

FUNÇÕES EXECUTIVAS E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA: UMA REVISÃO DE LITERATURA

EXECUTIVE FUNCTIONS AND MATHEMATICS LEARNING: A LITERATURE REVIEW

Dyana Grazielli Altomani Braga¹

Jader Otavio Dalto²

Resumo: O artigo apresenta resultados iniciais de uma revisão de literatura sobre Funções Executivas e Aprendizagem de Matemática. São objetivos desta revisão: i) Conhecer os estudos que tratam da relação entre Funções Executivas e Aprendizagem de Matemática, ii) Analisar suas contribuições para a aprendizagem desta disciplina. Para tal, optou-se pela estratégia de busca de informações baseada em dois eixos temáticos, a saber, “*Executive Function and Mathematics Learning*” e “Funções Executivas e Aprendizagem Matemática”, inseridos na base de dados brasileira Periódicos CAPES. O processo de busca resultou em 260 estudos, analisados e relacionados entre si conforme o método de revisão da literatura. Destes, foram selecionados 31 estudos de acordo com os critérios de investigação da pesquisa, sendo analisados, neste artigo, 04 estudos publicados em português e 02 em espanhol. Os resultados obtidos mostraram, entre outros aspectos, que as Funções Executivas contribuem para o desempenho da aprendizagem de Matemática.

Palavras-chave: Funções Executivas; Habilidades Cognitivas; Desempenho Escolar; Educação Matemática.

Abstract: The article shows initial results of a review of literature about Executive Functions and Mathematics Learning. The objectives of this review are to know studies which deals between Executive Functions and Mathematics Learning and to analyze your contributions to the apprenticeship of this discipline. In this regard, we opted for information search strategy based on two thematic axes, “*Executive Function and Mathematics Learning*”, inserted in the Brazilian database CAPES Periodicals. The search process resulted in 260 studies, analyzed and related with each other according to the literature review method. Of these, 31 studies were selected in accordance with the research investigation criteria, being analyzed, in this article, 04 studies published in Portuguese and 02 studies published in Spanish. The results show, among other things, that the Executive Functions contribute to the learning performance of Mathematics.

Keywords: Executive Functions; Cognitive Skills; School Performance; Mathematics Education.

1 Introdução

¹ Graduada em Matemática, Claretiano Centro Universitário (Claretiano). Acadêmica do Mestrado em Ensino de Matemática. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – (UTFPR), Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: dyanabraga@alunos.utfpr.edu.br.

² Doutor em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual de Londrina (UEL). Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – (UTFPR), Cornélio Procópio, Paraná, Brasil. E-mail: jaderdalto@utfpr.edu.br.

A Matemática, conforme Chevallard *et al.* (2001, p.25), “[...] não pode ser somente algo que se aprende e que se ensina, ela também serve para resolver problemas e situações da sociedade”. Wielewski (2005, p.32) define a habilidade em Matemática como sendo “[...] as características psicológicas individuais (principalmente da atividade mental) que respondem às exigências de atividade Matemática escolar e que influenciam o sucesso no domínio da Matemática”.

Os processos de aprendizagem da Matemática são influenciados por diversos fatores, como habilidades cognitivas e linguísticas, estilos de ensino, estratégias de aprendizagem e características sociais dos estudantes, bem como o nível socioeconômico e as variáveis familiares (OLIVEIRA; NEGREIROS; NEVES, 2015). Desta forma, o desempenho na disciplina de Matemática requer a aquisição integrada de conhecimentos de âmbito específico, de sistemas conceituais, de princípios de caráter matemático e do desenvolvimento de habilidades cognitivas (ONRUBIA; ROCHEIRA; BARBERÁ, 2004).

Roeberset *et al.* (2012) afirmam que existem efeitos diretos da relação entre desempenho em Matemática e desempenho em Funções Executivas (FE). Na Neuropsicologia³, dentre as funções cognitivas superiores mais investigadas, encontram-se as FE, cujos estudos interessam para além da clínica neuropsicológica e psicopatológica, considerando também a psicologia educacional e o estudo da adaptação dos mecanismos executivos frente às exigências ambientais (VERDEJO-GARCIA; BECHARA, 2010, p. 227).

Para Rodrigues (2020, p.19), as FE são consideradas “[...] funções mentais complexas ou superiores e são responsáveis pela capacidade de autorregulação ou autogerenciamento”. Corroborando a definição apresentada por Rodrigues (2020), Uehara *et al.* (2013), em seu texto Funções executivas: um retrato integrativo dos principais modelos e teorias desse conceito, esclarecem que:

As Funções Executivas podem ser definidas como um mecanismo de controle cognitivo que direciona e coordena o comportamento humano de maneira adaptativa, permitindo mudanças rápidas e flexíveis do comportamento frente às novas exigências do ambiente (DIAMOND, 2013; LEZAK, 1982; ZELAZO; MULLER; FRYE; MARCOVITCH, 2003).

³A Neuropsicologia é a área da Psicologia e das Neurociências que estuda as relações entre o sistema nervoso central (cérebro e áreas próximas), o funcionamento cognitivo (funções psicológicas superiores) e o comportamento, tendo como objetivo peculiar a investigação do papel de sistemas cerebrais individuais em formas complexas de atividades mentais, ou seja, busca estabelecer a relação entre o funcionamento neurobiológico e as atividades complexas da mente humana. (COELHO, 2018, p.10).

“Englobam uma série de competências inter-relacionadas e de alto nível de processamento cognitivo, cujo impacto se reflete em todos os aspectos afetivo-emocionais, motivacionais, comportamentais e sociais” (UEHARA *et al.*, 2013, p. 34).

As FE contemplam habilidades que possibilitam o controle do comportamento, da emoção e da cognição (ARDILA, 2008; DIAS *et al.*, 2015). Em específico, as pesquisas de Miyake *et al.* (2000), retomadas depois por Diamond (2013), sugerem um modelo fixado na existência de três habilidades básicas envolvidas nas FE, a saber: Inibição (o sujeito deve inibir respostas dominantes e automáticas quando julgar pertinentes e de maneira controlada), Memória de Trabalho (manter, manipular e atualizar informações) e Flexibilidade Cognitiva (capacidade de o sujeito mudar o foco atencional ou curso da ação).

O Controle Inibitório é responsável por inibir comportamentos, pensamentos e distratores, possibilitando que o indivíduo responda adequadamente a uma resposta ou a um comportamento esperado (KOVAC, 2018; DIAMOND, 2010, 2013). Diamond (2013) afirma que o controle inibitório envolve a capacidade de controlar a atenção, comportamentos, pensamentos e/ou as emoções para anular uma predisposição interna ou atração externa, fazendo o que é mais apropriado ou necessário para o momento.

A Memória de Trabalho é um sistema de retenção e processamento de informações que opera durante a realização de atividades cognitivas complexas (BADDELEY, 2012; RODRIGUES, 2011). Segundo Santana, Roazzi e Melo (2020), a Memória de Trabalho se refere ao armazenamento temporário das informações, possibilitando a manipulação destas de acordo com as exigências ambientais. A partir da associação e do suporte da Memória de Trabalho e do Controle Inibitório, desenvolve-se o terceiro componente executivo básico, a Flexibilidade Cognitiva (FC), referindo-se à modificação consciente de perspectivas ou abordagens no intuito de solucionar um problema específico. A FC se relaciona à capacidade de o indivíduo mudar ou alternar seus objetivos quando o plano inicial não é bem-sucedido, permitindo o ajustamento flexível às novas demandas (LEÓN *et al.*, 2013).

Carvalho (2015), baseado em Diamond (2013), afirma que as habilidades das FE permitem que o indivíduo contrarie seus próprios instintos ou comportamentos automáticos, em função de comportamentos planejados e controlados em uma série de situações cotidianas, como no trabalho, na resolução de novos problemas ou no desempenho escolar. Corso *et al.* (2013), com base em Roebers *et al.* (2012), aludem que as FE são importantes na previsão do aproveitamento escolar. Tais funções, quando

integradas, estão diretamente relacionadas ao desempenho escolar em distintas áreas de conhecimento, como a Matemática, na medida em que possibilitam o desenvolvimento do autocontrole, manipulação de ideias, atenção seletiva e sustentada, dentre outras habilidades necessárias ao processo de aprendizagem. Desta forma, o estudo das relações entre FE e desempenho matemático escolar se mostra preponderante, na medida em que, conforme Vasconcelos (2008), fatores do funcionamento executivo são decisivos na qualidade desse desempenho da aprendizagem de Matemática.

Diante das questões apresentadas, o presente artigo, a partir de uma revisão de literatura, teve como objetivos: (i) conhecer os estudos que tratam da relação entre FE e Aprendizagem de Matemática; (ii) analisar as contribuições destes estudos para o ensino e aprendizagem desta disciplina. Para tanto, apresentaremos os componentes executivos avaliados, bem como os componentes mais enfatizados pela literatura na relação com a Matemática.

O texto se encontra dividido em quatro seções, nas quais detalhamos a metodologia, os resultados de revisão, as considerações finais e, por fim, as referências que embasaram a construção do artigo.

2 Procedimentos Metodológicos

Para iniciar a revisão de literatura, estabeleceu-se como estratégia de busca a definição de diferentes eixos vinculados com o tema do estudo. De acordo com o tema desta pesquisa, foram consideradas as áreas das Funções Executivas e Matemática. A partir disso, foram definidos dois eixos de busca: (i) “*Executive Function and Mathematics Learnig*”, resultando em 240 trabalhos publicados (artigos em revistas científicas e trabalhos de dissertações de mestrado) em inglês e (ii) “Funções Executivas e Aprendizagem Matemática”, resultando em 20 trabalhos publicados (artigos em revistas científicas e trabalhos de dissertações de mestrado) em espanhol e português. A definição dos estudos que seriam utilizados tem origem na base de dados Periódicos CAPES, com foco nas publicações do período de 2017 a 2022. Em se tratando de uma base de dados e dois eixos, foram realizadas duas buscas no total, obtendo como resultado 260 produções científicas nas áreas temáticas citadas acima.

Na segunda etapa, foram excluídas produções que não eram de interesse da revisão. De acordo com o tema escolhido e após revisar o título e resumo de cada produção, foram excluídas aquelas relacionadas a: (i) transtornos de aprendizagem em

Matemática; (ii) dificuldades de aprendizagem em Matemática; (iii) ansiedade Matemática; (iv) Funções Executivas ou de Matemática, apenas. A exclusão das produções que não cumpriram os critérios estabelecidos reduziu o número inicial a 31 trabalhos publicados, os quais constituem o corpus da revisão, conforme se apresenta no Quadro 1:

Título	Autor(es)	Ano de Publicação
<i>Executive function in learning mathematics by comparison: incorporating everyday classrooms into the science of learning</i>	Begolli, <i>et al.</i>	2018
<i>Patterning, Reading, and Executive Functions</i>	Bock, <i>et al.</i>	2018
<i>Why do early mathematics skills predict later mathematics and reading achievement? The role of executive function</i>	Braak, <i>et al.</i>	2022
<i>Socioemotional and Cognitive Skills: Its Relation to School Performance in Elementary School</i>	Castro, A.M.F.; Bueno, J.M.H; Peixoto, E.M.	2021
<i>Predictors of mathematics in primary school: Magnitude comparison, verbal and spatial working memory measures</i>	Caviola, <i>et al.</i>	2019
<i>Mathematics Performance of the Students in Primary School: Comparison of Working Memory Capacity and Inhibition</i>	Chamandar, <i>et al.</i>	2019
<i>When is working memory important for arithmetic? The impact of strategy and age</i>	Cragg, <i>et al.</i>	2017
<i>Linking inhibitory control to math achievement via comparison of conflicting decimal numbers</i>	Coulanges, <i>et al.</i>	2021
<i>Relations between numerical, spatial, and executive function skills and mathematics achievement: A latent-variable approach</i>	Hawes, <i>et al.</i>	2019
<i>Pathways of mathematics achievement in preschool: Examining executive function and task orientation</i>	Hofkens, <i>et al.</i>	2022
<i>Confused, now what? A Cognitive-Emotional Strategy Training (CEST) intervention for elementary students during mathematics problem solving</i>	Leo, I. D.; Muis, K.R.	2020
<i>The dynamic roles of cognitive reappraisal and self-regulated learning during mathematics problem solving: A mixed methods investigation</i>	Losenno, <i>et al.</i>	2020
<i>Contributions of Motivation, Early Numeracy Skills, and Executive Functioning to Mathematical Performance. A Longitudinal Study</i>	Mercarder, <i>et al.</i>	2018
<i>Mathematics Performance of the Primary School Students: Attention and Shifting</i>	Poorghorban, M.; Jabbari, S.; Chamandar, F.	2018
<i>Foundations of mathematics and literacy: The role of executive functioning components</i>	Purpura, D.J.; Schmitt, S.A.; Ganley, C.M.	2017
<i>Supporting Mathematical Discussions: the Roles of Comparison</i>	Richland, <i>et al.</i>	2017

<i>and Cognitive Load</i>		
<i>Inhibitory control and decimal number comparison in school-aged children</i>	Roell, <i>et al.</i>	2017
<i>Links between achievement, executive functions, and self-regulated learning</i>	Rutherford, <i>et al.</i>	2018
<i>Examining the Role of Domain-General Skills in Mathematics Learning and Intervention Response in Kindergarten</i>	Shanley, L.; Clarke, B.	2021
<i>Predicting school achievement: Differential effects of dynamic testing measures and cognitive flexibility for math performance</i>	Stad, <i>et al.</i>	2018
<i>Moving beyond executive functions: Challenge preference as a predictor of academic achievement in elementary school</i>	Sulik, M. J.; Finch, J. E.; Obradovic, J.	2020
<i>Longitudinal relationship between early academic achievement and executive function: Mediating role of approaches to learning</i>	Sung, J.; Wickrama, K. A. S.	2018
<i>Assessing the Effectiveness of Differentiated Instructional Approaches for Teaching Math to Preschoolers with Different Levels of Executive Functions</i>	Veraska, <i>et al.</i>	2020
<i>Relating mathematical abilities to numerical skills and executive functions in informal and formal schooling</i>	Wongupparaj, P.; Kadosh, R.C.	2022
<i>The Neurodevelopment of Executive Function Skills: Implications for Academic Achievement Gaps</i>	Zelazo, P.D.; Carlson, S.M.	2020
<i>Estrato Socioeconomico y Funcionamiento Ejecutivo: Su Relación con las Competencias Académicas en Edad Escolar</i>	Azar, E.E.; Aran-Filippetti, V.; Rubilar, J.V.	2018
<i>Funciones ejecutivas y la competencia para resolver problemas matemáticos en Educación Primaria</i>	Riviriego, E. D.; -Herrerias, E. B.	2018
Funções executivas predizem o processo de habilidades básicas de leitura, escrita e Matemática	Gonçalves, <i>et al.</i>	2017
Análise de uma situação problema: competências socioemocionais e estimulação de Funções Executivas	Belli, M.	2018
Contribuições das Funções Executivas para o desempenho acadêmico	Carvalho, C.A.S.M.; Fernandes, D.C.	2018
Os três componentes executivos básicos e desempenho matemático escolar	Santana, A. N.; Roazzi, A; Melo, M.R.A.	2020

Quadro 1: Produções científicas encontradas na segunda etapa
Fonte: Os autores (2022).

Para este trabalho, por limitação de espaço, apresentamos os resultados parciais da revisão, baseados nos trabalhos publicados em periódicos em português e espanhol.

3 Resultados da Revisão

Nesta seção, são expostos, do corpus constituído, resultados parciais da revisão da literatura dos 04 trabalhos publicados em português e 02 trabalhos publicados em

espanhol, conforme Quadro 2. Eles estão organizados pela revisão dos dois eixos mencionados: (i) “*Executive Function and Mathematics Learning*” e (ii) “Funções Executivas e Aprendizagem Matemática”. De acordo com o tema escolhido e após revisar o título e resumo de cada produção, foram excluídas aquelas relacionadas a: (i) transtornos de aprendizagem em Matemática; (ii) dificuldades de aprendizagem em Matemática; (iii) ansiedade Matemática; (iv) Funções Executivas ou de Matemática, apenas. Seguem as sínteses interpretativas dos trabalhos publicados em português e espanhol, destacando seus objetivos, metodologia empregada, resultados e conclusões.

Ano de Publicação	Autor(es)	Título
2017	Gonçalves, H.A. <i>et al.</i>	Funções Executivas predizem o processo de habilidades básicas de leitura, escrita e Matemática?
2018	Azar, E.E.; Aran-Filippetti, V.; Rubilar, J.V.	<i>Estrato Socioeconómico y Funcionamiento Ejecutivo: Su Relación con las Competencias Académicas en Edad Escolar.</i>
2018	Belli; M.	Análise de uma situação problema: competências socioemocionais e estimulação de Funções Executivas.
2018	Carvalho, C.A.S.M.; Fernandes, D.C.	Contribuições das Funções Executivas para o desempenho acadêmico.
2018	Riviriego, E. D.; Ausela-Herreras, E.B.	<i>Funciones ejecutivas y la competencia para resolver problemas matemáticos en Educación Primaria.</i>
2020	Santana, A. N.; Roazzi, A.; Melo, M.R.A.	Os três componentes executivos básicos e desempenho matemático escolar.

Quadro 2: Trabalhos publicados em português e espanhol
Fonte: Os autores (2022).

O trabalho de Gonçalves *et al.* (2017) apresenta como objetivo analisar o efeito das Funções Executivas – Memória de Trabalho, inibição, iniciação/velocidade de processamento e Flexibilidade Cognitiva - na leitura e escrita de palavras e na resolução de operações aritméticas a partir de uma tarefa cujos estímulos abarcam diferentes níveis de complexidade para crianças de 1º a 9º ano do Ensino Fundamental brasileiro. A principal hipótese é a de que Funções Executivas vão predizer, principalmente, o desempenho dos participantes dos anos iniciais por necessitarem utilizar mais processos controlados (que também estão em desenvolvimento) e necessitarem mais esforço

cognitivo, com menor domínio automático sobre o gerenciamento de recursos cognitivos.

Participaram desse estudo 302 estudantes, de ambos os sexos, de 1º a 9º ano, de escolas públicas e privadas e que não apresentavam dificuldades escolares relacionadas à aprendizagem e a comportamentos sugestivos de transtornos psiquiátricos e/ou neurológicos. A aplicação foi realizada em dois encontros, de forma individual, na qual os professores regentes de cada turma responderam a um questionário e os estudantes responderam a uma bateria de avaliação neuropsicológica e de desempenho escolar.

Os resultados do estudo indicaram que a Memória de Trabalho fonológica (relacionada a habilidades verbais) é um preditor do desempenho de todos os domínios escolares avaliados, independente do avanço do conteúdo e do aumento de complexidade nas tarefas. Em relação às habilidades aritméticas, observou-se que o desenvolvimento linguístico expresso na habilidade de iniciação verbal automática mostrou-se um importante preditor do desempenho de crianças no início do Ensino Fundamental (fluência verbal). Já o Controle Inibitório prediz o desempenho em aritmética de crianças de 1º a 5º ano do Ensino Fundamental, enquanto a Flexibilidade Cognitiva prediz o desempenho de estudantes mais velhos, de 6º a 9º ano do Ensino Fundamental, pois exige alternância de procedimentos e regras matemáticas ou, ainda, de estratégias de solução dos desafios matemáticos.

Portanto, esse estudo reforça a importância de considerar o processamento executivo na aprendizagem de processos básicos de leitura, escrita e aritmética para além das habilidades fonológicas e de processamento numérico. A partir de resultados quantitativos e qualitativos, intervenções precoce-preventivas de Funções Executivas podem ser inseridas na rotina escolar em prol da potencialização do desenvolvimento de leitura, escrita e matemática, principalmente, nos primeiros anos escolares.

O trabalho de Azar *et al.* (2018) apresenta como objetivo analisar a relação entre nível socioeconômico e as Funções Executivas valorizadas a partir da perspectiva dos pais e as competências de leitura e Matemática das crianças. Nesse trabalho pretendeu-se estabelecer as relações possíveis entre nível socioeconômico, desempenho acadêmico e Funções Executivas, relatando que a competência leitora e a competência matemática estão relacionadas ao nível socioeconômico e prediz o desempenho acadêmico. Para tal, a competência foi entendida como a capacidade de responder às demandas complexas e realizar várias tarefas de resolução de problemas de forma apropriada. Desta forma, a compreensão leitora não significa aprender a ler livros, mas inclui também outras séries

de habilidades ligadas à compreensão e ao pensamento crítico para ampliar conhecimento. Já para a competência matemática supõe-se ter habilidades para usar e relacionar números, suas operações, raciocínio básico e matemático para interpretar informações, ampliar conhecimento e resolver problemas da vida cotidiana.

Participaram 131 crianças de 9 a 12 anos e seus pais, pertencentes ao nível econômico médio e baixo, residentes na província de Córdoba, Argentina. Os participantes foram avaliados a partir dos instrumentos: Método Social Graffar, teste CHEXI, teste EVALEC e teste EVAMAT. A aplicação foi realizada em grupos no estabelecimento de ensino, durante o horário habitual das aulas. Para analisar o efeito do nível socioeconômico nas Funções Executivas, na competência leitora e na competência matemática, foi utilizada a MANOVA para analisar a relação entre as variáveis, usando as correlações de Pearson.

Os resultados do estudo demonstraram que o nível socioeconômico tem influência no desempenho escolar. Além disso, foram encontradas relações entre Funções Executivas e desempenho escolar, demonstrando que o nível socioeconômico estava associado ao desenvolvimento das Funções Executivas. Entre os fatores que explicam o impacto do nível socioeconômico e o desenvolvimento das Funções Executivas foram relatados os comportamentos e estilos de vida pouco saudáveis associados a dificuldades de acesso a políticas de prevenção de saúde pública, a exposição a drogas lícitas e ilícitas, o impacto de situações estressantes, para brincar, ler, etc., as deficiências nutricionais, entre outros fatores.

Desta forma, o estudo conclui que algumas evidências empíricas permitem afirmar que o nível socioeconômico dos estudantes tem influência no desenvolvimento e desempenho das Funções Executivas, conseqüentemente do desempenho escolar. O nível socioeconômico, de acordo com o estudo, constitui-se em um fator que afeta o desenvolvimento cognitivo, assim como o afetivo e o social, com efeitos diretos na competência matemática e efeitos indiretos na competência leitora, evidenciando, dessa forma, o impacto do nível socioeconômico no desenvolvimento das Funções Executivas.

Diante do exposto, os resultados deste trabalho contribuíram para elaboração de programas de treinamento preventivo para estudantes com baixo nível socioeconômico, devido à necessidade de aproximar os estudos da Neuropsicologia aos caminhos da formação de professores.

O trabalho de Belli e Manrique (2018) apresenta como objetivo relatar e analisar uma situação-problema em aulas de Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental, atrelado às competências socioemocionais e à resolução de problemas. A pesquisa foi realizada em três partes: discussão de uma situação-problema, o seu desenvolvimento em sala de aula e a explicação das percepções sobre a experiência vivida.

A metodologia utilizada foi a de resolução de problemas no ensino e na aprendizagem da Matemática para formação de professores, oportunizando concomitantemente espaço para a aprendizagem socioemocional e reconhecendo o processo da educação como a comunhão do cognitivo, do emocional e do social. O trabalho relata o acompanhamento e a participação da pesquisadora com três professores na apresentação da situação-problema em sala de aula, realizando as anotações, com gravações de áudio e imagem e algumas intervenções de apoio aos professores.

Nos resultados, foi possível constatar as situações de necessidade de desenvolvimento das competências socioemocionais. Foi demonstrado, ainda, que não podem ser trabalhadas somente a autonomia e a regulação emocional em situações-problema utilizando a metodologia de resolução de problemas, como havia sido proposto pelos professores. Com a utilização da metodologia de resolução de problemas, também se abre a oportunidade para a habilitação e a estimulação de Funções Executivas, possibilitando realizar ações presentes e participar de atividades para se alcançar metas futuras.

As Funções Executivas identificadas e trabalhadas foram o Controle Inibitório, a Flexibilidade Cognitiva e a Memória de Trabalho, proporcionando um espaço para que o professor estimulasse os alunos a refletirem sobre suas ações, inibindo os fatores distratores e motivando a autodisciplina e o autocontrole sobre sua atenção, habilitando o Controle Inibitório. Já a Memória de Trabalho foi estimulada na atividade quando os alunos se depararam com a realidade de duas tarefas, a interpretação e resolução da situação-problema, para posteriormente manipularem tais resultados e formularem perguntas.

Com isso, o estudo apresenta, em sua conclusão, a proposta de educação socioemocional em aulas de Matemática, a ser desenvolvida e ensinada em situações de resolução de problemas, incorporando-a, também, na formação continuada dos professores. A educação socioemocional aproxima as emoções e os sentimentos,

contribuiu para o desenvolvimento das habilidades matemáticas, proporcionando uma relação da afetividade com a cognição no contexto escolar.

O trabalho de Carvalho e Fernandes (2018) apresenta como objetivo explorar as relações entre as Funções Executivas e o desempenho acadêmico, de forma específica, dos alunos com conceitos ou notas mais altos e mais baixos e os processos executivos de Controle Inibitório, Memória de Trabalho, Flexibilidade Cognitiva e Planejamento.

Participaram do estudo 142 alunos que frequentavam o terceiro ano do Ensino Fundamental, matriculados em três escolas públicas do interior do Sul de Minas Gerais, sendo 79 meninos (55,6%). Desta forma, como medidas do desempenho acadêmico, foram recolhidos os conceitos bimestrais dos alunos, correspondendo ao período de coleta de dados, sendo, ainda, aplicados testes que avaliam Controle Inibitório (Teste de *Stroop* Computadorizado), Flexibilidade Cognitiva (Teste de Trilhas – parte B), Planejamento (Torre de Londres) e Memória de Trabalho (Teste de Memória de Trabalho Auditiva e Visual).

Os resultados contribuíram com as discussões sobre a importância das Funções Executivas para o desempenho acadêmico. As análises de correlação e regressão logística binária indicaram, em média, pontuações muito baixas em Flexibilidade Cognitiva e em Memória de Trabalho. No caso da Flexibilidade Cognitiva, evidenciaram-se correlações significativas positivas e que oscilaram de baixas a moderadas em todas as disciplinas, com exceção da disciplina de Religião. A análise de correlação indicou que a habilidade de Planejamento se correlacionou significativamente com a Matemática, Artes e Literatura. Já a Memória de Trabalho auditiva correlacionou de forma positiva e baixa com Ciências e Literatura. A regressão logística binária mostrou que a Flexibilidade Cognitiva explicou significativamente 29,6% da variância do desempenho.

Com isso, o estudo acrescentou novas informações à compreensão da relação entre as Funções Executivas e o desempenho acadêmico, sendo possível observar que a Flexibilidade Cognitiva tem um papel muito importante no desempenho acadêmico de crianças do terceiro ano. Também relatou que não se obteve correlação entre os dois tipos de Memória de Trabalho avaliados (auditiva e visual) e o desempenho dos alunos nas disciplinas. No entanto, quando foram considerados apenas os grupos extremos de desempenho mais alto e mais baixo, ambos os tipos de Memória de Trabalho mostraram correlações baixas com os desempenhos.

O trabalho de Riviriego e Herreras (2018) apresenta como objetivo analisar a associação entre as Funções Executivas (planejamento, Memória de Trabalho e raciocínio) e a competência matemática, especificamente, a capacidade de resolução de problemas em estudantes da educação primária. A hipótese de pesquisa deste estudo é a existência de uma associação estatisticamente significativa entre as Funções Executivas e as habilidades de resolução de problemas.

Participaram 24 alunos do 6º ano da educação primária. Os participantes foram avaliados por três instrumentos: questionário de evolução comportamental, avaliação das Funções Executivas (nível I e II) e resolução de problemas. A metodologia foi correlacional, através da análise de correlação de Pearson (paramétrico), que permite analisar a relação existente entre duas variáveis (quantitativa e contínua) e análise de associação de variáveis do coeficiente Qui-Quadrado de Pearson (não-paramétrico), analisando se as Funções Executivas estão relacionadas com os processos de resolução de problemas em Matemática. A competência matemática foi avaliada através da aplicação de tarefas de resolução de problemas, de acordo com o currículo básico da educação primária, com o intuito de analisar as Funções Executivas na capacidade de planejamento, Memória de Trabalho e raciocínio.

Neste estudo, os resultados apresentaram a hipótese nula, em que não há relação ou associação estatisticamente entre Funções Executivas (planejamento, Memória de Trabalho e raciocínio) e Matemática (resolução de problemas) no Ensino Primário. Esses resultados podem ter sido obtidos devido a terem analisado as Funções Executivas do ponto de vista unidimensional, não apresentando uma análise de diferentes dimensões que configuram sua estrutura em etapa educacional e em momento de desenvolvimento, conforme indicado pelos resultados obtidos por outros pesquisadores que analisam a relação entre a competência matemática e as diferentes dimensões das Funções Executivas (inibição, flexibilidade cognitiva e atualização da Memória de Trabalho). No entanto, o estudo acrescenta que a detecção precoce de dificuldades nas Funções Executivas permite antecipar e/ou prevenir o risco de apresentar futuros transtornos na aprendizagem de Matemática.

O trabalho de Santana, Roazzi e Melo (2020) apresenta como objetivo avaliar as Funções Executivas de escolares e o valor preditivo de cada um dos três componentes executivos básicos para o desempenho matemático escolar, investigando as relações existentes entre os componentes – Memória de Trabalho, Controle Inibitório e Flexibilidade Cognitiva – e o desempenho de alunos na resolução de atividades de

Matemática com foco em diferentes áreas (representação da magnitude numérica, fato numérico, resolução de problemas e tempo de resolução).

No estudo, foram selecionados 110 participantes a partir do método de amostragem probabilística estratificada, sendo estudantes regularmente matriculados do 2º ao 7º ano do ensino fundamental. Foram excluídos estudantes: 1) fora da faixa etária estabelecida; 2) que não apresentavam o funcionamento neurológico, auditivo, oral e visual preservados ou corrigidos; 3) com necessidades educativas especiais; 4) com severas perdas cognitivas; e 5) que tinham repetido por mais de duas vezes o ano escolar. Os participantes foram avaliados a partir dos instrumentos: Questionário Sociodemográfico, Minixame do Estado Mental, Roteiro para Sondagem de Habilidades Matemáticas – Coruja Promat, Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Infantil – Neupsilin-INF e Five Digit Test – FDT.

Os resultados verificados apontaram que os três componentes executivos – Memória de Trabalho (MT), Controle Inibitório (CI) e Flexibilidade Cognitiva (FC) – apresentam-se significativamente correlacionados com o desempenho em Matemática, avaliado a partir do teste Coruja-Promat. Destaca-se que as correlações demonstradas foram significativas em todas as áreas da Matemática avaliadas, tratando-se das correlações entre os três componentes executivos básicos individualmente e o desempenho matemático escolar. Desta forma, os resultados trazem que a Memória de Trabalho se refere ao componente cujas correlações com o desempenho em Matemática são de maior magnitude, sendo verificadas as correlações significativas entre todos os subcomponentes da Memória de Trabalho e as áreas da Matemática. Já o segundo componente executivo com maior relação com o desempenho em Matemática foi a Flexibilidade Cognitiva, que apresentou correlações moderadas com todas as áreas de desempenho em Matemática avaliadas. O Controle Inibitório foi o componente executivo com correlações de menor magnitude com o desempenho em Matemática, apresentando, todavia, correlações significativas com todas as áreas do desempenho em Matemática avaliadas.

Portanto, o estudo apontou que as Funções Executivas, especificamente os componentes executivos básicos, encontram-se diretamente relacionadas com o desempenho matemático. As análises estatísticas de correlação e regressão revelaram relações significativas entre os três componentes e o desempenho em Matemática, com forte predominância da Memória de Trabalho, seguida da Flexibilidade Cognitiva e do Controle Inibitório. Os dados relataram que a Memória de Trabalho ainda se sobressai

perante a Flexibilidade Cognitiva e o Controle Inibitório. Em contraponto, destacou que a Flexibilidade Cognitiva é uma função mediadora entre o Controle Inibitório e o desempenho em Matemática, sugerindo que futuras pesquisas avaliem as influências das Funções Executivas sobre o desempenho matemático em outras áreas – como a álgebra, não avaliada neste estudo, tendo em vista a idade e o ano escolar da amostra. Além disso, considerando a identificada relevância das Funções Executivas, demanda-se por pesquisas de tipo intervencional, que construam protocolos de intervenção ainda não disponíveis e que avaliem especificamente os resultados obtidos no desempenho matemático a partir de intervenções direcionadas às Funções Executivas.

Os resultados dos trabalhos publicados em português e espanhol apresentaram relações entre Funções Executivas e aprendizagem de Matemática. No que se refere à Memória de trabalho, Santana *et al.* (2020) relatam que as Funções Executivas apresentam-se significativamente correlacionadas com o desempenho em Matemática, e que a Memória de Trabalho se refere ao componente cujas correlações com o desempenho em Matemática são de maior magnitude, seguido pela Flexibilidade Cognitiva e pelo Controle Inibitório. Para Gonçalves *et al.* (2017), a Memória de Trabalho fonológica é um preditor do desempenho de todos os domínios escolares avaliados, independente do avanço do conteúdo e do aumento de complexidade nas tarefas. Já Belli e Manrique (2018) trazem que a Memória de Trabalho, quando estimulada em tarefas de interpretação e resolução da situação-problema, contribui para manipular os resultados e formular perguntas. Segundo Baddeley (2010), a Memória de Trabalho refere-se a um sistema necessário à manutenção de informações em mente enquanto o indivíduo executa tarefas complexas, como raciocínio, compreensão e aprendizado.

Para Azar *et al.* (2018), o nível socioeconômico tem efeitos diretos nas habilidades matemáticas e efeitos indiretos nessas habilidades por meio da Memória de Trabalho, evidenciando o impacto direto do nível socioeconômico no desenvolvimento das Funções Executivas. Já para Riviriego e Herreras (2018), a detecção precoce de dificuldades nas Funções Executivas permite antecipar e/ou prevenir o risco de apresentar futuros transtornos na aprendizagem de Matemática. No entanto, Carvalho e Fernandes (2018), através de análises de correlação e regressão logística binária, indicam, em média, pontuações muito baixas em Memória de Trabalho. Bull e Scerif (2001) afirmam que o funcionamento executivo é um bom preditor de desempenho escolar, pois alguns estudos mostram esse resultado mesmo após o controle de outros

Comentado [GCSA1]: Não consta nas referências.

Talvez seja a mesma citação que:
Santana, Roazzi e Melo (2020)

fatores explicativos, a exemplo da recuperação da memória de longo prazo, da velocidade de processamento de informações e do processamento fonológico.

O Controle Inibitório, de acordo com Belli e Manrique (2018), inibe os fatores distratores e motiva a autodisciplina e o autocontrole da atenção e das ações. De acordo com Diamond (2013), o Controle Inibitório é o processo que controla as informações relevantes durante a execução de uma tarefa, permitindo o controle da atenção, do comportamento e das emoções para ignorar predisposições internas ou atrativos externos para atuar de forma mais apropriada. Já a Flexibilidade Cognitiva, para Carvalho e Fernandes (2018), tem um papel muito importante no desempenho escolar, apresentando a regressão logística binária de 29,6% da variância do desempenho. Segundo Diamond (2013), a Flexibilidade Cognitiva indica a capacidade de modificar a maneira de atuar ou pensar, quando a forma de se comportar não está funcionando, alterando a perspectiva ou ponto de vista conforme as demandas do ambiente, obtendo notas ou conceitos mais altos.

Os trabalhos de Gonçalves *et al.* (2017); Azar *et al.* (2018); Belli e Manrique (2018); Riviriego e Herreras (2018); Santana, Roazzi e Melo (2020) relataram a aplicação de tarefas de resolução de problemas para analisar o desenvolvimento das Funções Executivas. Segundo Romanatto (2012), o ensino da Matemática por meio da resolução de problemas propõe o desenvolvimento de capacidades e habilidades sociais, tais como: autonomia, iniciativa, criatividade, e ainda desenvolve a capacidade de leitura, análise crítica, interpretação de texto, raciocínio, projeção de relações virtuais, representação e transformação mental.

4 Considerações Finais

As Funções Executivas contemplam habilidades que possibilitam o controle do comportamento, da emoção e da cognição (ARDILA, 2008; DIAS *et al.*, 2015). Em específico, as pesquisas de Miyake *et al.* (2000), retomadas depois por Diamond (2013), sugerem um modelo fixado na existência de três habilidades básicas envolvidas nas Funções Executivas, a saber: Inibição (o sujeito deve inibir respostas dominantes e automáticas quando julgar pertinentes e de maneira controlada), Memória de Trabalho (manter, manipular e atualizar informações) e Flexibilidade Cognitiva (capacidade de o sujeito mudar o foco atencional ou curso da ação).

A partir das sínteses dos trabalhos publicados em português e em espanhol, buscou-se analisar as contribuições das Funções Executivas e a Aprendizagem de Matemática. Desta forma, verificou-se que os autores evidenciam os componentes executivos - Memória de Trabalho, Flexibilidade Cognitiva e Controle Inibitório – e a relação significativa com o desempenho em Matemática.

Ademais, dentre as diversas variáveis e os aspectos que influenciam o desempenho escolar, encontram-se as Funções Executivas, que se referem a um conjunto de habilidades cognitivas relacionadas ao controle dos comportamentos, atuando na regulação de diferentes processos cognitivos, emocionais e comportamentais, representando uma habilidade necessária à aprendizagem (DIAMOND, 2013; MIYAKE *et al.*, 2000). Bull e Scerif (2001) afirmam que o funcionamento executivo é um bom preditor de desempenho escolar, pois alguns estudos mostram esse resultado mesmo após o controle de outros fatores explicativos, a exemplo da recuperação da memória de longo prazo, da velocidade de processamento de informações e do processamento fonológico.

Nesse seguimento, a análise dos trabalhos publicados em português e espanhol permitiu perceber algumas contribuições das Funções Executivas para o desempenho na Aprendizagem de Matemática, sendo necessário executar trabalhos futuros, com outros trabalhos construídos no corpus da revisão, para que desta forma se possa investigar e avaliar com mais profundidade as intervenções junto aos professores, em formação inicial ou continuada, para que desenvolvam atividades junto aos alunos, mobilizando e desenvolvendo suas Funções Executivas.

Referências

AZAR, E. E.; ARÁN-FILIPPETTI, V.; VARGAS-RUBILAR, J. Estrato Socioeconómico Y Funcionamiento Ejecutivo: su relación con las competencias académicas en edad escolar. **Cuadernos de Neuropsicología**, Chile, v. 13, n. 3, p. 80-93, 2019. Disponível em: <<https://www.cnps.cl/index.php/cnps/article/view/386>>. Acesso em: 13 mai. 2022.

ARDILA, A. On the evolutionary origins of executive functions. **Brain and Cognition**, [s.l.], v. 68, n. 1, p. 92-99, 2008. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278262608001656#preview-section-cited-by>>. Acesso em: 22 mai. 2022.

BADDELEY, A. Working memory. **Current Biology**, [s.l.], v. 20, n. 4, p. 136-140, 2010. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982209021332>>. Acesso em: 22 mai. 2022.

BADDELEY, A. Working Memory: theories, models, and controversies. **Annual Review of Psychology**, Indianapolis, v. 63, n. 1, p. 1-29, 2012. Disponível em: <<https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-psych-120710-100422>>. Acesso em: 22 mai. 2022.

BEGOLLI, K. N.; RICHLAND, L. E.; JAEGGI, S. M.; LYONS, E. M.; KLOSTERMANN, E. C.; MATLEN, B. J. Executive Function in Learning Mathematics by Comparison: Incorporating Everyday Classrooms into the Science of Learning. **Thinking & Reasoning**, [s.l.], v. 24, n. .2, p. 280-313. 2018. Disponível em: https://rnp-rimo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/vsvpiv/TN_cdi_informaworld_taylorfrancis_310_1080_13546783_2018_1429306>. Acesso em: 13 mai. 2022.

BELLI, A.; MANRIQUE, A. L. Análise de uma situação-problema: competências socioemocionais e estimulação de funções executivas. **Educação Matemática Debate**, Montes Claros, v. 2, n. 5, p. 171-187, 2018. Disponível em: <<https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/emd/article/view/67>>. Acesso em: 13 mai. 2022.

BOCK, A. M.; CARTWRIGHT, K. B; MCKNIGHT, P. E; PETTERSON, A. B.; SHRIVER, A. G.; LEAF, B. M.; MOHTASHAM, M. K.; VANNERGRUND, K. C.; PASNAK, R. Patterning, Reading, and Executive Functions. **Frontiers in Psychology**, [s.l.], v. 9, p. 1-11. 2018. Disponível em: <https://rnp-primho.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/vsvpiv/TN_cdi_doaj_primary_oai_doaj_org_artic_e_56d9349fea2f44139fa36ffa6ca2b2cd>. Acesso em: 13 mai. 2022.

BRAAK, D. T.; LENES, R.; PURPURA, D. J.; SCHMITT, S. A.; STORKSEN I. Why Do Early Mathematics Skills Predict Later Mathematics and Reading Achievement? The Role of Executive Function. **Journal of Experimental Child Psychology**, [s.l.], v. 214, p. 105306-105306. 2022. Disponível em: <https://rnp-primho.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/vsvpiv/TN_cdi_proquest_miscellaneous_2582808678>. Acesso em: 13 mai. 2022.

BULL, R.; SCERIF, G. Executive Functioning as a Predictor of Children's Mathematics Ability: inhibition, switching, and working memory. **Developmental Neuropsychology**, Bethesda, v. 19, n. 3, p. 273-293, 2001. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11758669/>>. Acesso em: 05 jul. 2022.

CARVALHO, C. A. S. de M. **Funções executivas e desempenho acadêmico em alunos do 3º ano do ensino fundamental**. 2015. 78 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade do Vale do Sapucaí, Pouso Alegre, 2015. Disponível em: <<http://www.univas.edu.br/me/docs/dissertacoes2/20.pdf>>. Acesso em: 22 mai. 2022.

CARVALHO, C. S.; FERNANDES, D. C. Contribuições das funções executivas para o desempenho acadêmico. **Argumentos Pró-Educação**, Pouso Alegre, v. 3, n. 7, p. 164-184, 2018. Disponível em: <<http://ojs.univas.edu.br/index.php/argumentosproeducacao/article/view/292>>. Acesso em: 13 mai. 2022.

CASTRO, A. M. F. M.; BUENO, J. M. H.; PEIXOTO, E. M. Socioemotional and Cognitive Skills: Its Relation to School Performance in Elementary School. **Paidéia Cadernos De Psicologia E Educação**, [s.l.], v. 31. 2021.

CAVIOLA, S.; COLLING, L.; MAMMARELLA, I. C.; SZUCS, D. Predictors of Mathematics in Primary School: Magnitude Comparison, Verbal and Spatial Working Memory Measures. **Developmental Science**, [s.l.], v. 23, n. 6, p. 1-19. 2020. Disponível em: <[ReBECEM, Cascavel, \(PR\), v.7, n.3, p. 382-403, set. 2023](https://rnp-</p></div><div data-bbox=)

primo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/vsvpiv/TN_cdi_proquest_miscellaneous_2369436285>. Acesso em: 13 mai. 2022.

CHEMAMANDAR, F.; JABBARI, S.; POORGHORBAN, M.; SARVESTANI, M. S.; AMINI, S. Mathematics Performance of the Students in Primary School: Comparison of Working Memory Capacity and Inhibition. **Journal of Education and Learning**, [s.l.], v. 8, n. 3. 2019. Disponível em: <https://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/vsvpiv/TN_cdi_crossref_primary_10_5539_jel_v8_n3p242>. Acesso em: 13 mai. 2022.

CHEVALLARD, Y.; BOSCH, M.; GASCÓN, J. **Estudar Matemáticas: O Elo Perdido entre o Ensino e a Aprendizagem**. 1. ed. Porto Alegre: Artes Médicas. 2001.

COELHO, P. C. **Contribuições da escola de A.R. Luria para o desenvolvimento do diagnóstico neuropsicológico**. 2018. 72 f. Monografia (Especialização em Neurociências) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1843/ICBB-BDAU5H>>. Acesso em: 22 mai. 2022.

CORSO, H. V.; SPERB, T. M.; JOU, G. I.; SALLES, J.F. Metacognição e Funções Executivas: Relações entre os Conceitos e Implicações para a Aprendizagem. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Porto Alegre, v. 29, n. 1, p. 21-29, 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ptp/a/SzJ3qv7qDLqdcBNfnz4Xnb/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 22 mai. 2022.

COULANGES, L.; ABREU-MENDOZA, R. A.; VARMA, S.; UNCAPHER, M. R.; GAZZALEY, A.; ANGUERA, J.; ROSENBERG-LEE, M. Linking Inhibitory Control to Math Achievement via Comparison of Conflicting Decimal Numbers. **Cognition**, [s.l.], v. 214. 2021. Disponível em: <https://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/vsvpiv/TN_cdi_proquest_miscellaneous_25407238>. Acesso em: 13 mai. 2022.

CRAGG, L.; RICHARDSON, S.; HUBBER, P. J.; KEEBLE, S.; GILMORE, C. When Is Working Memory Important for Arithmetic? The Impact of Strategy and Age. **PLoS One**, [s.l.], v. 12, n. 12. 2017. Disponível em: <https://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/vsvpiv/TN_cdi_plos_journals_1975586869>. Acesso em: 13 mai. 2022.

DIAMOND, A. The Evidence Base for Improving School Outcomes by Addressing the Whole Child and by Addressing Skills and Attitudes, Not Just Content. **Early Education & Development**, [s.l.], v. 21, n. 5, p. 780-793, 2010. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3026344/>>. Acesso em: 22 mai. 2022.

DIAMOND, A. Executive Functions. **Annual Review of Psychology**, Palo Alto, v. 64, n. 1, p. 135-168, 2013. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-psych-113011-143750>. Acesso em: 22 maio 2022.

DIAS, N. M.; GOMES, C. M. A.; REPPOLD, C.T.; FIORAVANTI-BASTOS, A. C. M. PIRES, E. U.; CARREIRO, L. R.; SEABRA, A. G. Investigação da estrutura e composição das funções executivas: análise de modelos teóricos. **Psicologia: teoria e prática**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 140-152, 2015. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-36872015000200011&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 22 mai. 2022.

GONÇALVES, H. A. VIAPIANA, V. F.; SARTORI, M. S.; GIACOMONI, C. H.; STEIN, L. M.; FONSECA, R. P. Funções executivas predizem o processamento de habilidades básicas de

leitura, escrita e matemática?. **Revista Neuropsicologia Latinoamericana**, Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 42-54, 2017. Disponível em: <https://www.neuropsicolatina.org/index.php/Neuropsicologia_Latinoamericana/article/view/393/223>. Acesso em: 13 mai. 2022.

HOFKENS, T. L.; WHITTAKER, J.; PIANTA, R. C.; VITIELLO, V.; RUZEK, E.; ANSARI, A. Pathways of Mathematics Achievement in Preschool: Examining Executive Function and Task Orientation. **Journal of Applied Developmental Psychology**, [s.l.], v. 81. 2022. Disponível em: <https://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/vsvpiv/TN_cdi_proquest_journals_2766506735>. Acesso em: 13 mai. 2022.

KOVAC, G. P. **Comparações de indicadores de saúde mental e funções executivas nas visões de pais e professores de crianças do ensino fundamental I**. 2018. 51 f. Dissertação (Mestrado em Distúrbio do Desenvolvimento) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://dspace.mackenzie.br/handle/10899/22742>>. Acesso em: 22 mai. 2022.

EO, I. D.; MUIS, K. R. Confused, Now What? A Cognitive-Emotional Strategy Training (CEST) Intervention for Elementary Students during Mathematics Problem Solving. **Contemporary Educational Psychology**, [s.l.], v. 62. 2020. Disponível em: <https://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/vsvpiv/TN_cdi_crossref_primary_10_1016_j_cedpsych_2020_101879>. Acesso em: 13 mai. 2022.

LEÓN, C. B. R.; RODRIGUES, C. C.; SEABRA, A. G.; DIAS, N. M. Funções executivas e desempenho escolar em crianças de 6 a 9 anos de idade. **Revista da Associação Brasileira de Psicopedagogia**, São Paulo, v. 30, n. 82, p. 113-120, 2013. Disponível em: <<http://www.revistapsicopedagogia.com.br/detalhes/104/funcoes-executivas-e-desempenho-escolar-em-criancas-de-6-a-9-anos-de-idade>>. Acesso em: 22 mai. 2022.

LEZAK, M. D. The Problem of Assessing Executive Functions. **International Journal of Psychology**, Washington, v. 17, n. 1-4, p. 281-297, 1982. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1080/00207598208247445>>. Acesso em: 22 mai. 2022.

LOSENNO, K. M.; MUIS, K. R.; MUNZAR, B.; DENTON, C. A.; PERRY, N. E. The Dynamic Roles of Cognitive Reappraisal and Self-regulated Learning during Mathematics Problem Solving: A Mixed Methods Investigation. **Contemporary Educational Psychology**, [s.l.], v. 61. 2020. Disponível em: <https://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/vsvpiv/TN_cdi_crossref_primary_10_1016_j_cedpsych_2020_101869>. Acesso em: 13 mai. 2022.

MERCADER, J.; MIRANDA, A.; PRESENTACIÓN, M. J.; SIEGENTHALER, R.; ROSEL, J. F. Contributions of Motivation, Early Numeracy Skills, and Executive Functioning to Mathematical Performance. A Longitudinal Study. **Frontiers in Psychology**. [s.l.], v. 8. 2018. Disponível em: <https://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/vsvpiv/TN_cdi_doaj_primary_oai_doaj_org_article_6c1105cebdc74b498e7fec1c351ed05b>. Acesso em: 13 mai. 2022.

MIYAKE, A.; FRIEDMAN, N. P.; EMERSON, M. J.; WITZKI, A. H.; HOWERTER, A.; WAGER, T. D. The Unity and Diversity of Executive Functions and their Contributions to Complex "Frontal Lobe" Tasks: a latent variable analysis. **Cognitive Psychology**, Bethesda, v. 41, n. 1, p. 49-100, 2000. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10945922/>>. Acesso em: 22 mai. 2022.

OLIVEIRA, M. F.; NEGREIROS, J. G. M.; NEVES, A. C. Condicionantes da aprendizagem da matemática: uma revisão sistêmica da literatura. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 41, n. 4, p. 1023-1037, 2015. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/ep/article/view/108892>>. Acesso em: 22 mai. 2022.

ONRUBIA, J.; ROCHEIRA, M. J.; BARBERÁ, E. O Ensino e a aprendizagem da matemática: uma perspectiva psicológica. In: COLL, C.; MARCHESI, A.; PALACIOS, J. (Org.). **Desenvolvimento psicológico e educação: psicologia da educação escolar**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 329-333.

POORGHORBAN, M.; JABBARI, S.; CHAMANDAR, F. Mathematics Performance of the Primary School Students: Attention and Shifting. **Journal of Education and Learning**, [s.l.], v.7, n. 3. 2018. Disponível em: <https://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/vsvpiv/TN_cdi_eric_primary_EJ1173099>. Acesso em: 13 mai. 2022.

PURPURA, D. J.; SCHMITT, S. A.; GANLEY, C. M. Foundations of Mathematics and Literacy: The Role of Executive Functioning Components. **Journal of Experimental Child Psychology**, [s.l.], v. 153, p. 15-34. 2017. Disponível em: <https://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/vsvpiv/TN_cdi_proquest_miscellaneous_1837023789>. Acesso em: 13 mai. 2022.

REVIRIEGO, E. D.; HERRERAS, E. B. Funciones ejecutivas y la competencia para resolver problemas matemáticos en Educación Primaria. **Cuadernos de Neuropsicología: Panamerican Journal of Neuropsychology**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 42-57, 2018. Disponível em: <<https://www.cnps.cl/index.php/cnps/article/view/322>>. Acesso em: 13 mai. 2022.

RICHLAND, L. E.; BEGOLLI, K. N.; SIMMS, N.; FRAUSEL, R. R.; LYONS, E. A. Supporting Mathematical Discussions: The Roles of Comparison and Cognitive Load. **Educational Psychology Review**, [s.l.], v. 29, n.1, p. 41-53. 2017. Disponível em: <https://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/vsvpiv/TN_cdi_eric_primary_EJ1130679>. Acesso em: 13 mai. 2022.

RODRIGUES, E. S. O papel de mecanismos de controle executivo no processo linguístico: diferença de desempenho entre crianças e adultos em tarefas experimentais. **Revista Linguística**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 98-117, 2011. Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/rl/article/view/4467/3239>>. Acesso em: 13 mai. 2022.

RODRIGUES, J. A. **Funções executivas e desenvolvimento linguístico em crianças de dois anos**. 2020. 92 f. Dissertação (Mestrado em Letras e Linguística) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/12136>>. Acesso em: 22 mai. 2022.

ROEBERS, C. M.; PATRIZIA, C.; RÖTHLISBERGER, M.; NEUENSCHWANDER, R. 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**, Washington, v. 7, n. 3, p. 151-173, 2012. Disponível em: <<https://psycnet.apa.org/record/2012-29410-001>>. Acesso em: 22 mai. 2022.

ROELL, M.; VIAROUGE, A.; HOUDÉ, O.; BORST, G. Inhibitory Control and Decimal Number Comparison in School-aged Children. **PloS One**, [s.l.], v. 12, n. 11. 2017. Disponível em: <https://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/vsvpiv/TN_cdi_plos_journals_1966425734>. Acesso em: 13 mai. 2022.

ROMANATTO, M. C. Resolução de problemas nas aulas de Matemática. **Revista Eletrônica de Educação**. São Carlos, v. 6, n. 1, p. 299 – 311, 2012. Disponível em: <<http://reveduc.ufscar.br>>. Acesso em: 22 mai. 2022.

RUTHERFORD, T.; BUSCHKUEHL, M.; JAEGGI, S. M.; FARKAS, G. Links between Achievement, Executive Functions, and Self-regulated Learning. **Applied Cognitive Psychology**, [s.l.], v. 32, n. 6, p. 763-774. 2018. Disponível em: <https://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/vsvpiv/TN_cdi_proquest_journals_2130997584>. Acesso em: 13 mai. 2022.

SANTANA, A. N.; ROAZZI, A.; MELO, M R. A. Os Três Componentes Executivos Básicos e o Desempenho Matemático Escolar. **Revista Brasileira De Estudos Pedagógicos**. Brasília, v. 101, n. 159, p. 649-69. 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbeped/a/ggLTy6LbGcwmQ4rjZVpf5YF/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 13 mai. 2022.

SHANLEY L.; CLARKE, B.; SMOLKOWSKI, K.; DOABLER, C. T.; KURTZ-NELSON, E, C.; FIEN, H. Examining the Role of Domain-General Skills in Mathematics Learning and Intervention Response in Kindergarten. **Learning Disabilities Research and Practice**, [s.l.], v. 36, n. 4, p. 330-352. 2021. Disponível em: <https://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/vsvpiv/TN_cdi_gale_infotracademiconefile_A682754009>. Acesso em: 13 mai. 2022.

STAD, F. E; HEIJNINGEN, C. J.M. V.; WIEDL, K. H.; RESING, W. C.M. Predicting School Achievement: Differential Effects of Dynamic Testing Measures and Cognitive Flexibility for Math Performance. **Learning and Individual Differences**, [s.l.], v. 67, p. 117-125. 2018. Disponível em: <https://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/vsvpiv/TN_cdi_gale_infotracademiconefile_A557086845>. Acesso em: 13 mai. 2022.

SULIK, M. J.; FINCH, J. E.; OBRADOVIC, J. Moving beyond Executive Functions: Challenge Preference as a Predictor of Academic Achievement in Elementary School. **Journal of Experimental Child Psychology**, [s.l.], v. 198. 2020. Disponível em: <https://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/vsvpiv/TN_cdi_proquest_misellaneous_2422007335>. Acesso em: 13 mai. 2022.

SUNG, J.; WICKRAMA, K. A.S. Longitudinal Relationship between Early Academic Achievement and Executive Function: Mediating Role of Approaches to Learning. **Contemporary Educational Psychology**, [s.l.], v. 54, p. 171-183. 2018. Disponível em: <https://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/vsvpiv/TN_cdi_gale_infotracademiconefile_A550363869>. Acesso em: 13 mai. 2022.

UEHARA, E.; CHARCHAT-FICHMAN, H.; LANDEIRA-FERNANDEZ J. Funções executivas: um retrato integrativo dos principais modelos e teorias desse conceito. **Neuropsicologia Latinoamericana**, Calle, v. 5, n. 3, p. 25-37, 2013. Disponível em: <https://neuropsicolatina.org/index.php/Neuropsicologia_Latinoamericana/article/view/145/119>. Acesso em: 22 mai. 2022.

VASCONCELOS, L. J. de. **O funcionamento executivo como um dos fatores explicativos do desempenho matemático escolar**. 2008. 297 f. Tese (Doutorado em Psicologia Cognitiva) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/8216>>. Acesso em: 22 mai. 2022.

VERDEJO-GARCÍA, A.; BECHARA, A. Neuropsicología de las funciones ejecutivas.

Psicothema, [s.l.], v. 22, n. 2, p. 227–235, 2010. Disponível em:

<<https://reunido.uniovi.es/index.php/PST/article/view/8895>>. Acesso em: 22 mai. 2022.

WIELEWSKI, G. D. **Aspectos do pensamento matemático na resolução de problemas**: uma

apresentação contextualizada da obra de Krutetski. 2005. 407 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em:

<<https://tede2.pucsp.br/handle/handle/10914>>. Acesso em: 22 mai. 2022.

WONGUPPARAJ, P.; KADOSH, R. C. Relating Mathematical Abilities to Numerical Skills and Executive Functions in Informal and Formal Schooling. **BMC Psychology**, [s.l.], v. 10, n. 1. 2022. Disponível em: <[https://rnp-](https://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/vsvpiv/TN_cdi_doaj_primary_oai_doaj_org_article_708ca8c9f5e54257af2ba1f24c74fa8d)

[primo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/vsvpiv/TN_cdi_doaj_primary_oai_doaj_org_article_708ca8c9f5e54257af2ba1f24c74fa8d](https://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/vsvpiv/TN_cdi_doaj_primary_oai_doaj_org_article_708ca8c9f5e54257af2ba1f24c74fa8d)>. Acesso em: 13 mai. 2022.

ZELAZO, P. D.; MÜLLER, U. FRYE, D.; MARCOVITCH, S.; ARGITIS, G.; BASEOVSKI, J.; CHIANG, J. K.; DONAYA, H.; SCHUSTER, B. V.; SUTHERLAND, A. The development of executive function in early childhood. **Monographs of the Society for Research in Child Development**, [s.l.], v. 68, n. 3, p. 7-137, 2003. Disponível em:

<<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14723273/>>. Acesso em: 22 mai. 2022.

ZELAZO, P. D.; CARLSON, S. M. The Neurodevelopment of Executive Function Skills:

Implications for Academic Achievement Gaps. **Psychology & Neuroscience**, [s.l.], v. 13, n. 3, p. 273-298. 2020. Disponível em: <[https://rnp-](https://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/vsvpiv/TN_cdi_proquest_journals_2450426859)

[primo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/vsvpiv/TN_cdi_proquest_journals_2450426859](https://rnp-primo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/vsvpiv/TN_cdi_proquest_journals_2450426859)>. Acesso em: 13 mai. 2022.

Recebido em: 26 de abril de 2023

Aceito em: 16 de junho de 2023