o baixo desempenho em matemática se refere a um grande

problema, com consequências tanto individuais quanto sociais (Bergman-Nutley & Klingberg (2014).

De acordo com Anghel, (2010), durante a última década o papel das FE em relação às habilidades das crianças chamou a atenção de muitos pesquisadores, sendo o funcionamento executivo o responsável por uma série de processos cognitivos essenciais à autorregulação emergente do comportamento e ao desenvolvimento de competência social e cognitiva em crianças. Considerando o supracitado, este artigo de revisão se propõe a identificar as relações estabelecidas entre FE e matemática nos estudos publicados nos últimos dezoito anos.

Os resultados verificados apontaram para a escassez de estudos nacionais sobre a temática, apesar do significativo aumento no número de publicações internacionais nos últimos nove anos. Destacamos que a população infantil foi a mais avaliada pelos pesquisadores que, para tanto, fizeram o uso de diversos instrumentos de avaliação das FE. Quanto ao entendimento dos autores a respeito da composição e estrutura das FE, podemos afirmar que o modelo da tríade, composta pelos componentes memória de trabalho (MT), controle inibitório (CI) e flexibilidade cognitiva (FC), foi o mais aceito.

O componente executivo que mais ganhou destaque nas publicações analisadas foi a memória de trabalho, sendo esta, de acordo com algumas pesquisas, uma importante preditora do desempenho em matemática. Entretanto, em parte dos estudos foi destacado o componente controle inibitório, assim como em outras pesquisas se percebeu a relação entre FE e matemática considerando em conjunto dois dos componentes executivos.

Em suma, não foi possível chegarmos com segurança ao componente executivo preponderante para a aprendizagem matemática, pois parte dos estudos que destacaram um componente avaliaram apenas este. Além disso, considerando a amostra de estudos analisada, torna-se difícil inferir acerca do desenvolvimento dessas funções ao longo do tempo. Desse modo, são necessárias novas pesquisas na área que avaliem os três componentes básicos das FE em indivíduos em diferentes fases do desenvolvimento para que sejam possíveis conclusões mais precisas. O presente estudo apresenta limitações, na medida em que considerou apenas estudos disponíveis gratuitamente, restritos às bases de dados utilizadas e nos idiomas inglês, português e espanhol.

## Referências

- Anderson P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology*, 8, 71-82. DOI: 10.1076/chin.8.2.71.8724.
- Andrade, M. J., Carvalho, M. C., Alves, R. J. R., & Ciasca, S. M. (2016). Desempenho de escolares em testes de atenção e funções executivas: estudo comparativo. *Revista Psicopedagogia*, 33(101), 123-132. Recuperado de [http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84862016000200002&lng=pt&tlng=pt](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862016000200002&lng=pt&tlng=pt).
- Anghel, D. (2010). Executive Function in Preschool Children: Working Memory as a Predictor of Mathematical Ability at School Age. *Revista Roamneasca pentru Educatie Multidimensionala*, 2(4), 5-16. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/46553959\\_Executive\\_Function\\_in\\_Preschool\\_Children\\_Working\\_Memory\\_as\\_a\\_Predictor\\_of\\_Mathematical\\_Ability\\_at\\_School\\_Age](https://www.researchgate.net/publication/46553959_Executive_Function_in_Preschool_Children_Working_Memory_as_a_Predictor_of_Mathematical_Ability_at_School_Age)
- Baddeley, A. D. (1996). The fractionation of working memory. *Proceedings National Academy of sciences*, 93, 13468-13472. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC33632/>
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends Cognitive Science*, 4, 417-423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Bailey, D.H., Watts, T.W., Littlefield, A.K., & Geary, D.C. (2014). State and Trait Effects on Individual Differences in Children's Mathematical Development. *Psychol Sci.*, 25(11), 2017–2026. DOI: 10.1177/0956797614547539
- Bergman-Nutley S., & Klingberg T. (2014). Effect of working memory training on working memory, arithmetic and following instructions. *Psychol Res.*, 78(6), 869-877. DOI: 10.1007/s00426-014-0614-0
- Blair C. & Razza R. P. (2007). Relating Effortful Control, Executive Function, and False Belief Understanding to Emerging Math and Literacy Ability in Kindergarten. *Child Dev.*, 78(2), 647-663. DOI: 10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x
- Blair, C., Zelazo, P.D., & Greenberg, M.T. (2005). The measurement of executive function in early childhood. *Dev. Neuropsychol.*, 28(2), 561-71. DOI: 10.1207/s15326942dn2802\_1
- Brasil no PISA. (2015). *Análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros/OCDE*. São Paulo: Fundação Santillana.
- Brookman-Byrne A., Mareschal D., Tolmie A.K., & Dumontheil I. (2018). Inhibitory control and counterintuitive science and maths reasoning in adolescence. *PLoS One.*, 13(6), 1-19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198973>
- Brookshire, B., Levin, H. S., Song, J., & Zhang L. (2004). Components of executive function in typically developing and head-injured children. *Developmental Neuropsychology*, 25, 61-83. <https://doi.org/10.1080/87565641.2004.9651922>
- Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive Functioning as a Predictor of Children's Mathematics Ability: Inhibition, Switching, and Working Memory. *Developmental Neuropsychology*, 19(3), 273–293. DOI: 10.1207/S15326942DN1903\_3
- Capovilla, A.G.S., & Dias, N.M. (2008). Desenvolvimento de habilidades atencionais em estudantes da 1ª a 4ª série do ensino fundamental e relação com rendimento escolar. *Rev. Psicopedagogia*, 25(78), 198-211. Recuperado de [http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84862008000300003&lng=pt&tlng=pt](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862008000300003&lng=pt&tlng=pt).
- Chu F. W., vanMarle K. & Geary, D.C. (2015). Early numerical foundations of young children's mathematical development. *J Exp Child Psychol.*, 132, 205-212. DOI: 10.1016/j.jecp.2015.01.006

- Clark, C.A., Pritchard, V.E., & Woodward L. J. (2010). Preschool Executive Functioning Abilities Predict Early Mathematics Achievement. *Dev Psychol.*, 46(5),176-191. DOI: 10.1037/a0019672.
- Corso, H. V., Sperb, T. M., Jou, G. I., & Salles, J.F. (2013). Metacognição e Funções Executivas: Relações entre os Conceitos e Implicações para a Aprendizagem. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 29(1), 21-29. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ptp/v29n1/04.pdf>
- Cragg L., Richardson S., Hubber P.J., Keeble S., & Gilmore C. (2017). When is working memory important for arithmetic? The impact of strategy and age. *PLoS One*, 11;12(12), 1-18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188693>
- Denckla, M. B. (1996). A theory and model of executive function. A neuropsychological perspective. In: G. R. Lyon, & N. A. Krasnegor (Eds.), *Attention, memory, and executive function* (pp. 273-277). Baltimore: Paul H. Brookes.
- Desoete, A., & Weerdt, F. D. (2013). Can executive functions help to understand children with mathematical learning disorders and to improve instruction? *Learning Disabilities*, 11(2), 27-39. Recuperado de <https://biblio.ugent.be/publication/5671674>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135-168. DOI: 10.1146/annurev-psych-113011-143750
- Ferreira, L. de O., Zanini, D. S., & Seabra, A. G. (2015). Executive Functions: Influence of Sex, Age and Its Relationship with Intelligence. *Paidéia* (Ribeirão Preto), 25(62), 383-391. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-43272562201512>
- Fodor J. A. (1983). *The modularity of mind*. Cambridge MA: MIT Press.
- García, T., Rodríguez, C., González-Castro, P., Álvarez-García, D., & González-Pienda, J. (2016). Metacognition and executive functioning in Elementary School. *Anales de Psicología*, 32(2), 474-483. DOI: <https://doi.org/10.6018/analesps.32.2.202891>
- Garon, N., Bryson, S.E., & Smith, I.M. (2008). Executive function in preschoolers: a review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134, 31-60. DOI: 10.1037/0033-2909.134.1.31.
- Gil, A. C. (2008). *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas.
- Gilmore, C., & Cragg, L. (2014). Teachers' Understanding of the Role of Executive Functions in Mathematics Learning. *Mind Brain Educ.*, 8(3), 132-136. DOI: 10.1111/mbe.12050
- Gilmore, C., Attridge, N., Clayton, S., Cragg, L., Johnson, S., Marlow, N., Simms, V. & Inglis, M. (2013). Individual Differences in Inhibitory Control, Not Non-Verbal Number Acuity, Correlate with Mathematics Achievement. *PLoS One*, 8(6), 367-374. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0067374>
- Hedden, T., & Gabrieli, J. D. E. (2004). Insights into the ageing mind: A view from cognitive neuroscience. *Nature Reviews Neuroscience*, 5, 87-96. DOI: 10.1038/nrn1323.
- Hintermair M. (2013). Executive Functions and Behavioral Problems in Deaf and Hard-of-Hearing Students at General and Special Schools. *J Deaf Stud Deaf Educ.*, 18(3), 344-359. DOI: 10.1093/deafed/ent003
- Hurks P.P.M., & Loosbroek, E.V. (2014). Time Estimation Deficits in Childhood Mathematics Difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 47(5), 450-461. <https://doi.org/10.1177/0022219412468161>
- Jögi A. L., & Kikas E. (2016). Calculation and Word Problem-Solving Skills in Primary Grades--Impact of Cognitive Abilities and Longitudinal Interrelations with Task-persistent Behaviour. *Br J Educ Psychol.*, 86(2), 165-181. DOI: 10.1111/bjep.12096
- Karmiloff-Smith, A. (1992). *Beyond modularity: a developmental perspective on cognitive science*. Cambridge, MA: MIT Press.

- Kluwe-Schiavon, B., Viola, T. W., & Grassi-Oliveira, R. (2012). Modelos teóricos sobre construto único ou múltiplos processos das funções executivas. *Revista Neuropsicologia Latinoamericana*, 4(2), 29-34. DOI:10.5579/rnl.2012.00106
- Kroesbergen, E.H., Van Luit, J.E.H., Van Lieshout, E.C.D.M., & Van Loosbroek, E. (2009). Individual Differences in Early Numeracy: The Role of Executive Functions and Subitizing. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 27(3), 226-236. <http://dx.doi.org/10.1177/0734282908330586>
- Lee, K., Ng S.F., Pe, M.L, Ang, S.Y., Hasshim M.N., & Bull, R. (2012). The Cognitive Underpinnings of Emerging Mathematical Skills: Executive Functioning, Patterns, Numeracy, and Arithmetic. *Br J Educ Psychol.*, 82(1), 82-99. doi: 10.1111/j.2044-8279.2010.02016.x.
- Lee, K., Ng, E., & Ng, S.F. (2009). The Contributions of Working Memory and Executive Functioning to Problem Representation and Solution Generation in Algebraic Word Problems. *Journal of Educational Psychology*, 101(2),373-387. DOI: 10.1037/a0013843
- León, C. B. R., Rodrigues, C. C., Seabra, A. G., & Dias, N. M. (2013). Funções executivas e desempenho escolar em crianças de 6 a 9 anos de idade. *Revista Psicopedagogia*, 30(92), 113-120. Recuperado de [http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84862013000200005&lng=pt&tlng=pt](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862013000200005&lng=pt&tlng=pt).
- Li Y., & Geary D. C. (2013). Developmental gains in visuospatial memory predict gains in mathematics achievement. *PLoS One.*, 8(7), 1-9. DOI: 10.1371/journal.pone.0070160.
- Malloy-Diniz, L. F, de Paula, J. J., Sedó, M. Fuentes, D., & Leite, W. B. (2014). Neuropsicologia das funções executivas e da atenção. In: *Neuropsicologia: Teoria e prática*, 2. ed. Porto Alegre: Artmed.
- 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
- Peng, P., Congying, S., Beilei, L., & Sha, T. (2012). Phonological storage and executive function deficits in children with mathematics difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology*, 112(4), 452-466. DOI: 10.1016/j.jecp.2012.04.004
- Peterson R. L, Boada R., McGrath L.M., Willcutt E.G., Olson R.K., & Pennington B. F. (2017). Cognitive Prediction of Reading, Math, and Attention: Shared and Unique Influences. *J Learn Disabil.*, 50(4), 408-421. DOI: 10.1177/0022219415618500
- Purpura, D. J., & Ganley, C. M. (2014). Working memory and language: Skill-specific or domain-general relations to mathematics? *Journal of Experimental Child Psychology*, 122(1), 104–121. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2013.12.009>
- Roebers, C.M; Cimeli, P., Röthlisberger, M., & Neuenschwander, R. (2012). Executive Functioning, Metacognition, and Self-Perceived Competence in Elementary School Children: An Explorative Study on their Interrelations and their Role for School Achievement. *Metacognition and Learning*, 7(3), 151-173. DOI: 10.1007/s11409-012-9089-9
- Swanson H.L. (2006). Cognitive processes that underlie mathematical precociousness in young children. *J Exp Child Psychol.*, 93(3), 239-264. DOI: 10.1016/j.jecp.2005.09.006

- Szucs D, Devine A, Soltesz F, Nobes A, & Gabriel F. (2013). Developmental dyscalculia is related to visuo-spatial memory and inhibition impairment. *Cortex*, 49(10), 2674-88. DOI: 10.1016/j.cortex.2013.06.007
- Toll S.W., Van der Ven S.H., Kroesbergen E.H., & Van Luit J.E. (2011). Executive Functions as Predictors of Math Learning Disabilities. *J Learn Disabil.*, 44(6), 521-532. DOI: 10.1177/0022219410387302
- Van de Weijer-Bergsma E., Kroesbergen E. H., & Van Luit, J.E. (2015). Verbal and visual-spatial working memory and mathematical ability in different domains throughout primary school. *Mem Cognit.*, 43(3), 367-378. DOI: 10.3758/s13421-014-0480-4
- Vasconcelos, L. J., Falcão, J., & Sougey, E. (2008). O funcionamento executivo como um dos fatores explicativos do desempenho matemático escolar. Tese de Doutorado, *Programa de Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva*, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.
- Wang, X., Georgiou, G.K., Li, K., & Tavouktsoglou, A. (2018). Do Chinese Children With Math Difficulties Have a Deficit in Executive Functioning? *Frontiers in Psychology*, 9(906), 1-11. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.00906
- Witt, M. (2010). Cognition in Children's Mathematical Processing: Bringing Psychology to the Classroom. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 8(3), 945-970. Recuperado de <http://eprints.uwe.ac.uk/20339>

**Recebido: 20/10/2018. Aceito: 20/11/2018.**

#### **Sobre os autores e contato:**

**Alanny Nunes de Santana** – Universidade Federal do Amazonas-UFAM  
**E-mail:**

**Antonio Roazzi**- Universidade Federal de Pernambuco  
**E-mail:** roazzi@gmail.com

**Monilly Ramos Araujo Melo** – Universidade Federal de Campina Grande  
**E-mail:**

**Suely Aparecida do Nascimento Mascarenhas** – Universidade Federal do Amazonas  
**E-mail:** suelyanm@ufam.edu.br

**Bruno Campello de Souza** – Universidade Federal de Pernambuco  
**E-mail:** bcampello@uol.com.br