



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA COGNITIVA

ALANNY NUNES DE SANTANA

FUNÇÕES EXECUTIVAS E DESEMPENHO MATEMÁTICO EM ESCOLARES

Recife

2020

ALANNY NUNES DE SANTANA

FUNÇÕES EXECUTIVAS E DESEMPENHO MATEMÁTICO EM ESCOLARES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Psicologia Cognitiva da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção do grau de mestre em Psicologia Cognitiva.

Área de concentração: Psicologia Cognitiva.

Orientador: Prof^o. Dr. Antonio Roazzi.

Coorientadora: Prof.^a Dra. Monilly Ramos Araujo Melo

Recife

2020

Catálogo na fonte
Bibliotecária Valdicéa Alves Silva, CRB4-1260

S232 Santana, Alanny Nunes de.
Funções executivas e desempenho matemático em escolares / Alanny
Nunes de Santana. – 2020.
107 f.: il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Roazzi.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH.
Programa de Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva, Recife, 2020.
Inclui referências, anexos e apêndices.

1. Psicologia cognitiva. 2. Neuropsicologia. 3. Psicologia infantil –
Avaliação. 4. Capacidade de matemática em criança. 5. Ciência cognitiva.
6. Atividades mentais. I. Roazzi, Antonio (Orientador). II. Título.

153 CDD (22. ed.)

UFPE (BCFCH2020-117)

ALANNY NUNES DE SANTANA

FUNÇÕES EXECUTIVAS E DESEMPENHO MATEMÁTICO EM ESCOLARES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Psicologia Cognitiva da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção do grau de mestre em Psicologia Cognitiva.

Aprovada em: 28/02/2020.

BANCA EXAMINADORA

Prof^o Dr. Antonio Roazzi (Orientador)

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof^o Dr. Bruno Campello de Souza (Examinador Interno)

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Prof^o. Dr. Riccardo Viale (Examinador Externo)

University of Milano–Bicocca

Prof.^a Dra. Umbelina Rego Leite (Examinadora Interna)

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Prof.^a Dra. Alena Pimentel Mello Cabral Nobre (Examinadora Externa)

Universidade de Pernambuco - UPE

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente aos meus pais, Onildo e Celestina, pelos exemplos de persistência, esperança e coragem que me motivaram durante todos os dias nesta caminhada. Sem este apoio eu nada conseguiria. Amo vocês!

Às minhas tão amadas irmãs, pelo companheirismo de sempre, pela vibração por todas as pequenas conquistas, pelo carinho e pelo espaço de escuta disponível em todos os momentos. Gratidão!

Agradeço ao meu querido Prof. Dr. Antonio Roazzi, por todas as sábias orientações, pela confiança em mim depositada e por todas as palavras de incentivo ao longo do processo de construção deste trabalho. O Sr. é inspirador! Obrigada!

À Prof.^a Dr.^a Monilly Ramos, pela atenta co-orientação e por continuar ao meu lado ao longo de mais essa jornada, sempre em busca de uma pesquisa comprometida com a melhoria da realidade em que vivemos.

Agradeço a todos os professores da Pós-graduação em Psicologia Cognitiva da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE e aos amigos do Laboratório de Neuropsicologia Cognitiva e Inovação Tecnológica da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG pelas importantes contribuições e apoio.

Às minhas queridas amigas, tão amorosas, presentes e prestativas em todos os momentos. Gratidão!

Finalmente, agradeço aos funcionários das escolas que me acolheram, à todas as crianças e pais que voluntariamente se dispuseram a participar deste estudo, à Timóteo da secretaria da Pós-graduação em Psicologia Cognitiva, por ser tão prestativo e presente, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão de uma bolsa de mestrado. Obrigada!

“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre” (FREIRE, 1981, p. 79).

“Se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela tampouco a sociedade muda” (FREIRE, 2000, p.67).

RESUMO

As Funções Executivas (FE) são entendidas enquanto habilidades preditoras do desempenho acadêmico, permitindo a tomada de decisão, a avaliação e a adequação de comportamentos e estratégias, sendo consenso na literatura científica sua importância para o desempenho matemático. Todavia, mesmo sendo indicada sua relevância, dados de estudos disponíveis sobre a temática ainda não permitiam inferir precisamente sobre as relações estabelecidas entre FE e desempenho em matemática de escolares. Desse modo, este estudo objetivou explorar as relações existentes entre os componentes das Funções Executivas – tríade executiva – e o desempenho matemático de escolares. Para tanto, participaram 110 estudantes de escolas públicas e privadas da cidade de Recife-PE, de ambos os sexos e com idades entre 8 e 12 anos. Os participantes foram avaliados a partir da aplicação dos instrumentos Mini-Exame do Estado Mental – MEEM, Roteiro para Sondagem de Habilidades Matemáticas – Coruja PROMAT, Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Infantil NEUPSILIN-INF, *Five Digit Test* – FDT e questionário sociodemográfico, sendo utilizadas para a análise dos dados técnicas estatísticas de correlação, regressão, multivariadas e de comparação entre grupos. Para uma melhor organização dos resultados e discussão estes são apresentados no decorrer do trabalho a partir de artigos completos que atendem a determinados objetivos específicos. No Artigo 1 foram verificadas relações significativas entre os três componentes executivos– Memória de Trabalho (MT), Controle Inibitório (CI) e Flexibilidade Cognitiva (FC) – e o desempenho em matemática, com predominância da MT enquanto preditora, seguida da FC e do CI. No Artigo 2 observou-se que tanto o desenvolvimento executivo, com ênfase na MT, quanto fatores ambientais exercem importante influência sobre os níveis de desempenho em matemática, devendo-se considerar ambos no desenvolvimento de intervenções e de políticas específicas voltadas à aprendizagem matemática. Por fim, no Artigo 3, evidenciou-se que o desempenho em matemática sofre o impacto do baixo desempenho executivo, especialmente considerando-se a MT e a FC, com ênfase nos aspectos sociodemográficos turno escolar e escolaridade dos pais como fatores associados às FE. Pode-se concluir, considerando os três artigos, que as hipóteses levantadas foram em sua maioria validadas, entendendo-se que os três componentes executivos básicos se apresentam significativamente relacionados ao desempenho em matemática, com ênfase na MT, melhor preditora da prontidão matemática, e na FC, habilidade identificada como mediadora entre o CI e o desempenho em matemática. Portanto, para melhores especificações, demanda-se por mais pesquisas na área que avaliem a tríade em

sua relação com o desempenho em matemática, considerando especialmente amostras com idades acima dos 12 anos, o componente flexibilidade cognitiva e estudantes de turno integral. Além disso, sugere-se o desenvolvimento de pesquisas de intervenção direcionadas às FE básicas que avaliem o seu impacto sobre o desempenho de escolares em matemática.

Palavras-chaves: Funções executivas. Desempenho. Matemática. Neuropsicologia cognitiva. Memória de trabalho.

ABSTRACT

The Executive Functions (EF) are understood as predictive skills of academic performance, allowing decision-making, assessment and adaptation of behaviors and strategies, been a consensus on scientific literature their importance for mathematical performance. However, even considering its relevance, data from available studies on the subject still did not allow to infer precisely about the relationships established between EF and students's performance in mathematics. Thus, this study aimed to explore the relationships between the components of Executive Functions - executive triad - and the mathematical performance of students. To this end, 110 students from public and private schools in the city of Recife-PE, of both sexes and aged between 8 and 12 years participated. Participants were evaluated using the instruments Mini Mental State Exam - MMSE, Guide for Mathematical Skills Assessment –Coruja PROMAT, Child Brief Neuropsychological Assessment Battery – NEUPSILIN-INF, Five Digit Test –FDT and a sociodemographic questionnaire, being used for the statistical analysis of data techniques of correlation, regression, multivariate and comparison between groups. For a better organization of results and discussion these are presented throughout the work from complete articles that meet certain specific objectives of this study. In the Article 1 it was found that significant relationships are observed between the three executive components - Working Memory (WM), Inhibitory Control (IC) and Cognitive Flexibility (CF) - and mathematical performance, with a predominance of WM as a predictor, followed by CF and IC. In the Article 2, it was observed that both executive development, with emphasis on WM, and environmental factors exert an important influence on mathematics performance levels, both of which should be considered in the development of specific mathematical learning interventions and policies. Finally, in Article 3, it was shown that performance in mathematics is impacted by the low executive performance, especially considering WM and CF, with emphasis on sociodemographic aspects full-time school and parental education as factors associated with EF. It can be concluded, considering the three presented articles, that the hypotheses raised were mostly validated, understanding that the three basic executive components are significantly related to mathematical performance, with emphasis on WM, the best predictor of mathematical readiness, and in CF, a skill identified as a mediator between IC and mathematical performance. Therefore, for better specifications, more research is needed in the area to evaluate the executive triad in relation to mathematical performance, especially considering samples over 12 years old students, the executive component cognitive

flexibility, and full-time students. In addition, it is suggested the development of interventional studies directed to basic EF that assess their impact on the performance of students in mathematics.

Keywords: Executive functions. Performance. Mathematics. Cognitive neuropsychology. Working memory.

LISTA DE TABELAS

Artigo 1

Tabela 1–Correlações de Spearman (ρ) entre as medidas de Desempenho em Matemática (Coruja– PROMAT) e Memória de Trabalho (MT - NEUPSILIN-INF).....	39
Tabela 2–Correlações de Spearman (ρ) entre as medidas de Desempenho em Matemática (Coruja– PROMAT) e Flexibilidade Cognitiva (FC- FDT).....	40
Tabela 3–Correlações de Spearman (ρ) entre as medidas de Desempenho em Matemática (Coruja– PROMAT) e Controle Inibitório (CI- FDT)	40
Tabela 4–Análise de Regressão Múltipla passo a passo tendo como variável dependente o Desempenho em Matemática e como variáveis independentes os três Componentes Executivos.	41
Tabela 5– Análise de Regressão Múltipla com ordem fixa tendo como variável dependente a Matemática e como independentes dois modelos estatísticos, tendo sempre a MT como terceiro passo e como variáveis do 1º e 2º passos alternadamente o CI e a FC.	41

Artigo 2

Tabela 1– Médias Aritméticas, teste H de Kruskal-Wallis por postos (X ²), Post-hoc e teste de comparações múltiplas de Tukey da diferença honestamente significativa (honestly significant difference - HSD) dos diferentes Componentes executivos em função do nível do Desempenho em matemática (Mat).....	54
Tabela 2–Correlações de Spearman, Ponto-Bisseriais e Phi entre as Idades avaliadas, as medidas de Desempenho em Matemática e as Medidas em FE	55
Tabela 3– Correlações de Spearman e Ponto-Bisseriais entre os Componentes executivos, as Redes de ensino e o Ano escolar	56
Tabela 4–Correlações de Phi entre as Redes de ensino e os níveis de Desempenho em Matemática	56
Tabela 5–Correlações Ponto-Bisserial (r_{pb}) entre Ano escolar, níveis de Desempenho em Matemática e as Medidas de FE	57
Tabela 6– Correlações Ponto-Bisserial (r_{pb}) entre Redes de ensino, medidas de Desempenho em Matemática e Medidas de FE	57

Artigo 3

Tabela 1– Correlações de Phi e Ponto-Bisseriais entre a medida de Baixo Desempenho em Matemática, Áreas da matemática e Baixo Desempenho Executivo	71
--	----

Tabela 2– Análises de Regressão Logística tendo consideradas como variáveis independentes cada FE separadamente e variável dependente o Desempenho em Matemática	72
Tabela 3– Análise de Regressão Logística com ordem fixa tendo como variável dependente a Matemática e como independentes dois modelos estatísticos, tendo sempre a MT como terceiro passo.....	72
Tabela 4– Correlações de Phi e Ponto-Bisseriais entre Baixos Desempenhos Executivos e Variáveis Sociodemográficas.....	73

LISTA DE ABREVIATURASE SIGLAS

CI	Controle Inibitório
CID	Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde
CPF	Córtex pré-frontal
DA	Dificuldades de Aprendizagem
DAM	Dificuldades de Aprendizagem em Matemática
DSM-5	Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais
FC	Flexibilidade Cognitiva
FE	Funções Executivas
Ideb	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
KW	Kruskal-Wallis
MT	Memória de Trabalho
MW	U de Mann-Whitney
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
SAEB	Sistema de Avaliação da Educação Básica
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
TAM	Transtornos de Aprendizagem Matemática
ρ	Spearman
r_{pb}	

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	23
2.1	OBJETIVO GERAL.....	23
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
3	HIPÓTESES	24
4	MÉTODO GERAL	25
4.1	AMOSTRA.....	25
4.2	INSTRUMENTOS	26
4.2.1	Questionário Sociodemográfico (Aspectos Sociodemográficos).....	26
4.2.2	Mini-Exame do Estado Mental- MEEM (Comprometimentos Cognitivos).....	27
4.2.3	Roteiro para Sondagem de Habilidades Matemáticas – Coruja PROMAT (Desempenho em Matemática).....	27
4.2.4	Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Infantil – NEUPSILIN-INF (Memória de Trabalho).....	28
4.2.5	<i>Five Digit Test</i> - FDT (Controle Inibitório e Flexibilidade Cognitiva)	28
4.3	ASPECTOS ÉTICOS	28
4.4	PROCEDIMENTOS DE COLETA DOS DADOS	29
4.5	PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS	29
5	RESULTADOS	31
5.1	OS TRÊS COMPONENTES EXECUTIVOS BÁSICOS E O DESEMPENHO MATEMÁTICO ESCOLAR.....	31
5.2	DESENVOLVIMENTO EXECUTIVO E DESEMPENHO EM MATEMÁTICA: influências da idade, rede de ensino e do ano escolar.....	47
5.3	BAIXO DESEMPENHO EXECUTIVO E DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM MATEMÁTICA: ASSOCIAÇÕES POSSÍVEIS.....	62
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
	REFERÊNCIAS	82
	APÊNDICE A– QUESTIONÁRIO SÓCIO DEMOGRÁFICO	91
	APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	92

APÊNDICE C – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.	95
APÊNDICE D – TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE.	98
ANEXO A – MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL.....	99
ANEXO B – ROTEIRO PARA SONDAÇÃO DE HABILIDADES MATEMÁTICAS	100
ANEXO C– INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO NEUROPSICOLÓGICA BREVE INFANTIL.....	102
ANEXO D – FIVE DIGIT TEST	103
ANEXO E– PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA.....	104

1 INTRODUÇÃO

No final do século XX, especificamente na última década, houve um grande crescimento no número de pesquisas que tinham por objetivo explorar as variadas áreas cerebrais e o funcionamento cerebral como um todo, o que possibilitou significativos avanços nas denominadas neurociências. A década de 1990 foi consagrada pelos Estados Unidos como sendo a década dos estudos sobre o cérebro, havendo um aumento significativo no financiamento de pesquisas que abordavam questões relacionadas ao sistema nervoso, refletindo em todo o mundo. Ribeiro (2013) destaca que cada vez mais as neurociências fascinaram as pessoas devido a possibilidade de compreensão dos mecanismos das emoções, pensamentos, ações, doenças, loucuras, sonhos e aprendizados.

Nesse cenário as neurociências abrangeram em suas investigações tanto as dimensões micro, voltadas ao nível molecular, quanto as dimensões macro, cujo foco é o comportamento (HAZIN; LAUTERT; GARCIA, 2011). No campo das neurociências estão presentes diversas áreas, como a neurociência da cognição, neuroanatomia, neurocirurgia, neuroetologia, neurofarmacologia, neurofisiologia e a neuropsicologia (VASCONCELOS, 2008). Neste contexto, a neuropsicologia pode ser compreendida enquanto a ciência que estuda a relação entre o cérebro e o comportamento humano, conforme a definição clássica cunhada por Luria (1981). Seu surgimento foi marcado por estudos focados nas consequências comportamentais ocasionadas por lesões cerebrais específicas. Entretanto, atualmente avançou-se nas pesquisas das funções mentais superiores, com contribuições da Psicologia Cognitiva, podendo-se observar a construção um arcabouço teórico e metodológico conhecido como Neuropsicologia Cognitiva, que explora uma área mais ampla, se destacando pelas investigações de funções cerebrais superiores inferidas a partir do comportamento, seja este motor, sensorial, emocional ou cognitivo.

Luria (1973) afirma que as funções mentais superiores atuam para além das funções biológicas, que envolvem tarefas fixas executadas pelos mesmos mecanismos e órgãos invariavelmente. Segundo o autor, as funções mentais superiores envolvem tarefas que podem ser realizadas por diferentes mecanismos e por diferentes órgãos, a exemplo da memória, que pode ser ativada de diferentes formas, pois seus mecanismos envolvem signos culturalmente transmitidos. Podemos fixar informações na memória escrevendo sobre determinada informação, lendo, através do cheiro, do toque ou da imagem, por exemplo.

Dentre as funções cognitivas superiores mais investigadas pela Neuropsicologia se encontram as Funções Executivas (FE), cujos estudos interessam para além da clínica

neuropsicológica e psicopatológica, importando também à psicologia educacional e ao estudo da adaptação dos mecanismos executivos frente às exigências ambientais (VERDEJO-GARCIA; BECHARA, 2010). As Funções Executivas são habilidades cognitivas relacionadas ao planejamento, a inicialização, a realização e ao monitoramento de comportamentos intencionais (ANDRADE; CARVALHO; ALVES; CIASCA, 2016; OLIVEIRA; KAISER; AZAMBUJA; MALLMANN; LUKRAFKA; REPPOLD, 2016). São funções mentais superiores responsáveis pela capacidade de autogerenciamento, relacionando-se a vários componentes, a exemplo da atenção seletiva, controle inibitório, planejamento, organização, flexibilidade cognitiva e memória operacional.

Conforme Diamond (2013), as FE possibilitam que o indivíduo jogue mentalmente com as suas ideias, tome tempo para pensar antes de agir, resista a tentações, enfrente novos desafios e mantenha o foco. Afirma-se que, devido a característica auto reguladora das Funções Executivas, é possível estabelecer uma analogia entre estas e um “diretor executivo” ou “maestro” do funcionamento da atividade mental humana. Logo, entende-se que as FE coordenam os outros sistemas, funções cognitivas e estruturas neurais. Continuando com o uso da analogia, podemos assegurar que a orquestra continua existindo mesmo sem a atuação do maestro, entretanto, a coordenação dos diferentes membros da orquestra na produção musical ficará comprometida e menos eficiente (BARROS; HAZIN, 2013; GOLDBERG, 2001). Destarte, as FE podem ser descritas como sendo mecanismos do controle de propósito que coordenam, regulam e controlam processos cognitivos durante a operacionalização de tarefas cognitivas, especialmente nas quais existe um maior nível de ineditismo (DESOETE; WEERDT, 2013; MALLOY-DINIZ; DE PAULA; SEDÓ; FUENTES; LEITE, 2014).

Quanto a estrutura e a composição das FE, pode-se afirmar a existência de diferentes modelos teóricos, coexistindo diversas definições e hipóteses sobre estas habilidades. Questiona-se se as FE se referem a um construto único ou a vários construtos paralelos e integrados, assim como se discute a respeito de quais são os componentes das Funções Executivas (MALLOY-DINIZ et al., 2014; KLUWE-SCHIAVON; VIOLA; GRASSI-OLIVEIRA, 2012). Todavia, pode-se afirmar que atualmente o modelo da tríade executiva (MIYAKE; FRIEDMAN, 2012) é um dos que vêm sendo mais aceitos por parte dos pesquisadores.

Assim, alguns autores consentem acerca da existência de três componentes ou Funções Executivas básicas que compõem a chamada tríade executiva, a saber: a memória de trabalho (MT), a inibição ou controle inibitório (CI) e a flexibilidade cognitiva (FC) (DIAS; GOMES; REPPOLD; FIORAVANTI-BASTOS; PIRES; CARREIRO; SEABRA, 2015; DIAMOND,

2013; FERREIRA; ZANINI; SEABRA, 2015; MIYAKE; FRIEDMAN; EMERSON; WITZKI; HOWERTER; WAGER, 2000). León et al. (2013) enfatizam que em estudos recentes se costuma dividir o construto FE nos referidos componentes simples ou básicos e em aspectos mais complexos, destacando-se as habilidades de resolução de problemas, raciocínio e planejamento.

No que se refere ao surgimento e desenvolvimento das FE, infere-se que este ocorre sequencialmente, na medida em que uma função fornece suporte a outra, ocorrendo inicialmente o surgimento das habilidades cognitivas mais básicas e posteriormente o aparecimento de uma coordenação dessas habilidades, formando as FE mais complexas (GARON; BRYSON; SMITH, 2008). Apesar da existência de diferentes modelos teóricos acerca da estrutura e da composição das FE, pode-se afirmar que se percebe um aparente consenso quanto as estruturas cerebrais ou bases neurais envolvidas no desenvolvimento destas funções.

A principal área cerebral citada enquanto relacionada às Funções Executivas é o córtex frontal, em especial, na área pré-frontal em suas porções dorsolateral, ventromedial e cíngulo anterior, ligadas a tomada de decisões e ao planejamento de ações (MALLOY-DINIZ; SEDO; FUENTES; LEITE, 2014). No entanto, levando em consideração que as FE são funções mentais superiores ligadas ao córtex cerebral, embora exista um papel privilegiado da área pré-frontal, torna-se mais adequado afirmar que as FE resultam da atividade de diferentes circuitos neurais, exigindo a participação do cérebro na sua totalidade para um eficaz funcionamento (PIRES, 2010).

As FE, quando integradas, capacitam o indivíduo a tomar decisões, a avaliar e a adequar seus comportamentos e estratégias, buscando a resolução de problemas e facilitando o gerenciamento das outras habilidades cognitivas. Desse modo, o funcionamento das FE permite ao indivíduo emitir comportamentos direcionados a metas, levando-o a motivar-se para iniciar o dia, a planejar-se, a engajar-se, 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, COSTANZO; VARUZZA; MENGHINI; ADDONA; GIANESINI; VICARI, 2013). Destaca-se, portanto, que as Funções Executivas se relacionam diretamente a uma interação adaptativa do indivíduo ao mundo, permitindo o desenvolvimento do autocontrole, a manipulação de ideias, a atenção seletiva e sustentada, dentre outras habilidades necessárias ao processo de aprendizagem. Desse modo, afirma-se que os componentes das FE estão relacionados ao desempenho acadêmico em diversas áreas, tais

como a matemática e a linguagem, mostrando sua relevância para um bom desempenho em diferentes disciplinas curriculares (CORSO; SPERB; JOU; SALLES, 2013).

A partir dos anos iniciais de escolaridade os estudantes são obrigados a adquirir – em graus crescentes de responsabilidade – habilidades de organização, integração e gerenciamento de estímulos, visando responder com sucesso às exigências do ambiente escolar. Nesse contexto, entende-se que tais habilidades se encontram diretamente relacionadas ao funcionamento das FE (GARCÍA; RODRÍGUEZ; GONZÁLEZ-CASTRO; ÁLVAREZ-GARCÍA; GONZÁLEZ-PIENDA, 2016). Conforme Santana, Melo e Minervino (2019) a literatura aponta para a existência de relações entre Funções Executivas e dificuldades de aprendizagem, já que tanto em estudos nacionais, quanto internacionais estas relações têm sido notadas, percebendo-se as FE enquanto importantes para o processo de aprendizagem e diretamente envolvidas com o desenvolvimento das habilidades escolares.

Evidencia-se que o desenvolvimento das FE influencia na aprendizagem, contribuindo para o desempenho acadêmico, assim como o déficit nas habilidades executivas se relaciona diretamente às dificuldades de aprendizagem. Corroborando, 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; PERKINS; GRAHAM-BERMANN, 2012). Tratando-se do processo de aprendizagem escolar e, em específico, do êxito e das dificuldades encontradas nesse processo, podemos afirmar, em acordo com Santos (2018), que não existe um único fator ou fenômeno responsável por explicar o desempenho escolar satisfatório ou insatisfatório. No entanto, é possível identificar fatores relevantes no sentido de favorecer ou dificultar o desempenho exitoso nesse processo de aprendizagem, sendo o funcionamento executivo um destes.

Segundo Vasconcelos (2008) existe por parte dos pesquisadores de neuropsicologia, do governo e da população uma preocupação persistente com o desempenho escolar de crianças no que tange as habilidades de leitura e escrita, tendo sido encontrados resultados interessantes nesse sentido, apesar de o problema do baixo desempenho e do analfabetismo ainda não ter sido solucionado. Contudo, a autora ressalta que o mesmo não pode ser dito em relação a matemática, na medida em que as dificuldades na realização de operações matemáticas não são percebidas nos estudos científicos enquanto um problema de gravidade equivalente.

Em contraponto, o baixo desempenho matemático de estudantes já vem sendo reconhecido como um dos maiores problemas do século XXI, nesse sentido, os últimos dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB)¹ no Brasil revelam que notas baixas em matemática ainda persistem, especialmente no ensino médio, o que pode significar uma educação infantil e fundamental pouco eficaz. Os resultados das provas do SAEB ainda demonstram que os estados do Nordeste apresentam notas gerais mais baixas em matemática do que as regiões Sul e Sudeste do país. Além disso, os estados do Nordeste, em sua maioria, apresentam notas inferiores à média nacional em todos os anos do ensino (5º, 9º e 3º médio). Destaca-se, portanto, que o desempenho ainda está abaixo do ideal, mostrando que os estudantes persistem com dificuldades nesse componente curricular.

Os dados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA, em inglês) também revelam que o desempenho dos estudantes no Brasil está abaixo da média dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) em ciências, em leitura e em matemática. Cabe enfatizar ainda que, comparando-se as médias de desempenho em matemática por região, temos novamente a região Nordeste com as menores médias, juntamente com a região Norte (OCDE, 2018). De acordo com os resultados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb) do ano 2017 é possível notar que as metas de aprendizagem para a população brasileira ainda não foram alcançadas, de modo que são necessárias novas estratégias direcionadas a resolução das dificuldades de aprendizagem.

Os dados supracitados revelam então a necessidade de nos atermos às problemáticas referentes ao desempenho matemático que, segundo Vasconcelos (2008), diz respeito a uma forma específica de conceituar e representar o mundo por meio da lógica matemática, sendo responsável pelo estabelecimento de relações entre elementos e pela produção de respostas adequadas às demandas, tanto da vida cotidiana quanto da acadêmica. Destaca-se, portanto, a importância da realização de estudos relacionados a problemática do baixo desempenho em matemática comprovado no Brasil, assim como de pesquisas que evidenciem fatores explicativos dos resultados negativos de avaliações nacionais e internacionais.

Nesse sentido, 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. Sabe-se também que as dificuldades de aprendizagem podem ocorrer devido a existência de alterações em funções cognitivas, em especial nas FE (BLAIR; RAZZA, 2007;

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

CAPOVILLA; DIAS, 2008; CORSO; SPERB; JOU; SALLES, 2013; GARCÍA, et al., 2016), contudo, e concordando com Siquara, Dazzani e Abreu (2014) e Muller, Torquato, Manfro e Trentini (2015), demanda-se por estudos que melhor analisem as alterações nas FE.

Evidencia-se que nos estudos recentes (entre 2012 e 2017) as Funções Executivas encontram-se relacionadas às questões de aprendizagem escolar, sendo preditoras no desempenho em matérias como matemática e linguagem (SANTANA; MELO; MINERVINO, 2019). Além disso, pesquisas apontam para a associação entre FE e aprendizagem ou dificuldades de aprendizagem quando há associações com um, dois ou os três componentes da tríade executiva – memória de trabalho, controle inibitório e flexibilidade cognitiva –, demandando-se por mais pesquisas de campo que especifiquem quais componentes da tríade se relacionam a aprendizagem e as dificuldades de aprendizagem nas diversas disciplinas escolares, em especial na matemática.

Tratando-se deste componente curricular, podemos afirmar que existem poucos estudos nos últimos cinco anos que abordaram a relação entre Funções Executivas e desempenho matemático ou dificuldades em matemática. Destacaram-se as pesquisas internacionais de Desoete e Weerd (2013), de Purpura e Ganley (2014) e de Szucs, Devine, Soltesz, Nobes e Gabriel (2013), que levantaram hipóteses de relação mais forte entre os componentes executivos memória de trabalho e controle inibitório e as desordens na aprendizagem, especialmente a discalculia em crianças. Conforme revisão sistemática com meta-análise realizada objetivando identificar as relações estabelecidas entre FE e dificuldades de aprendizagem em crianças entre os anos de 2012 e 2017, verificou-se que a maioria dos estudos publicados é internacional (em especial pesquisas realizadas nos Estados Unidos) (SANTANA; MELO; MINERVINO, 2019). Além disso, notou-se que os poucos estudos nacionais disponíveis nas bases de dados consultadas têm foco em populações das regiões Sudeste e Sul, evidenciando-se a não localização de pesquisas sobre o tema Funções Executivas e dificuldades de aprendizagem nas regiões Norte, Nordeste e Centro-oeste.

A existência de poucos estudos sobre a temática produzidos nas regiões Norte, Nordeste e Centro-oeste revela a falta de dados acerca de realidades locais, o que acaba gerando parâmetros centrados nos resultados produzidos fora do país ou nas regiões Sul e Sudeste, dificultando generalizações. Logo, os poucos dados da região Nordeste ou mesmo nacionais recentes que destaquem se existe ou não uma relação mais forte entre determinado (s) componente (s) da tríade executiva e o desempenho matemático escolar evidenciam a necessidade de mais estudos.

Levando-se em consideração a apresentação da temática e as lacunas nesta área de conhecimento, este estudo visou explorar as relações existentes entre FE e desempenho matemático de escolares entre 8 e 12 anos de idade. Destaca-se que objetivou-se contribuir para uma melhor compreensão da problemática apresentada, na medida em que se buscou responder ao que não foi até o presente momento respondido pela produção científica existente. Além disso, a realização deste estudo se mostra relevante socialmente, pois os conhecimentos produzidos fornecerão subsídios para o delineamento de intervenções mais precisas nos âmbitos clínico e educacional.

Apontamos ainda para o fato de que a existência de disfunções executivas nas dificuldades de aprendizagem indica, segundo Corso et al. (2013), a importância do exame das FE em avaliações psicológicas, neuropsicológicas e psicopedagógicas das dificuldades de aprendizagem, bem como apontam para a necessidade de mais estudos na área. Perkins e Graham-Bermann (2012) afirmam que os problemas com o funcionamento executivo, deficiências de linguagem, transtornos de leitura ou matemática e falha escolar estão dentro das categorias de transtornos mais frequentemente diagnosticados na infância, de modo que se tornam necessários estudos na área das FE. Além disso, Clark, Sheffield, Wiebe e Espy (2013) destacam que as habilidades executivas vêm demonstrando-se mais fortemente associadas ao desempenho na aprendizagem escolar de crianças do que o próprio Quociente de inteligência (QI), sendo as FE preditoras de boa pontuação em provas desde a pré-escola.

Logo, considerando a exposição da temática, as lacunas nesta área de estudo, sua relevância e a problemática evidenciada nesta **Introdução Geral**, abaixo serão apresentados mais claramente os **Objetivos**, geral e específicos, as **Hipóteses** levantadas, bem como o **Método Geral** empreendido ao longo deste estudo. No intuito de melhor organizar a apresentação dos resultados e discussão, optou-se pela divisão do trabalho em artigos completos, os quais visaram responder a objetivos específicos e testar determinadas hipóteses, respondendo os três juntos ao objetivo geral do estudo, ou seja, o de explorar as relações existentes entre os componentes das Funções Executivas e o desempenho matemático de escolares.

O **primeiro** artigo '*Os Três Componentes Executivos Básicos e o Desempenho Matemático Escolar*' centra-se no objetivo específico (a) de avaliar as FE de crianças e o valor preditivo de cada um dos três componentes executivos básicos para o desempenho matemático escolar. O **segundo** '*Desenvolvimento Executivo e Desempenho em Matemática: influências da Idade, Rede de ensino e do Ano escolar*' se volta aos objetivos (b), (c) e (d), respectivamente a avaliar se diferentes desempenhos em FE se associam a distintos níveis de

desempenho em matemática, analisar se o impacto de cada componente executivo sobre o desempenho matemático escolar varia conforme a idade dos estudantes e verificar se o desempenho executivo de crianças difere conforme o ano escolar e a rede de ensino.

Por fim, o **terceiro** artigo '*Baixo Desempenho Executivo e Dificuldades de Aprendizagem Matemática: Associações Possíveis*' direciona-se a atender aos objetivos (e) e (f), ou seja, a verificar se o desempenho de crianças nos componentes executivos difere conforme o sexo e explorar a relação entre os diferentes componentes executivos, os níveis de desempenho em matemática, a escolaridade, o sexo, a faixa etária, o tipo de escola e demais aspectos sociodemográficos. Após os referidos artigos serão apresentadas as **Considerações Finais** do estudo, seção na qual será realizada uma compilação dos resultados explorados ao longo dos três artigos em consonância e diálogo com os objetivos e as hipóteses inicialmente levantadas. Nestas considerações ainda serão apresentadas as limitações gerais do estudo e sugestões para futuras pesquisas. Boa leitura!

2 OBJETIVOS

Nesta seção serão apresentados os objetivos geral e específicos do presente estudo, que serão devidamente explorados ao longo dos três artigos que seguem.

2.1 OBJETIVO GERAL

Tendo em vista todas as questões supracitadas, o objetivo geral do presente estudo é o de explorar as relações existentes entre os componentes das Funções Executivas – tríade executiva – e o desempenho matemático de escolares entre 8 e 12 anos de idade. Almejou-se, portanto, verificar em que medida e qual ou quais componentes executivos básicos (memória de trabalho, controle inibitório e flexibilidade cognitiva) demonstram estar mais relacionados ao desempenho matemático escolar.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcançar a finalidade estabelecida no objetivo geral foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- (a) Avaliar as Funções Executivas de estudantes e o valor preditivo de cada um dos três componentes executivos básicos para o desempenho matemático escolar (**Artigo 1/ subseção 5.1**).
- (b) Avaliar se diferentes desempenhos em FE se associam a distintos níveis de desempenho em matemática (**Artigo 2/ subseção 5.2**).
- (c) Analisar se o impacto de cada componente executivo sobre o desempenho matemático escolar varia conforme a idade dos estudantes (**Artigo 2/ subseção 5.2**).
- (d) Verificar se o desempenho executivo de crianças difere conforme o ano escolar e a rede de ensino, pública ou privada (**Artigo 2/ subseção 5.2**).
- (e) Verificar se o desempenho de crianças nos componentes executivos difere conforme o sexo (**Artigo 3/ subseção 5.3**).
- (f) Explorar a relação entre os diferentes componentes executivos, os níveis de desempenho em matemática, a escolaridade dos pais, o sexo, a faixa etária, o tipo de escola e demais aspectos sociodemográficos (**Artigo 3/ subseção 5.3**).

3 HIPÓTESES

Considerando a literatura disponível e os objetivos supracitados, foram elaboradas as seguintes hipóteses de pesquisa:

- (a) Estudantes com bom funcionamento executivo tenderão a apresentar bom desempenho matemático escolar (**Artigo 1/ subseção 5.1**).
- (b) Algum dos componentes das FE apresentará maior efeito preditivo sobre o desempenho matemático escolar do que os outros (**Artigos 1 e 3/ subseções 5.1 e 5.3**).
- (c) O valor preditivo de alguns dos componentes executivos para o desempenho matemático escolar variará conforme a idade dos estudantes (**Artigo 2/ subseção 5.2**).
- (d) O desempenho dos estudantes nos diferentes componentes das Funções Executivas apresentará relação com o tipo de escola, a escolaridade, o sexo e demais aspectos sócio demográficos (**Artigos 2 e 3/subseções 5.2 e 5.3**).

4 MÉTODO GERAL

Foi empreendido um estudo de delineamento quase experimental de tipo exploratório e descritivo a partir de um recorte transversal. Visou-se descrever os fatos e fenômenos da realidade analisada e examinar especialmente o relacionamento entre as variáveis ‘*desempenho matemático escolar*’ e ‘*desempenho em Funções Executivas*’. Nas subsecções abaixo serão melhor especificadas as características do desenho metodológico empreendido ao longo do estudo.

4.1 AMOSTRA

Foram selecionados 110 participantes a partir do método de amostragem probabilística estratificada, sendo estes estudantes regularmente matriculados do 2º ao 7º ano do ensino fundamental, igualmente distribuídos entre 8 e 12 anos de idade. A renda familiar média das famílias foi de dois salários mínimos, tendo sido incluídos tanto participantes de escola pública (54,5%), quanto de escola privada (45,5%), sendo 50,9% do sexo feminino e 49,1% do sexo masculino, conforme apresenta a Tabela 1:

Tabela 1- Descrição da Amostra de Participantes

Ano Escolar	Frequência	Idade	Frequência	Renda	Frequência
2º ano	5	8 anos	22	Até 2 mil	49
3º ano	21	9 anos	22	3-4 mil	22
4º ano	31	10 anos	22	5-6 mil	6
5º ano	22	11 anos	22	7-8 mil	7
6º ano	21	12 anos	22	Não Informado	26
7º ano	10				
		Rede	Frequência	Sexo	Frequência
		Pública	60	Feminino	56
		Privada	50	Masculino	54

Fonte: A autora².

A seleção dos participantes levou em consideração os seguintes critérios de inclusão gerais: (1) estudantes na faixa etária de 8 a 12 anos de idade que se encontravam (2) matriculados no ensino fundamental em escola pública ou privada da cidade de Recife-PE. 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. As informações necessárias à inclusão ou exclusão de participantes foram coletadas a partir do registro escolar de cada estudante, da

² Todas as tabelas apresentadas neste estudo são de elaboração própria.

aplicação do Mini-Exame do Estado Mental- MEEM (FOLSTEIN; FOLSTEIN; MCHUGH, 1975) e de um Questionário Sociodemográfico (Apêndice A).

No que se refere a escolha da faixa etária incluída, ressalta-se que esta ocorreu devido a consideração de que aos 8 anos de idade a criança se encontra no período de maior desenvolvimento das FE e aos 12 anos estas já apresentam uma organização cognitiva um pouco mais semelhante a que se observa nos adultos (VASCONCELOS, 2008), de modo que tornou-se possível avaliar e comparar dois distintos momentos no desenvolvimento das FE. No que tange a escolha por escolas públicas e privadas, destaca-se que esta adveio da necessidade de avaliar tanto uma população de estudantes que comumente apresenta médias menores (escolas públicas) no desempenho matemático escolar, quanto uma população de estudantes que, na comparação entre as redes de ensino, apresenta as melhores médias de desempenho (escolas privadas) (OCDE, 2018).

4.2 INSTRUMENTOS

Os participantes foram avaliados a partir dos instrumentos: Questionário Sociodemográfico, Mini-Exame do Estado Mental – MEEM (JAIN; PASSI, 2005), Roteiro para Sondagem de Habilidades Matemáticas – Coruja PROMAT (WEINSTEIN, 2016), Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Infantil NEUPSILIN-INF (SALLES; FONSECA; PARENTE; CRUZ-RODRIGUES; MELLO; BARBOSA; MIRANDA, 2016) e *Five Digit Test* – FDT (SEDÓ; PAULA; MALLOY-DINIZ, 2015), melhor descritos individualmente logo abaixo. Destaca-se que nos Anexos A, B, C e D se encontram ilustrações referentes aos instrumentos utilizados.

4.2.1 Questionário Sociodemográfico (Aspectos Sociodemográficos)

O questionário utilizado foi elaborado especificamente para a presente pesquisa, objetivando a coleta de informações que permitiram uma melhor caracterização da amostra. Dentre as informações solicitadas estão: profissão, idade e escolaridade do responsável, renda familiar, o reconhecimento ou não de dificuldades de aprendizagem por parte do estudante, a ocorrência de doenças ao longo da vida deste, dentre outras. As questões foram respondidas pelos pais ou responsável pelo estudante participante, sendo o tempo médio de aplicação de 5 minutos.

4.2.2 Mini-Exame do Estado Mental- MEEM (Comprometimentos Cognitivos)

Para a avaliação dos possíveis comprometimentos cognitivos, que indicaram a inclusão ou não de participantes na amostra, foi aplicado o MEEM, com a adaptação para indivíduos com idades entre 3 e 14 anos proposta por Jain e Passi (2005). Para a sua utilização neste estudo o instrumento passou pelo processo de retrotradução realizado por três tradutores bilíngues, havendo 100% de concordância, tendo em vista a simplicidade e objetividade das perguntas do teste. O MEEM avalia as funções mentais da linguagem, orientação espacial e temporal, atenção, memória e praxia construtiva. O tempo médio de aplicação do instrumento foi de 5 minutos, incluindo questões e problemas simples, tais como o local e o momento em que o teste está sendo respondido, uso e compreensão de linguagem e repetição de palavras. Considerando a adaptação para o público infantil, o ponto de corte para déficit cognitivo foi de um escore inferior a dois desvios padrão abaixo da média (nenhum potencial participante apresentou comprometimentos cognitivos, conforme o teste).

4.2.3 Roteiro para Sondagem de Habilidades Matemáticas – Coruja PROMAT (Desempenho em Matemática)

A avaliação do desempenho em matemática para este estudo foi realizada a partir do uso do Coruja PROMAT. O Coruja é um roteiro já validado para a aplicação em crianças com idades entre 6 e 13 anos, apresentando questões específicas para cada ano escolar. O instrumento permite identificar áreas de defasagem dos estudantes e levantar indicadores para o transtorno específico da aprendizagem da matemática ou discalculia. O tempo médio de aplicação foi de 42 minutos. Na correção foram consideradas as indicações do manual do instrumento. As áreas avaliadas pelo roteiro são (exemplos de atividades no anexo B):

- 1) Representação da magnitude numérica: relacionada à habilidade de comparar quantidades numéricas não simbólicas, como pontos em um conjunto, processamento de ordinalidade, processamento simbólico de números e eficiência para enumerar pontos e numerais arábicos;
- 2) Evocação de Fatos Numéricos básicos ou aritméticos: relacionados às combinações de adição, subtração, multiplicação e divisão entre dois fatores menores que dez; e
- 3) Resolução de Problemas: envolve o conhecimento da construção semântica e das relações matemáticas, bem como o conhecimento das habilidades numéricas básicas e estratégias.

4.2.4 Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Infantil – NEUPSILIN-INF (Memória de Trabalho)

O componente executivo ‘Memória de Trabalho’ foi avaliado a partir do NEUPSILIN-INF, que apresenta validade aparente e de conteúdo para a avaliação de crianças com idades entre 6 e 12 anos. Examina a memória de trabalho em tarefas específicas a partir de sequências de palavras na ordem direta, de dígitos na ordem indireta e *span* de pseudopalavras. As tarefas são em sua maioria de aplicação oral, devendo o sujeito avaliado repetir os dígitos ouvidos, enquanto que uma delas é de aplicação visual, na qual o sujeito deve apontar uma sequência de quadrados anteriormente apresentada na ordem inversa. A correção considerou o manual do instrumento e o tempo médio de aplicação foi de 7 minutos.

4.2.5 *Five Digit Test* - FDT (Controle Inibitório e Flexibilidade Cognitiva)

Utilizou-se o instrumento psicológico *Five Digit Test* - FDT para a avaliação dos componentes executivos 'Controle Inibitório' e 'Flexibilidade Cognitiva'. O FDT é um instrumento reconhecido, padronizado e validado que avalia indivíduos com idades entre 6 e 92 anos, sendo de aplicação individual e de correção manual. Trata-se de um instrumento que utiliza informações conflitantes sobre números e quantidades, apresentando-os em quadros. A aplicação do FDT durou em média de 6 minutos, sendo este teste composto por quatro partes, a saber: leitura, contagem, escolha e alternância. O teste apresenta as pontuações do indivíduo nos componentes CI e FC. A correção considerou o manual do instrumento.

4.3 ASPECTOS ÉTICOS

O projeto de pesquisa foi submetido à análise do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), parecer favorável (Anexo E) número 3.267.145 (CAEE: 09704119.4.0000.5208), e no seu desenvolvimento foram observadas todas as orientações e demais normas e recomendações éticas para a realização de pesquisas com seres humanos no Brasil. As pessoas submetidas à pesquisa foram inicialmente esclarecidas a respeito do estudo e foi solicitada a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e do Termo de Assentimento (TALE) (respectivamente disponíveis nos Apêndices B e C).

Além desses termos foram assinados, pela pesquisadora e pelos responsáveis pelas escolas, respectivamente, os termos de Compromisso e Confidencialidade (Apêndice D) e de Anuência e Uso de Dados. Destaca-se que os preceitos preconizados na Resolução 510/16 do

Conselho Nacional de Saúde foram cumpridos, como o anonimato dos sujeitos, o sigilo, a participação voluntária e o não oferecimento de riscos elevados a integridade física, psíquica e moral do participante (CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE, 2016).

4.4 PROCEDIMENTOS DE COLETA DOS DADOS

Após a aprovação do projeto pelo Comitê de Ética da UFPE a pesquisa foi iniciada, sendo aplicado o Questionário Sociodemográfico, respondido, logo após a assinatura dos termos de consentimento, por um dos pais ou responsável pelos estudantes. A coleta de dados foi realizada em escolas públicas e privadas do município de Recife-PE por meio da aplicação dos instrumentos supracitado nos indivíduos participantes. Enfatiza-se que a aplicação dos instrumentos seguiu a mesma ordem para todos os estudantes e teve duração média de 1 hora. Destaca-se, portanto, que o efeito do cansaço provocado pela testagem refletiu igualmente em todos os estudantes participantes.

A testagem aconteceu a partir de um encontro com cada participante em salas de aula vazias ou na biblioteca da escola. Destaca-se que o ambiente para a aplicação dos instrumentos foi escolhido em função da disponibilidade estrutural das escolas, preferencialmente em salas silenciosas e livres de distratores visuais e sonoros. Inicialmente ocorria a busca do estudante em sala de aula e logo depois a pesquisadora fornecia as informações sobre o procedimento que seria realizado. Após um breve diálogo com o estudante e o estabelecimento do Rapport, as atividades eram iniciadas. Inicialmente era aplicado o MEEM, seguido do Coruja PROMAT, do NEUPSILIN-INF e do FDT.

4.5 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS

Foi realizada uma investigação quantitativa dos dados obtidos por meio da execução de análises estatísticas descritivas, correlacionais, de regressão, de comparação entre grupos e multivariadas. Destaca-se que o teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S) foi realizado nas variáveis em análise, resultando na observação de uma distribuição não normal/não paramétrica ($p < 0,05$). Desse modo, foram empreendidas correlações de Spearman (ρ) e análises de comparação de grupos de Mann-Whitney (MW) e Kruskal-Wallis (KW). Ressalta-se que, a depender da natureza das variáveis em análise (ordinais, dicotômicas ou intervalares), também foram realizadas análises de correlação derivadas do coeficiente de correlação linear de Pearson, a saber: correlação ponto Bisserial (r_{pb}) e coeficiente de correlação phi. Análises de regressão lineares e logísticas foram realizadas sobretudo para

avaliar o poder preditivo de cada um dos componentes executivos sobre o desempenho matemático escolar. Análises multivariadas (Homals) foram empreendidas objetivando explorar a estrutura relacional entre os componentes das Funções Executivas e os níveis de desempenho em matemática.

5 RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados os resultados referentes a esta pesquisa, divididos em três artigos completos, dispostos nas subseções 5.1, 5.2 e 5.3.

5.1 OS TRÊS COMPONENTES EXECUTIVOS BÁSICOS E O DESEMPENHO MATEMÁTICO ESCOLAR

Resumo: As Funções Executivas (FE) são importantes preditoras do desempenho acadêmico. Quanto a composição destas, o modelo da tríade executiva – Memória de Trabalho (MT), Controle Inibitório (CI) e Flexibilidade Cognitiva (FC) – é um dos mais explorados na atualidade. Considerando este modelo e sua relação com o desempenho matemático escolar, pode-se afirmar a inexistência de dados empíricos que permitam inferir a respeito de qual componente apresenta maior valor preditivo sobre este desempenho. Portanto, objetivou-se com este estudo quantitativo verificar quais componentes executivos mais se associam ao desempenho matemático e qual é a magnitude dessa relação. Para tanto, foram avaliados 110 participantes com idades entre 8 e 12 anos de escolas públicas e privadas a partir dos instrumentos MEEM, Coruja-PROMAT, NEUPSILIN, FDT e Questionário Sociodemográfico. Os resultados das análises empreendidas revelaram relações significativas entre os três componentes e o desempenho em matemática, com forte predominância da MT, seguida da FC e do CI.

Palavras-chave: Funções executivas. Desempenho em matemática. Memória de trabalho.

Abstract: Executive Functions (EF) are important predictors of academic performance. As for their composition, the executive triad model - Working Memory (WM), Inhibitory Control (IC) and Cognitive Flexibility (CF) - is one of the most explored today. Considering this model and its relationship with school mathematical performance, it can be said that there is no empirical data that allows inferring about which component has the highest predictive value about this performance. Therefore, the aim of this quantitative study was to verify which executive components are most associated with mathematical performance and what is the magnitude of this relationship. For this purpose, 110 participants aged 8 to 12 years from public and private schools were evaluated using the MMSE, Coruja PROMAT, NEUPSILIN-INF, FDT and a Sociodemographic Questionnaire as instruments. The results of the analyzes carried out revealed significant relationships between the three components and the performance in mathematics, with a strong predominance of WM, followed by CF and IC.

Keywords: Executive functions. Performance in mathematics. Working memory.

O Modelo Teórico da Tríade Executiva

Dentre as funções cognitivas superiores mais investigadas pela Neuropsicologia se encontram as chamadas Funções Executivas (FE) que, segundo Malloy-Diniz et al. (2014), atingiram seu ápice em termos filogenéticos na nossa espécie. Conforme Lezak (1982), cunhadora do termo, estas são capacidades que permitem ao indivíduo realizar condutas criativas, eficazes e aceitas no meio social em que este vive. As FE seriam, então, “o coração” das habilidades sociais, sendo fundamentais para a construção da personalidade e das habilidades criativas (LEZAK, 1982).

Alguns processos podem ser relacionados à ativação das FE, tais como: a inibição de respostas impulsivas, a interrupção e a retomada de atividades em andamento, a integração e o direcionamento de processos atencionais, a demonstração de flexibilidade, monitoramento e regulação da velocidade de processamento da informação, a direção da função motora, a direção do raciocínio fluido, a regulação do comportamento social, a fluência e eficiência da linguagem, dentre outros (VASCONCELOS, 2008). Nesse contexto, são variados os modelos teóricos que tratam das Funções Executivas, existindo, portanto, diversas definições e hipóteses relacionadas a estas habilidades (MALLOY-DINIZ et al., 2014; KLUWE-SCHIAVON; VIOLA; GRASSI-OLIVEIRA, 2012).

Kluwe-Schiavon et al. (2012) destacam que, apesar do crescente número de estudos acerca das FE e do seu construto teórico, persiste a inconsistência na literatura referente a sua concepção de unidade ou de múltiplos processos. Portanto, quanto a estrutura e a composição das FE não existe consenso, entretanto, a perspectiva da tríade executiva proposta por Miyake et al. (2000), 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.

Conforme Miyake et al. (2000) existem três funções executivas, cuja ativação ocorre no lobo frontal ou lobo executivo. Por meio da aplicação de tarefas executivas em 130 estudantes e da análise fatorial confirmatória dos resultados obtidos, os autores verificaram que três funções executivas são moderadamente correlacionadas entre si, mas claramente separáveis, contribuindo diferencialmente para o desempenho em tarefas executivas complexas. A partir desses achados os autores concluíram que é importante reconhecer tanto a unidade quanto a diversidade das Funções Executivas. Logo, para este modelo os processos que compõem as FE são operações distintas, mas relacionadas. Desse modo, afirma-se tanto a

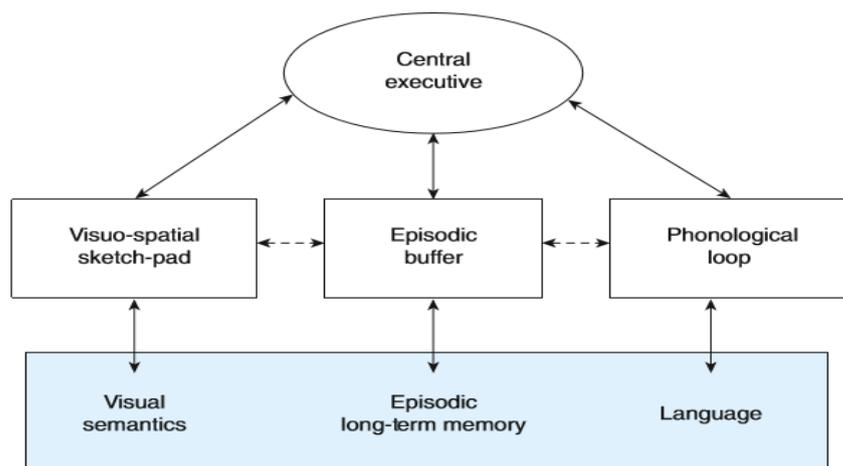
unidade quanto a diversidade das FE, pois os componentes apesar de relativamente correlacionados entre si, apresentam também relativa independência (MIYAKE et al., 2000).

O modelo da Tríade Executiva, com base em dados de natureza psicométrica, pressupõe a existência de três componentes ou funções executivas básicas, a saber: a memória de trabalho (MT), a inibição ou controle inibitório (CI) e a flexibilidade cognitiva (FC). As três competências envolvem todos os outros componentes de processamento das funções executivas e juntas compõem a tríade executiva (LEHTO; JUUJÄRV; KOOISTRA; PULKKINEN, 2003). Diamond (2013) enfatiza a existência de outras habilidades executivas que podem ser consideradas mais complexas e que surgem a partir da tríade, sendo estas o planejamento, o raciocínio e a habilidade relacionada a solução de problemas, não exploradas diretamente neste estudo.

Tratando-se da tríade executiva básica, a Memória de Trabalho (MT) é relatada enquanto sendo a primeira habilidade a se desenvolver, referindo-se a um sistema de memória ultrarrápida que tem a capacidade de reter uma sequência de 5 a 9 dígitos, armazenando as informações somente enquanto uma determinada tarefa cognitiva (trabalho) está sendo realizada. Possibilita a manipulação de informações conforme as exigências ambientais, sendo fundamental para dar sentido aos eventos que ocorrem ao longo do tempo (MOURÃO JUNIOR; MELO, 2011; LEÓN; RODRIGUES; SEABRA; DIAS, 2013).

Conforme o modelo de MT proposto por Baddeley (2010), o adotado neste estudo, a MT se refere a um sistema ou sistemas necessários a manutenção de informações em mente enquanto o indivíduo executa tarefas complexas, como raciocínio, compreensão e aprendizado. Para o referido modelo de MT a atenção é central para o armazenamento temporário de uma informação, logo, há um sistema de controle atencional chamado de central executiva (*Central executive*) que é auxiliado por três subcomponentes: alça fonológica (relacionada à linguagem – *Phonological loop*), esboço visuoespacial (relacionado à semântica visual – *Visuo-spatial sketch-pad*), e buffer episódico (relacionado à memória de longo prazo – *Episodic buffer*) (ver Figura 1).

Figura 1– Modelo de Memória de Trabalho



Fonte: BADDELEY, 2010 p.138.

O segundo componente executivo, denominado Controle Inibitório (CI), pode ser entendido como a habilidade de postergar ou inibir uma resposta baseada na capacidade de avaliar múltiplos fatores, possibilitando o controle da atenção, dos comportamentos, pensamentos e emoções, substituindo fortes predisposições internas ou externas (LEÓN; RODRIGUES; SEABRA; DIAS, 2013). Segundo Diamond (2013), o CI envolve a capacidade de controlar a atenção, o comportamento, os 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. A partir da associação e do suporte da MT e do CI se desenvolve 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.

Nesse interim, considerando as três funções executivas básicas apresentadas, pode-se afirmar que as FE são requisitadas sempre que se faz necessário formular planos de ação ou quando uma sequência de respostas apropriadas deve ser selecionada e esquematizada (MOURÃO JUNIOR; MELO, 2011), situações estas comuns no ambiente escolar. Diamond (2013) afirma que as competências executivas apresentam um papel biologicamente adaptativo, na medida em que são normalmente ativadas nos eventos em que o controle cognitivo e o nível de consciência são necessários, logo, as FE são essenciais diante de situações novas ou em ocasiões que exigem adaptação, flexibilidade e ajustamento, como é o caso dos processos de aprendizagem (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2006).

Estudos recentes identificados em revisão da literatura evidenciam a associação entre as Funções Executivas e a aprendizagem escolar, sendo as habilidades executivas boas

preditoras do desempenho em matérias como linguagem e matemática (SANTANA; MELO; MINERVINO, 2019). Logo, considerando o persistente baixo desempenho em matemática de estudantes brasileiros tanto em avaliações nacionais quanto internacionais (PISA, 2018; IDEB, 2017³; SAEB, 2017⁴), bem como compreendendo que as FE podem ser importantes fatores explicativos para estes desempenhos, apresentaremos a seguir o que a literatura atual sobre esta temática já nos permite verificar.

A Tríade Executiva e o Desempenho Matemático Escolar

A importância das habilidades do funcionamento executivo no aproveitamento da matemática já está bem estabelecida, conforme afirmam Bull e Lee (2014). Em estudo realizado com crianças que apresentavam discalculia Argollo (2008) enfatiza que estas, apesar de possuírem habilidades de linguagem, função sensório-motora e de percepção social preservadas, demonstraram prejuízos em Funções Executivas quando comparadas com crianças sem discalculia. Estudos longitudinais apontam que o desenvolvimento das FE nos anos iniciais de escolarização está relacionado a aquisição e a potencialização de habilidades matemáticas (BULL; LEE, 2014). Afirma-se que evidências extensas sugerem que as habilidades acadêmicas iniciais são um indicador robusto de realização acadêmica posterior e que as FE estão entre os fatores que contribuem para o desenvolvimento de habilidades acadêmicas em matemática.

Em um estudo longitudinal realizado com 1.292 crianças norte americanas Ribner, Willoughby e Blair (2017) identificaram que o desempenho em matemática é auxiliado pelas FE, de modo que crianças com baixo desempenho na disciplina em anos iniciais, mas com alto funcionamento executivo podem superar o desempenho das demais em anos posteriores. Logo, foi revelado que os participantes que têm altos níveis de FE podem “alcançar” os colegas que melhor se desempenharam em avaliações de capacidade matemática precoce.

Ressalta-se que nos estudos que analisaram as relações entre desempenho em matemática e FE a Memória de Trabalho (MT) é a habilidade mais enfatizada enquanto preditora das habilidades matemáticas. Desoete e Weerdt (2013), ao analisarem a velocidade de nomeação, a inibição e a MT em crianças com transtornos de aprendizagem relacionados a matemática, a leitura, a matemática e a leitura combinados e em crianças sem transtornos de aprendizagem, verificaram que todos os participantes com desordens na aprendizagem não se desempenharam bem em tarefas de MT, apresentando prejuízos neste componente das FE.

³ <http://ideb.inep.gov.br/resultado/>

⁴ Resultados do SAEB disponíveis em: <http://portal.inep.gov.br/educacao-basica/saeb/resultados>

Enquanto isso, Purpura e Ganley (2014), ao avaliarem 199 crianças pré-escolares de 4 a 6 anos a partir de uma bateria de tarefas precoces de matemática e de medidas de MT e linguagem, identificaram que este componente executivo tem uma relação específica com apenas algumas habilidades de matemática primitivas importantes.

Na pesquisa empreendida por Simmons, Willis e Adams (2012) com 90 crianças entre 5 e 6 anos de idade se verificou que a MT poderia explicar a variação estatisticamente significativa na escrita numérica, nos julgamentos de magnitude e na aritmética de um dígito, entretanto, notou-se também que os diferentes componentes da Memória de Trabalho tinham relações distintas com as diferentes habilidades. Holmes e Adams (2006) ao examinarem as contribuições dos diferentes componentes do modelo de Memória de Trabalho para uma gama de habilidades matemáticas em crianças, utilizando medidas de MT que não envolviam estímulos numéricos, verificaram que existe um papel mais forte atribuído às habilidades visuo-espaciais no desempenho em matemática das crianças mais jovens, revelando a relevância da MT no desenvolvimento da capacidade matemática inicial.

Entretanto, apesar do fato de que a maioria dos estudos que abordam a relação entre desempenho em matemática e FE o fazem estabelecendo-se esta relação por meio da ênfase no componente Memória de Trabalho, verifica-se que não existe consenso na literatura, pois alguns estudos destacam de maneira geral a importância da MT no desempenho, enquanto outros evidenciam que esta importância ocorre apenas considerando-se algumas habilidades de matemática primitivas. Ora são destacadas as habilidades visuo-espaciais da MT enquanto relacionadas ao bom desempenho em matemática de maneira geral, ora algumas específicas áreas do conhecimento matemático são enfatizadas em sua relação com a MT. Além disso, no que tange a estas pesquisas, podemos destacar que o componente MT foi o único componente das FE avaliado, a partir de baterias ou testes específicos, de modo que os componentes Controle Inibitório e Flexibilidade Cognitiva não foram igualmente considerados na relação com o desempenho matemático escolar.

Diferentemente, em seu estudo Vasconcelos (2008) analisou outros componentes das FE relacionados ao desempenho matemático, o que a permitiu concluir que fatores como a sustentação da atenção, memória operacional, manutenção do contexto cognitivo, habilidades viso-construtivas, inibição dos estímulos irrelevantes, flexibilidade cognitiva e velocidade de processamento das informações são os mais relevantes na determinação do desempenho em matemática. Avaliando as habilidades em literatura inglesa, habilidades algébricas, a memória de trabalho, a inibição e a flexibilidade mental em 255 crianças com 11 anos de idade, Lee, Ng e Ng (2009) verificaram que a MT explica cerca um quarto da variância tanto na

representação quanto na resolução de problemas matemáticos sob a forma textual. Os resultados do estudo ainda apontaram que a MT auxilia na decodificação de operadores quantitativos.

Observou-se, na pesquisa desenvolvida em Singapura por Lee et al. (2009), que houve uma avaliação mais ampla da tríade executiva e da sua relação com a resolução de problemas matemáticos, assemelhando-se a proposta do presente estudo, que não se centra em componentes específicos, mas na tríade. Lee et al. (2009) afirmam que em Singapura, diferentemente do que ocorre no Brasil, os estudantes apresentam boas performances em avaliações internacionais, de modo que os autores pretenderam com a pesquisa avaliar diferenças individuais na forma de resolução de problemas, especificamente problemas algébricos sob a forma textual, centrando-se na extensão da influência da MT nas diferentes fases da resolução de problemas matemáticos.

Nesse mesmo sentido se encaminhou o estudo longitudinal desenvolvido com crianças chinesas por Wei et al. (2018), que identificou que a MT foi o único componente da tríade capaz de prever uma importante taxa de crescimento na precisão aritmética de estudantes com média de 7 anos de idade. Tratando-se dos outros componentes da tríade, Lee et al. (2009) destacam que os dados coletados revelam que a inibição e a flexibilidade mental não se correlacionam com a performance em testes de álgebra, entretanto, afirma-se que esse resultado pode decorrer de fatores como a idade dos participantes e a influência de diferenças curriculares encontradas em Singapura. Logo, em âmbito nacional existe a possibilidade de verificarmos resultados diferentes dos encontrados por Lee et al. (2009), a exemplo do observado na pesquisa desenvolvida em outro país por Passolunghi, Cornoldi e De Liberto (1999), que revelou a inibição como importante preditora do desempenho em resolução de problemas.

A pesquisa desenvolvida por Swanson (2006), ao avaliar o efeito da idade na resolução de problemas matemáticos, revelou que 42% das diferenças relacionadas à idade na resolução de problemas estavam relacionadas ao processamento executivo, evidenciando que o crescimento no sistema executivo é um importante preditor das habilidades de resolução de problemas. Além disso, o autor enfatiza que a inibição prediz as habilidades na resolução de cálculos aritméticos, revelando a sua importância no desenvolvimento de habilidades matemáticas, entretanto, a inibição não prevê a performance na resolução de problemas nos anos iniciais de escolaridade. Mayer e Hegarty (1996) também destacam a importância da inibição, bem como da flexibilidade, ao apontarem que os dois componentes são relevantes para que o indivíduo possa representar problemas matemáticos.

Apesar da importância de se considerar as implicações teóricas e práticas dos resultados de todas as pesquisas sobre a relação entre FE e desempenho matemático aqui apresentadas, destaca-se que, infelizmente, são poucos os estudos nacionais na área que tratam dessa temática, de modo que a grande maioria dos resultados apresentados são de origem internacional, obtidos com amostras de participantes estrangeiros. Logo, são necessários estudos conduzidos com brasileiros que avaliem as relações específicas dos fatores não-matemáticos, aqui em foco as FE, como aspectos individuais da matemática inicial, na medida em que, conforme ressaltam Bull e Scerif (2001), os fatores não-matemáticos têm sido associados ao desenvolvimento matemático em um nível amplo.

O Estudo

Considerando as pesquisas disponíveis na área, apesar da evidente prevalência da Memória de Trabalho enquanto componente executivo básico mais associado ao desempenho em matemática, podemos destacar que o componente em questão foi, na maioria dos estudos, a única FE avaliada, a partir de baterias ou testes específicos, de modo que os componentes Controle Inibitório e Flexibilidade Cognitiva não foram igualmente considerados na relação com o desempenho matemático escolar. Além disso, os estudos disponíveis se centram apenas em habilidades matemáticas específicas, nomeadamente na resolução de problemas aritméticos com suporte textual.

Desse modo, buscou-se com este estudo 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 matemático de escolares na resolução de atividades de matemática com foco em diferentes áreas (Representação da Magnitude Numérica, Fato Numérico, Resolução de Problemas e Tempo de Resolução).

Método

Amostra, Instrumentos e Procedimentos são idênticos aos descritos na seção **Método Geral** deste trabalho. No que tange às especificidades das análises estatísticas, foram executadas neste estudo as descritivas para a caracterização da amostra da pesquisa, o teste de correlação de Spearman (ρ) e análises de regressão lineares múltiplas. Na próxima seção serão apresentados os resultados da análise empreendida, bem como a discussão acerca dos resultados verificados.

Resultados

Os resultados verificados a partir das análises estatísticas empreendidas apontaram que os três componentes executivos – Memória de Trabalho (MT), Controle Inibitório (CI) e Flexibilidade Cognitiva (FC) – se apresentam significativamente correlacionados com o desempenho em matemática, avaliado a partir do teste Coruja-PROMAT. Destaca-se que as correlações apresentadas foram significativas em todas as áreas da matemática avaliadas pelo teste. Tratando-se das correlações entre os três componentes executivos básicos individualmente e o desempenho matemático escolar, observou-se que a MT se refere ao componente cujas correlações com o desempenho em matemática são de maior magnitude. Apresentaram-se correlações fortes, especialmente com o desempenho total em matemática ($\rho=0,685$ e $p<0,001$) e a área matemática de Fato Numérico ($\rho=0,618$ e $p<0,001$).

Além das correlações entre MT geral e desempenho em matemática, foram verificadas correlações significativas entre todos os subcomponentes da MT e as áreas da matemática, sendo as com maior magnitude entre MT Fonológica e Matemática Total ($\rho=0,629$ e $p<0,001$), entre Componente VisuoEspacial da MT e Desempenho Total em matemática ($\rho=0,625$ e $p<0,001$), MT Fonológica e Resolução de Problemas ($\rho=0,621$ e $p<0,001$), Componente Executivo Central da MT e Desempenho Total em matemática ($\rho=0,584$ e $p<0,001$) e entre Componente MT Fonológica e a Representação da Magnitude Numérica ($\rho=0,577$ e $p<0,001$), conforme se observa na Tabela 1:

Tabela 1– Correlações de Spearman (ρ) entre as medidas de Desempenho em Matemática (Coruja-PROMAT) e Memória de Trabalho (MT - NEUPSILIN-INF)

Desempenho em Matemática		MT	MT	MT	MT
		Geral	Fonológica	Executivo	VisuoEspacial
Matemática Total	ρ	,685	,629	,584	,625
	p	,001	,001	,001	,001
Magnitude Numérica	ρ	,580	,577	,459	,522
	p	,001	,001	,001	,001
Fato Numérico	ρ	,618	,521	,548	,561
	p	,001	,001	,001	,001
Resolução de Problemas	ρ	,599	,621	,501	,536
	p	,001	,001	,001	,001
Tempo de Resolução	ρ	-,384	-,294	-,326	-,342
	p	,001	,002	,001	,001

Fonte: A autora.

O segundo componente executivo com maior relação com o desempenho em matemática foi a Flexibilidade Cognitiva, que apresentou correlações moderadas em nível de 0.01 com todas as áreas de desempenho em matemática avaliadas. Ressaltaram-se as correlações entre Tempo de Resolução em Matemática e FC ($\rho=0,490$ e $p<0,001$), Fato

Numérico e FC ($\rho = 0,449$ e $p < 0,001$) e desempenho total em matemática e FC ($\rho = 0,442$ e $p < 0,001$), conforme a Tabela 2, abaixo:

Tabela 2– Correlações de Spearman (ρ) entre as medidas de Desempenho em Matemática (Coruja– PROMAT) e Flexibilidade Cognitiva (FC- FDT)

Desempenho em Matemática	Flexibilidade Cognitiva	
Matemática Total	ρ	,442
	p	,001
Magnitude Numérica	ρ	,413
	p	,001
Fato Numérico	ρ	,449
	p	,001
Resolução de Problemas	ρ	,340
	p	,001
Tempo de Resolução	ρ	,490
	p	,001

Fonte: A autora.

O Controle Inibitório foi o componente executivo com correlações de menor magnitude com o desempenho em matemática, todavia, apresentou correlações significativas com todas as áreas do desempenho em matemática avaliadas. Ressaltaram-se as correlações entre Desempenho Total em matemática e CI ($\rho = 0,382$ e $p < 0,001$), Fato Numérico e CI ($\rho = 0,368$ e $p < 0,001$) e tempo de resolução e CI ($\rho = 0,346$ e $p < 0,001$), conforme a Tabela 3, abaixo:

Tabela 3– Correlações de Spearman (ρ) entre as medidas de Desempenho em Matemática (Coruja– PROMAT) e Controle Inibitório (CI- FDT)

Desempenho em Matemática	Controle Inibitório	
Matemática Total	ρ	,382
	p	,001
Magnitude Numérica	ρ	,288
	p	,002
Fato Numérico	ρ	,368
	p	,001
Resolução de Problemas	ρ	,270
	p	,004
Tempo de Resolução	ρ	,346
	p	,001

Fonte: A autora.

A partir da realização de análises estatísticas de regressão linear múltiplas, no intuito de verificar o valor preditivo dos componentes executivos sobre o desempenho em matemática, observou-se novamente a predominância da Memória de Trabalho sobre os demais componentes. Antes da análise a distribuição dos dados amostrais foi normalizada e homogeneizada através de uma transformação logarítmica. Inicialmente foi realizada uma

regressão passo a passo (*Stepwise*), tendo como variável dependente o desempenho em matemática e como variáveis independentes os três componentes executivos.

Considerando este tipo de regressão se observou que o desempenho em MT foi capaz de explicar 53.3% da variância [$F^{\text{change}}(1,108) = 123.13; p < 0.001$] dos participantes no desempenho em matemática, enquanto que a Flexibilidade Cognitiva foi capaz de prever 2.4% da variância [$F^{\text{change}}(1,107) = 5.76; p < 0.018$] neste desempenho. No que se refere ao Controle Inibitório, este componente apresentou baixo poder/peso preditivo quando, conforme critérios matemáticos automáticos do programa estatístico, ajustado ao modelo com a MT e a FC, de modo que não apareceu na Tabela 4 de regressão, apresentada abaixo.

Tabela 4– Análise de Regressão Múltipla passo a passo tendo como variável dependente o desempenho em Matemática e como variáveis independentes os três componentes executivos.

Modelo	R	R ²	R ² corrigido	EP	R ² Change	F ^{Change}	gl ¹	gl ²	P
Memória de Trabalho	,730	,533	,528	9,53	,533	123,13	1	108	,001
Flexibilidade Cognitiva	,746	,557	,548	9,33	,024	5,76	1	107	,018

Fonte: A autora.

Tendo em vista os resultados da regressão passo a passo foi empreendida uma análise de regressão múltipla com ordem fixa considerando sempre a MT como terceiro passo e o CI e a FC alternadamente como primeiro e segundo (Tabela 5), já que a memória de trabalho apresenta alto valor preditivo e adicionada como primeiro ou segundo passos elimina a identificação do peso do CI sobre o desempenho em matemática.

Tabela 5– Análise de Regressão Múltipla com ordem fixa tendo como variável dependente a Matemática e como independentes dois modelos estatísticos, tendo sempre a MT como terceiro passo e como variáveis do 1º e 2º passos alternadamente o CI e a FC.

Modelos de Regressão	R	R ²	R ² corrigido	EP	R ² Change	F ^{Change}	gl ¹	gl ²	P
Modelo 1									
Passo 1- CI	,329	,108	,100	13,17	,108	13,082	1	108	,001
Passo 2- FC	,434	,188	,173	12,63	,080	10,544	1	107	,002
Passo 3- MT	,749	,562	,549	9,32	,374	90,316	1	106	,001
Modelo 2									
Passo 1- FC	430	,185	,178	12,59	,185	24,537	1	108	,001
Passo 2- CI	,434	,188	,173	12,63	,003	,385	1	107	,536
Passo 3- MT	,749	,562	,549	9,32	,374	90,316	1	106	,001

Fonte: A autora.

Conforme os resultados observados na tabela acima, verifica-se que quando adicionado enquanto o primeiro passo (Modelo 1) o CI demonstra um poder preditivo de 10,8% ($F^{\text{change}}(1,108) = 13,082$; $p < 0,001$) sobre o desempenho em matemática, o que não pode ser afirmado quando mediado pela flexibilidade cognitiva (Modelo 2), tendo em vista que esta quando adicionada como primeiro passo elimina a significância estatística do valor preditivo do CI ($p < 0,536$). Logo, entende-se que a relação entre CI e desempenho em matemática é mediada pela flexibilidade cognitiva mais do que pela própria memória de trabalho, que apresenta índice de variância alto mesmo quando colocada como último passo (37,4%).

Discussão e Conclusão

O objetivo deste estudo foi o de avaliar as Funções Executivas de escolares e identificar o valor preditivo de cada um dos três componentes executivos básicos para o desempenho matemático escolar. Considerando a análise estatística dos dados em consonância com a literatura disponível na área das FE é possível realizar algumas importantes inferências a partir dos resultados obtidos.

As análises empreendidas revelaram, corroborando os dados dos estudos já disponíveis, que os componentes executivos, aqui com ênfase na tríade, apresentam uma relação significativa com o desempenho em matemática. Entende-se, portanto, que dentre as diversas variáveis e aspectos que influenciam o desempenho escolar se encontram as Funções Executivas, que se referem a um conjunto de habilidades cognitivas relacionadas ao controle *top-down* dos comportamentos, atuando na regulação de diferentes processos cognitivos, emocionais e comportamentais, representando uma habilidade necessária à aprendizagem (DIAMOND, 2013; MIYAKE, et al., 2000).

Em consonância com os dados apresentados, 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. As análises empreendidas revelaram que a MT se refere ao componente cuja relação com o desempenho em matemática é de maior magnitude, em acordo com o que apresentam alguns estudos especificamente voltados a este componente executivo (PETERSON et al., 2017; HURKS; LOOSBROEK, 2014).

Entretanto, o que os estudos disponíveis ainda não haviam revelado, pois não avaliaram juntamente com a MT os demais componentes executivos, é que mesmo

considerando o CI e a FC a Memória de Trabalho ainda se sobressai, apresentando um alto e significativo poder preditivo sobre o desempenho em matemática (53.3% da variância). Tamanha é a associação entre a MT e o desempenho em matemática que mesmo mediada pelos dois demais componentes ainda revela alto valor preditivo, explicando 37,4% da variância no desempenho de escolares em matemática. Portanto, e conforme afirma Diamond (2013), a MT é necessária a compreensão e a realização de qualquer cálculo matemático, assim como é 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).

Diferentemente do que era previsto, conforme os estudos disponíveis, a Flexibilidade Cognitiva se revelou enquanto o segundo componente executivo que melhor prevê o desempenho em matemática, o que pode ser justificado tendo em vista que este componente permite ao indivíduo a utilização de informações do ambiente para confirmar ou refutar suas hipóteses de trabalho (VASCONCELOS, 2008). Desse modo, a partir dessa análise, o indivíduo pode decidir sobre a necessidade de abandonar ou de prosseguir com a hipótese inicial, sendo esta habilidade importantíssima, especialmente para a redução no tempo de resposta a questões de matemática e na não perseveração nos erros, o que pode ser claramente observado a partir da correlação entre o tempo de resolução do teste de matemática e a FC ($\rho = 0,490$ e $p < 0,001$).

Além disso, a FC se revelou ainda enquanto o componente que media a relação do CI com este desempenho, pois, considerando as análises de regressão multivariadas, o CI, apesar de significativamente correlacionado com o desempenho em matemática, explica com significância estatística a variância neste desempenho só quando colocado enquanto primeiro passo. Logo, retirando-se o efeito da FC, o CI não prevê variância significativa no desempenho em matemática, indo em oposição aos achados de Gilmore et al. (2013), que afirmam que as diferenças individuais no Controle Inibitório se correlacionam diretamente com diferenças na conquista matemática. Pode-se entender que tal resultado pode ter decorrido da não avaliação pelos autores do componente FC, tendo em vista apresentarem outros objetivos específicos no estudo.

Desse modo, pode-se entender que o CI, enquanto capacidade de controlar a atenção, o comportamento, os pensamentos e/ou as emoções para anular uma forte predisposição interna ou atração externa (DIAMOND, 2013), facilita a atuação da memória de trabalho e da flexibilidade cognitiva ao suprimir respostas reflexas, atuando como um eficiente filtro de

informações. No entanto, sua relação com o desempenho em matemática é mediada pela MT e, especialmente pela FC, como demonstra o modelo de regressão 2 (Tabela 5).

Destarte, e em contraponto aos resultados de pesquisas realizadas, destacamos o preponderante papel da FC, que, conforme dados de revisão de literatura sobre a temática, só aparece enquanto função avaliada em 17% dos estudos sobre as FE em sua relação com o desempenho em matemática (SANTANA; ROAZZI; MELO; MASCARENHAS; SOUZA, 2019), apresentada enquanto tendo papel reduzido ou mesmo enquanto função não diretamente avaliada a partir de instrumentos específicos. Desse modo, a FC não é avaliada separadamente na maioria dos estudos disponíveis, não recebendo o seu devido destaque. Em consonância, Sluis, Jong e Leij (2004) apontam, ao avaliarem crianças com deficiência aritmética, que estas são mais prejudicadas em tarefas que exigem especificamente flexibilidade cognitiva e inibição.

Destarte, em consonância com Bull e Scerif (2001), os resultados deste estudo revelam que cada componente executivo prevê variação única na capacidade matemática, indo de encontro ao modelo teórico proposto por Miyake, et al. (2000), que mostra tanto a unidade quanto a diversidade entre as funções executivas. Portanto, verifica-se que cada função se correlaciona significativamente com o desempenho em matemática em diversas áreas e juntas, mediadas umas pelas outras, preveem uma importante variância no desempenho de escolares em matemática. Tais dados ainda corroboram o estudo desenvolvido por Wei et al. (2018), que apontou que em crianças chinesas com média de idade de 7 anos as três FE básicas contribuem predizendo diferentes parâmetros de crescimento na matemática.

Todavia, nossos resultados divergem dos identificados pelos autores supracitados, tendo em vista que estes propõem que dificuldades de crianças com menor capacidade matemática sejam decorrentes especificamente da falta de inibição e da falta de memória operacional, que resultam em problemas com a troca e avaliação de novas estratégias para lidar com uma tarefa específica, o que não foi observado a partir dos resultados aqui apresentados. Os dados deste estudo destacaram, diferentemente, o papel da MT e da FC enquanto os mais relevantes para o desempenho em matemática.

Apesar de consentir acerca da relevância das FE, a literatura disponível também não havia especificado se a influência destas sobre o desempenho em matemática se estendia ou não a áreas específicas do conhecimento matemático. Nesse sentido, os resultados aqui verificados revelaram que a relação entre FE e desempenho em matemática ocorre em todas as áreas específicas avaliadas (Representação da Magnitude Numérica, Fato Numérico, Resolução de Problemas e Tempo de Resolução). Considerando os três componentes

executivos separadamente, temos que o desempenho total em MT se correlaciona de maneira forte especialmente com as habilidades de evocação de fatos numéricos básicos ou aritméticos, ou seja, às combinações das quatro operações matemáticas básicas, a saber: adição, subtração, multiplicação e divisão ($\rho=0,618$ e $p<0,001$).

Desse modo, entendida enquanto um sistema de memória ultrarrápida que tem a capacidade de armazenar as informações somente enquanto uma determinada tarefa cognitiva está sendo realizada (LEÓN; RODRIGUES; SEABRA; DIAS, 2013), a MT é essencial para a realização de cálculos aritméticos, pois permite o estabelecimento de relações, possibilitando a realização de conexões para que o indivíduo possa fazer planos e tomar decisões de maneira adaptativa, a fim de chegar às respostas corretas. Tratando-se dos subcomponentes da MT, destaca-se o importante papel da MT Fonológica, que encontra-se fortemente relacionada ao bom desempenho em diferentes e específicas áreas da matemática, tais como a resolução de problemas, orais e escritos ($\rho=0,621$ e $p<0,001$), e a Representação da Magnitude Numérica ($\rho=0,577$ e $p<0,001$).

Entende-se, portanto, que a MT fonológica por se referir ao armazenamento temporário das representações fonológicas (sons/palavras ouvidas) influencia no conhecimento da construção semântica e das relações matemáticas. Além disso, a MT fonológica se encontra envolvida no conhecimento das habilidades numéricas básicas, assim como está relacionada às habilidades de comparação de quantidades numéricas não simbólicas, como ordinalidade (1º, 2º, 3º), pontos em um conjunto e processamento simbólico de números.

No que tange à Flexibilidade Cognitiva, ressalta-se que suas relações mais fortes foram com o tempo de resolução do teste de matemática ($\rho = 0,490$ e $p<0,001$) e com a evocação de fatos numérico ($\rho = 0,449$ e $p<0,001$). Desse modo, pode-se afirmar que um bom desempenho em FC implica na menor perseveração nos erros no campo da aritmética, já que permite a observação e comparação de diferentes estratégias de resolução e uma maior eficácia na realização dos cálculos, permitindo, conseqüentemente, um menor gasto de tempo na realização de atividades matemáticas.

Já no que se refere ao Controle Inibitório, ressaltaram-se também as correlações entre evocação de fatos numéricos ($\rho = 0,368$ e $p<0,001$) e tempo de resolução ($\rho = 0,346$ e $p<0,001$), revelando assim que para uma adequada e rápida resolução de cálculos que exigem a combinação de adição, subtração, multiplicação e divisão entre dois fatores é necessária a ativação do CI. Ou seja, para um bom desempenho nestas áreas da matemática se exige a supressão da interferência de estímulos (sons, cheiros, outros estudantes, etc), de informações

irrelevantes da memória de trabalho e de respostas comportamentais inadequadas, papel primordial do CI.

Em suma, os resultados e a discussão apresentados por este estudo apontam que as FE, especificamente os componentes executivos básicos, encontram-se diretamente relacionados com o desempenho matemático de escolares entre 8 e 12 anos de idade. Destacou-se, assim como previsto pelos estudos já disponíveis na literatura, que a MT tem um forte poder preditivo sobre o desempenho em matemática. Em contraponto, verificou-se que a FC é uma função mediadora entre o CI e o desempenho em matemática, sendo o segundo componente que melhor prevê este desempenho, indo em oposição aos dados apresentados no estudo de Lee et al. (2009).

Desse modo, pode-se afirmar que indivíduos com bom desempenho executivo tendem a apresentar bom desempenho em atividades de matemática escolar, assim como um baixo desempenho em FE pode levar a um conseqüente baixo desempenho em matemática, em acordo com o que algumas pesquisas disponíveis já afirmam em relação a aprendizagem de maneira generalista (CAPOVILLA; DIAS, 2008; CORSO; SPERB; JOU; SALLES, 2013). Além disso, verificou-se que a correlação entre estes desempenhos ocorre considerando diferentes áreas da matemática, tais como a resolução de problemas orais e escritos, a habilidade de comparar quantidades numéricas simbólicas e não simbólicas, e de resolver operações aritméticas básicas (adição, subtração, multiplicação e divisão).

Sugere-se que futuras pesquisas avaliem as influências das FE sobre o desempenho matemático em outras áreas tais 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 FE, 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 FE.

5.2 DESENVOLVIMENTO EXECUTIVO E DESEMPENHO EM MATEMÁTICA: INFLUÊNCIAS DA IDADE, REDE DE ENSINO E DO ANO ESCOLAR

Resumo: As Funções Executivas (FE) são habilidades relacionadas à organização, integração e ao gerenciamento de comportamentos e estratégias cognitivas, revelando-se enquanto importantes fatores para um eficiente desempenho em matemática. Considerando a inexistência de dados a respeito da influência de fatores desenvolvimentais e ambientais sobre os desempenhos executivo e em matemática, objetivou-se verificar o impacto das FE sobre distintos níveis de desempenho em matemática de escolares entre 8 e 12 anos, analisando a influência da idade, do ano escolar e da rede de ensino nestes desempenhos. Para tanto, 110 participantes responderam aos instrumentos MEEM, Coruja-PROMAT, NEUPSILIN, FDT e Questionário Sociodemográfico, verificando-se, a partir de análises estatísticas, que tanto o desenvolvimento executivo, com ênfase na memória de trabalho, quanto fatores ambientais, com destaque para a rede de ensino, exercem importante influência sobre o desempenho em matemática, devendo ambos serem observados no desenvolvimento de intervenções e de políticas específicas voltadas à aprendizagem matemática.

Palavras chaves: Funções executivas. Desempenho matemático. Idade. Rede de ensino.

Abstract: Executive Functions (EF) are skills related to the organization, integration and management of resources and cognitive strategies, revealing themselves as important factors for an efficient performance in mathematics. Considering the lack of data regarding the influence of developmental and environmental factors over the executive and mathematics performances, we aimed to check the impact of EF on the performance levels in mathematics of schoolchildren between 8 and 12 years old, analyzing the influence of age, school year and the school tipe. To this end, 110 participants responded to the MMSE, Coruja PROMAT, NEUPSILIN-INF, FDT and a Sociodemographic Questionnaire instruments, verifying, based on statistical analysis, how much the executive development, with emphasis working memory, and the enviornment factors, emphasis on school tipe, exerts an important influence on performance in mathematics, revealing that both of which must be observed in the development of specific policies aimed at mathematical learning.

Keywords: Executive functions. Mathematical performance. Age. Schooltipe.

O Desenvolvimento Neuropsicológico das Funções Executivas

As Funções Executivas são funções mentais superiores responsáveis pela capacidade de autogerenciamento, estando associadas a diversos processos cognitivos. Conforme o modelo da tríade executiva, proposto por Miyake et al. (2000), as FE se referem a três funções parcialmente independentes, mas ainda assim moderadamente correlacionadas, sendo estas funções: a Memória de Trabalho (MT), o Controle Inibitório (CI) e a Flexibilidade Cognitiva (FC).

A partir de uma revisão da literatura Garon, Bryson e Smith (2008) afirmam que se sugere que as habilidades subjacentes às FE se desenvolvem hierarquicamente, apresentando dois estágios principais de desenvolvimento. Aponta-se que antes mesmo dos 3 anos de idade as habilidades básicas necessárias emergem, enquanto o desenvolvimento após os 3 anos parece ser um período em que as competências básicas se tornam mais coordenadas e vão atingindo maior robustez. Propõe-se que a melhora no desempenho entre os 3 e os 5 anos reflete o desenvolvimento do sistema de atenção e sua conectividade com outras áreas do cérebro subjacentes.

Corroborando, Munakata, Michaelson, Barker e Chevalier (2013) afirmam que os processos executivos parecem se tornar mais especializados ao longo do desenvolvimento, com o passar dos anos, de modo que na primeira infância as crianças usam os mesmos processos cognitivos em todas as situações as quais exigem controle, enquanto que a partir da infância média as FE especializam-se progressivamente em componentes como a supressão de uma ação habitual (CI) ou a alternância entre tarefas múltiplas (FC). Os autores ainda apontam que as FE se tornam cada vez mais autodirigidas, passando de controle reativo para controle proativo. Destaca-se, portanto, que os componentes executivos são construídos sobre habilidades cognitivas mais simples, sendo o resultado de uma coordenação destas e do desenvolvimento cerebral (GARON; BRYSON; SMITH2008).

Anderson (2008) destaca que formas rudimentares de FE tais como a habilidade de regular o comportamento com base nas demandas do ambiente e a aptidão de efetuar movimentos voluntários já ocorrem desde o nascimento. Conforme Diamond (2013), é apenas na vida adulta que ocorre a estabilização das habilidades executivas, com posterior declínio durante o envelhecimento. Isso indica que, segundo Malloy-Diniz (2014), o desenvolvimento dessas habilidades ao longo da vida apresenta o formato de um U invertido. De acordo com Garon, Bryson e Smith (2008), o desenvolvimento das FE ocorre a partir de uma sequência, na

qual inicialmente surge memória de trabalho, seguida do controle inibitório e, posteriormente, a partir da associação e do suporte das duas primeiras, se desenvolve a flexibilidade cognitiva.

A memória de trabalho, primeira habilidade a se desenvolver, demonstra-se enquanto fundamental para estabelecer relações entre pensamentos anteriores e vigentes no momento (MALLOY-DINIZ et al., 2014). Trata-se de uma função cognitiva essencial para a mediação de contingências e para a integração temporal da fala e do comportamento direcionado, sendo caracterizada como uma atenção sustentada para uma representação interna (FUSTER, 2008). Esta habilidade executiva surge por volta dos 7 ou 8 meses de vida, estando diretamente relacionada ao período no qual a criança adquire a noção de permanência do objeto (ANDERSON, 2008).

Entretanto, o período de surgimento desta habilidade executiva, assim como das demais, não é consensual, de modo que se enfatiza que a MT pode se desenvolver antes mesmo dos 6 meses de idade (GARON et al., 2008). Esta FE aperfeiçoa-se ao longo de toda a infância apresentando entre os 9 e 12 anos um avanço significativo em sua capacidade de armazenamento e eficácia de processamento (ANDERSON, 2008). Garon et al. (2008) afirmam que ao longo do período pré-escolar a memória de trabalho das crianças gradualmente consegue segurar mais itens em mente, havendo evidências de que este avanço decorre da melhoria na alça fonológica e no esboço visual-espacial (subcomponentes desta função).

O segundo componente da tríade executiva é o controle inibitório, entendido como a habilidade de postergar ou inibir respostas. Seu desenvolvimento também ocorre desde a primeira infância, aprimorando-se com o passar do tempo e das experiências. Por meio do uso do CI, de acordo com Diamond (2013), podemos escolher voluntariamente ignorar ou inibir da atenção estímulos específicos e atender aos outros com base em nossa meta ou intenção. Para Fuster (2008), o CI torna o funcionamento do sistema nervoso central mais eficiente, ao limitar os recursos processados. Tiego, Renee, Bellgrove, Pantelis e Whittle (2018) afirmam que o exame desta função, a partir do uso de tarefas cognitivas apropriadas à idade, revela que crianças de 36 a 48 meses conseguem inibir certas respostas e suprimir interferências. Anderson (2010), diferentemente, aponta que já aos 12 meses a maioria dos bebês pode inibir certos comportamentos e mudar para uma nova resposta.

Posteriormente, a partir da associação e do suporte da MT e do CI, se desenvolve a Flexibilidade Cognitiva (FC). A FC refere-se a capacidade de alternar estratégias quando o plano inicial não é bem sucedido devido a imprevistos ou a não adequação destes, logo, permite ao indivíduo ajustar-se de maneira flexível a novas demandas (LEÓN, RODRIGUES;

SEABRA; DIAS, 2013). Seu desenvolvimento é tardio, por volta dos 3 a 5 anos de idade, justamente em decorrência da necessidade do suporte da memória de trabalho e do controle inibitório.

Assim como as outras habilidades executivas a FC continua se desenvolvendo com a idade, apresentando ampliação das capacidades entre 6 e 12 anos (ANDERSON, 2002). No entanto, conforme já destacado, não existem dados que permitam conclusões claras sobre o início do desenvolvimento destas funções, não havendo consensos na literatura. Apesar da inexistência de concordâncias nos estudos da área, há um consenso claro no que se refere à compreensão de que as FE são habilidades muito importantes para um bom desempenho acadêmico, especialmente em matemática (BULL; SCERIF, 2001), foco deste estudo. Nesse sentido, trataremos a seguir da relação entre FE e desempenho em matemática e de possíveis fatores influenciadores nesta relação.

Fatores Ambientais e seus Impactos sobre o Desenvolvimento Executivo e o Desempenho em Matemática

É possível compreender a aprendizagem, segundo Hazin, Lautert e Garcia (2011), enquanto o processo psicológico através do qual a criança adquire ou amplia seus conhecimentos e suas competências com o auxílio de mediadores da cultura. Nesse sentido, as autoras afirmam que no processo de aprendizagem participam as dimensões sociocultural e contextual, os aspectos afetivos e a esfera corporal, com ênfase na organização e funcionamento cerebral. No domínio da Neuropsicologia se encontra o estudo das FE, entendidas enquanto habilidades cognitivas intimamente relacionadas ao processo de aprendizagem.

As Funções Executivas proporcionam a organização e o planejamento de tarefas, a ação intencional, o auto monitoramento, dentre outros comportamentos necessários para que o indivíduo tenha um bom aproveitamento do processo de aprendizagem. A literatura aponta, assim como claramente observou-se no **Artigo 1 (subsecção 5.1)**, que estudantes com melhores habilidades executivas possuem também melhor desempenho matemático escolar, mesmo em fases iniciais do Ensino Fundamental (LEÓN et al., 2013). Afirma-se que diferenças individuais nas FE de crianças começam a aparecer desde o jardim de infância e prognosticam o desempenho escolar posterior, podendo ser estas diferenças mais críticas para o êxito inicial do que o conhecimento de números e letras (MUNAKATA; MICHAELSON; BARKER; CHEVALIER, 2013).

Nesse sentido, 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 (CORSO; SPERB; JOU; SALLES, 2013; GARCÍA, et al., 2016). Conforme Santana, Roazzi, Melo, Mascarenhas e Souza (2019) no que se refere à 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.

Enfatiza-se que o componente executivo que mais ganhou destaque nas publicações analisadas foi a memória de trabalho, sendo esta, de acordo com algumas pesquisas, uma importante influenciador no desempenho em matemática. Swanson (2006) afirma que o componente executivo MT previu acurácia matemática independentemente da idade cronológica, da leitura, da inibição e da velocidade de nomeação, compreendendo-se, portanto, que o sistema executivo é um importante preditor da precocidade matemática das crianças.

Além da MT, Gilmore et al. (2013) destacam que diferenças individuais no Controle Inibitório se correlacionam com diferenças na conquista matemática, sugerindo que diferentes aspectos do controle inibitório podem oferecer contribuições únicas para o raciocínio contra intuitivo. Pesquisas na área ainda enfatizam a influência das três FE básicas sobre o desempenho matemático escolar, ressaltando a importância tanto da MT e do CI quanto da FC para o desenvolvimento das habilidades matemáticas (SANTANA; ROAZZI; MELO; MASCARENHAS; SOUZA, 2019)

Logo, pode-se refletir acerca da influência do desenvolvimento destas funções sobre o desempenho em matemática. Pires (2010) destaca que as crianças vão ampliando as habilidades executivas de inibição, memória de trabalho e planejamento durante o início da vida escolar e que tal ampliação as auxilia no envolvimento e aprendizado ativo das atividades acadêmicas, pois o desenvolvimento dessas habilidades, facilitado pela aquisição da linguagem oral, permite que a criança seja mais ativa no ambiente, interagindo e direcionando seus comportamentos para objetivos definidos, como o aprender sobre determinado assunto.

Portanto, pode-se afirmar que os três componentes da tríade desenvolvem-se especialmente ao longo da infância, sendo um o suporte necessário para o surgimento do outro, e que o bom funcionamento destes componentes é necessário a um satisfatório desempenho em matemática, conforme já apresentado no estudo anterior (**Artigo 1/ subsecção 5.1**). Nesse sentido, Wang, Georgiou, Li e Tavouktsoglou (2018) observaram que o desempenho das crianças com dificuldades em matemática foi pior em todas as tarefas das

FE do que os de crianças sem dificuldades, sugerindo-se, portanto, que crianças com dificuldades de aprendizagem apresentam déficits significativos em todas as habilidades executivas. Considerando que o desenvolvimento das FE tem seu início remontado aos primeiros anos de vida do indivíduo, havendo uma ampliação considerável ao longo de toda a infância e da adolescência, Hammond et al. (2012) destacam que este, além de influenciado por fatores neurobiológicos e individuais também é fomentado por variáveis ambientais e pelo suporte parental.

Nesse sentido, pode-se entender que o desempenho executivo sofre influências de fatores para além dos neuropsicológicos, sendo os fatores ambientais como a rede de ensino da qual o estudante faz parte e o ano escolar variáveis que precisam ser exploradas, especialmente no intuito de verificar em quais contextos as FE são mais demandadas para um bom desempenho em matemática. Considerando a lacuna da literatura nesse âmbito, destaca-se a necessidade de analisar em que medida o impacto do desenvolvimento das FE sobre o desempenho em matemática é influenciado por tais variáveis, que envolvem, mesmo que indiretamente, a qualidade do ensino, a renda familiar, dentre outros aspectos.

Pesquisas nacionais e internacionais apontam sérias dificuldades dos estudantes brasileiros na resolução eficiente de questões de matemática, em especial dos alunos que estudam em escolas públicas, cujas médias de desempenho em matemática são as menores, em comparação à rede privada (IDEB, 2017⁵; PISA, 2018). De acordo com os resultados do estudo desenvolvido por Sampaio e Guimarães (2009), existe um diferencial favorável às escolas privadas no que se refere ao desempenho escolar.

Nesse contexto, será que o desempenho executivo de estudantes de diferentes redes de ensino difere? Será que diferenças nos anos escolares e idades implicam em distintos desempenhos executivos? Será ainda que estas possíveis diferenças recaem também sobre o desempenho em matemática? No que tange a estas questões a literatura ainda não nos apresenta respostas. Nesse sentido, e considerando a importância de abordar fatores para além dos neuropsicológicos, este estudo surge enquanto uma tentativa de resposta e de integração entre o desenvolvimento individual de habilidades cognitivas e fatores ambientais envolvidos nos processos de aprendizagem e no desempenho em matemática.

⁵ <http://ideb.inep.gov.br/resultado/>

O Estudo

Considerando as pesquisas disponíveis na área, acima apresentadas, bem como a lacuna na literatura a respeito das relações entre funções executivas e desempenho em matemática, objetivou-se com este estudo verificar o impacto das FE sobre distintos níveis de desempenho em matemática de escolares entre 8 e 12 anos, analisando a influência da idade, do ano escolar e da rede de ensino nestes desempenhos. Desse modo, visou-se especialmente averiguar a força do efeito do desenvolvimento, avaliado a partir da idade, e de importantes aspectos ambientais/sociodemográficos – o ano escolar e a rede de ensino –, sobre a performance executiva e matemática de estudantes do ensino fundamental.

Método

Amostra, Instrumentos e Procedimentos são idênticos aos descritos na seção **Método Geral** deste trabalho. No intuito de comparar diferentes grupos por desempenho em matemática a amostra total de participantes foi distribuída em três grupos, a saber: baixo, médio e alto desempenhos em matemática. Além da distribuição dos participantes por níveis de desempenho em matemática, houve a criação de dois grupos com desempenhos baixo e alto em cada uma das FE e dois grupos divididos por idade, sendo os mais novos, entre 8 e 10 anos, e os mais velhos, entre 11 e 12 anos de idade. Destaca-se que a divisão foi realizada considerando a mediana e que os grupos formados se revelaram significativamente diferentes. No que tange às especificidades das análises estatísticas dos dados, foram executadas neste estudo as de correlação de Spearman (ρ), ponto-bisserials (r_{pb}) e Phi, multivariadas (Homals) e análises de diferenças entre grupos, a saber: testes U de Mann-Whitney (MW) e Kruskal-Wallis (KW). Na próxima seção serão apresentados os resultados da análise empreendida.

Resultados

A partir da análise estatística dos resultados de três grupos com distintos níveis de desempenho em matemática, a saber: baixo, médio e alto, verificou-se que existem associadas a estes diferentes performances nas Funções Executivas. Observa-se que o desempenho em matemática tende a aumentar conforme melhora o desempenho nas três FE, existindo diferenças significativas entre os desempenhos em memória de trabalho dos grupos baixo e médio e médio e alto, em flexibilidade cognitiva entre os grupos baixo e médio e baixo e alto, e no que se refere ao controle inibitório entre baixo e alto desempenhos em matemática, como é possível observar na Tabela 1:

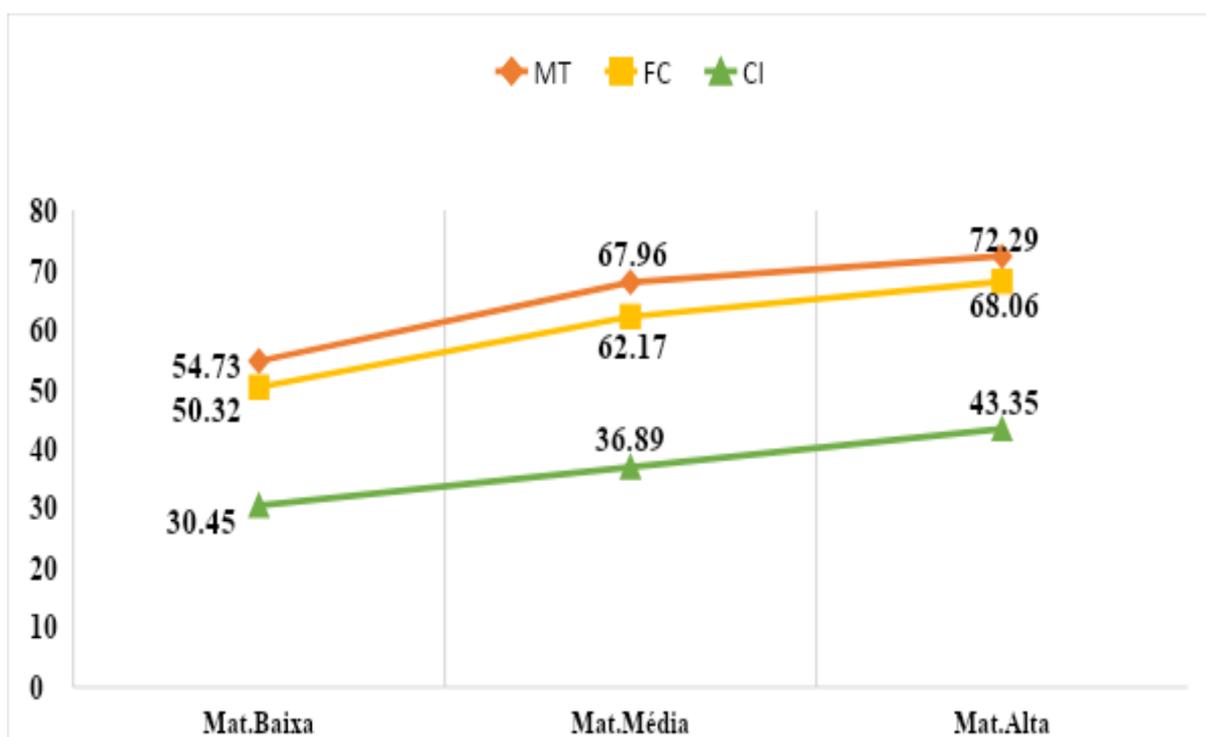
Tabela 1– Médias Aritméticas, teste H de Kruskal-Wallis por postos (X²), Post-hoc e teste de comparações múltiplas de Tukey da diferença honestamente significativa (*honestly significant difference*- HSD) dos diferentes Componentes executivos em função do nível do Desempenho em matemática (Mat).

Componentes Executivos	1 Mat.	2 Mat.	3 Mat.	X ²	p	Tukey		
	Baixa	Média	Alta			1x2	2x3	1x3
MT	54,73	67,96	72,29	83,79	,001	,001	,001	,068
FC	50,32	62,17	68,06	72,85	,001	,003	,295	,001
CI	30,45	36,89	43,35	75,88	,002	,051	,085	,001

Fonte: A autora.

A Figura 1 representa de forma gráfica a distribuição de médias de FE dos participantes em função do desempenho em matemática, observando-se claramente que a medida em que o desempenho executivo é melhor, maior é o nível de desempenho em matemática.

Figura 1– Médias de Desempenho Executivo em função dos níveis de Desempenho em Matemática



Legenda: MT=memória de trabalho; FC=flexibilidade cognitiva; CI= controle inibitório; Mat=matemática

Fonte: A autora

Considerando a idade enquanto um representativo fator atrelado ao desenvolvimento, observou-se que ocorreram correlações significativas entre idade e desempenho nos três componentes executivos básicos, a saber: memória de trabalho (Corr.= 0,372 e $p < 0,001$), controle inibitório (Corr.= 0,467 e $p < 0,001$) e flexibilidade cognitiva (Corr.= 0,288 e $p = 0,002$). Tais resultados apontam para o curso do desenvolvimento das FE com o avançar da idade, com ênfase no controle inibitório, componente que apresenta maior elevação com o passar dos anos. Abordando cada idade analisada separadamente, destacam-se correlações

significativas entre os componentes executivos e as idades de 8, 11 e 12 anos, ou seja, entre os dois extremos avaliados, conforme apresenta a Tabela 2, abaixo.

Tabela 2– Correlações de Spearman, Ponto-Bisseriais e Phi entre as idades avaliadas, as medidas de Desempenho em Matemática e as Medidas em FE

Idades		Matemática		Desempenho Executivo		
		Mat. Total	Mat. Alta	MT	CI	FC
Idades	Corr.	,374¹	,309³	,372¹	,467¹	,288¹
	p	,001	,001	,001	,001	,002
8 anos	Corr.	-,308³	-,273²	-,271³	-,360³	-,213³
	p	,001	,004	,004	,001	,026
9 anos	Corr.	-,122³	-,091²	-,110³	-,134³	-,146³
	p	,204	,345	,252	,162	,129
10 anos	Corr.	,017³	,045²	-,054³	-,036³	,051³
	p	,864	,637	,574	,710	,595
11 anos	Corr.	,243³	,182²	,206³	,264³	,169³
	p	,011	,057	,031	,005	,078
12 anos	Corr.	,171³	,136²	,229³	,266³	,139³
	p	,074	,155	,016	,005	,149

Legenda: ¹ correlação de Spearman, ² correlação de phi, ³ correlação ponto-biserial.

Fonte: A autora

Aos 8 anos as correlações são negativas com todos os componentes executivos, especialmente o controle inibitório (Corr.= -0,360 e p=<0,001). Já aos 11 e 12 anos as correlações com a flexibilidade cognitiva não são significativas e a ênfase recai novamente sobre o controle inibitório, que apresenta maiores correlações (Corr.= 0,264 e p=<0,05/Corr.= 0,266 e p=<0,05). Tratando-se das diferenças nas FE conforme a idade, as análises de comparação de grupos revelaram, conforme já apontavam as correlações, que a medida em que a criança vai ficando mais velha melhor é o seu desempenho em tarefas de FE, sendo as diferenças entre os 5 grupos de idades (8, 9,10,11 e 12 anos) significativas, a exceção da FC, que apesar de fortemente associada ao desempenho em matemática, não apresenta um salto significativo no seu desenvolvimento entre as idades avaliadas.

Correlações entre o desempenho executivo, o ano escolar e as redes de ensino revelaram ainda importantes resultados. Conforme se observa na Tabela 3, existem correlações significativas entre as três FE e o ano escolar, sendo a correlação de maior magnitude a estabelecida entre controle inibitório e ano escolar (Corr.= 0,539 e p=<0,001), seguida da memória de trabalho (Corr.= 0,488 e p=<0,001) e da flexibilidade cognitiva (Corr.= 0,413 e p=<0,001). No que se refere à rede de ensino temos correlações estatisticamente significativas e positivas dos componentes memória de trabalho (Corr.= 0,333 e p=<0,001) e flexibilidade cognitiva (Corr.= 0,328 e p=<0,001) com a rede privada, indicando que o desempenho executivo destes estudantes é maior quando comparado aos de rede pública.

Tabela 3– Correlações de Spearman e Ponto-Bisseriesais entre os Componentes executivos, as Redes de ensino e o Ano escolar

Componentes Executivos		Esc. Privada	Ano Escolar
MT	Corr.	,333²	,488¹
	p	,001	,001
CI	Corr.	,160²	,539¹
	p	,095	,001
FC	Corr.	,328²	,413¹
	p	,001	,001

Legenda: ¹ correlação de Spearman, ² correlação ponto-biserial.

Fonte: A autora

As análises estatísticas revelaram ainda uma diferença significativa entre as redes de ensino pública e privada no que tange aos desempenhos baixo e alto em matemática. O teste U de Mann-Whitney (MW) revela que a rede de ensino, fator de influência ambiental, tem efeito sobre o alto e o baixo desempenhos em matemática, de modo que os grupos “escola pública” e “escola privada” apresentaram diferença significativa no que se refere aos desempenhos em matemática (média E. pública= 80,70; média E. privada= 91,86; U=962,500; p<0,001). Nesse sentido, verificou-se um significativo melhor desempenho dos estudantes de escola privada em relação aos de escola pública, que pode ser também corroborado a partir da correlação entre as variáveis escola pública, baixo e médio desempenhos em matemática ($\phi=0,320$ e $p<0,001$ / $\phi=-0,180$ e $p<0,059$), verificada na Tabela 4.

Tabela 4– Correlações de Phi entre as Redes de ensino e os níveis de Desempenho em Matemática

Matemática		Rede Pública
Mat. Alta	phi	-,115
	p	,232
Mat. Média	phi	-,180
	p	,059
Mat. Baixa	phi	,320
	p	,001

Fonte: A autora

Tratando-se especificamente da influência dos componentes executivos e do ano escolar (fator ambiental) sobre o desempenho em matemática, observou-se os resultados apresentados na Tabela 5. O ano escolar apresentou correlações significativas com os desempenhos alto ($r_{pb}=0,303$ e $p<0,001$) e baixo ($r_{pb}=-0,351$ e $p<0,001$) em matemática, podendo ser entendido enquanto fator relevante. Verificou-se, no entanto, que a memória de trabalho apresentou correlações mais fortes com estes dois níveis de desempenho, especialmente com o baixo desempenho ($r_{pb}=-0,615$ e $p<0,001$), revelando o quão preponderante é este componente executivo, de modo que a baixa MT possivelmente explica parte do baixo desempenho em matemática. Tratando-se dos componentes FC e CI, ressalta-se que o último impacta mais sobre o alto desempenho do que o primeiro, acontecendo

exatamente o oposto com relação à FC. Logo, a baixa na FC impacta mais sobre o baixo desempenho do que a sua alta sobre o alto desempenho, diferentemente do que ocorre com o CI.

Tabela 5 – Correlações Ponto-Bisserial (r_{pb}) entre Ano escolar, níveis de Desempenho em Matemática e as Medidas de FE

Ano Escolar e Desempenho		Mat. Alta	Mat. Média	Mat. Baixa
Ano Escolar	r_{pb}	,303	,064	-,351
	p	,001	,504	,001
MT	r_{pb}	,295	,291	-,615
	p	,002	,002	,001
CI	r_{pb}	,248	,033	-,264
	p	,009	,730	,005
FC	r_{pb}	,204	,128	-,337
	p	,033	,183	,001

Fonte: A autora

Para uma análise mais específica se considerou as distinções entre as duas redes de ensino, observando-se, conforme a Tabela 6, que a influência dos componentes executivos e do ano escolar sobre o desempenho em matemática variou conforme a rede de ensino. Na rede pública se evidenciou que as correlações entre o componente memória de trabalho e os desempenhos em matemática foi mais forte do que a correlação entre ano escolar e desempenho em matemática, especialmente no grupo de baixo desempenho ($r_{pb} = -0,621$ e $p < 0,001$).

Além da MT, nos estudantes de escola pública a flexibilidade cognitiva apresentou correlação significativa e negativa com o baixo desempenho. Logo, tais estudantes demandam mais FE para melhor se desempenharem, mesmo considerando que as correlações entre os desempenhos médio e baixo em matemática e ano escolar se mostraram também significativas. Em contraponto, na escola privada se observou o oposto, ou seja, o alto desempenho em matemática apresentou correlação mais forte com o ano escolar ($r_{pb} = 0,400$ e $p = 0,004$) do que com a memória de trabalho ($r_{pb} = 0,337$ e $p = 0,017$).

Tabela 6 – Correlações Ponto-Bisserial (r_{pb}) entre Redes de ensino, medidas de Desempenho em Matemática e as Medidas de FE

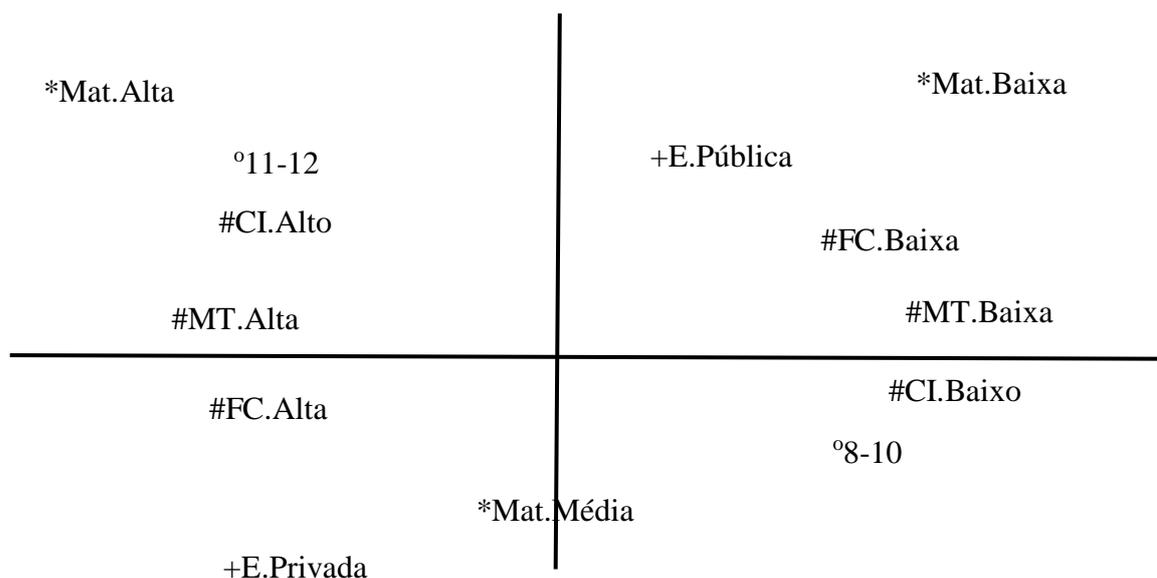
Ano Escolar e Desempenho		Pública			Privada		
Executivo		Mat. Alta	Mat. Média	Mat. Baixa	Mat. Alta	Mat. Média	Mat. Baixa
Ano Escolar	r_{pb}	,148	,284	-,404	,400	-,273	-,170
	p	,260	,028	,001	,004	,055	,238
MT	r_{pb}	,384	,334	-,621	,337	-,182	-,231
	p	,002	,009	,001	,017	,205	,106
CI	r_{pb}	,168	,117	-,240	,333	-,207	-,178
	p	,199	,375	,064	,018	,149	,215
FC	r_{pb}	,099	,178	-,258	,253	-,155	-,140
	p	,452	,174	,047	,076	,282	,331

Fonte: A autora

Objetivando verificar de uma forma integrada e estruturada as relações de interdependência entre os níveis de desempenho em matemática e os diferentes componentes das FE, em função das faixas etárias e das duas redes de ensino, foi computada uma análise multivariada de homogeneidade (Homals), que é um método que visa identificar estas inter-relações em um espaço multidimensional. De fato a análise de homogeneidade ou análise de correspondência múltipla é uma técnica multivariada que tem duas finalidades básicas: redução de dimensionalidade e análise estrutural. A partir da observação do posicionamento relativo dos grupos em análise (ver Figura 1) verificou-se, como já apontavam as correlações, proximidade entre os melhores desempenhos executivos e melhores desempenhos em matemática, especialmente considerando o componente CI, revelando uma clara distinção entre o lado direito (baixos desempenhos) e o lado esquerdo (altos desempenhos).

Verifica-se que as idades mais altas (11 e 12) estão mais próximas do melhor desempenho em matemática, enquanto que as idades mais baixas (8 a 10), apesar de estarem representadas no lado no qual se localiza o baixo desempenho em matemática, estão mais distantes deste, revelando maior proximidade com o desempenho médio em matemática e os baixos desempenhos em FE. Além disso, verifica-se que a FC alta associa-se à escola particular e a baixa à pública, revelando uma interessante e ainda não explorada relação, discutida, assim como os demais resultados, na próxima secção.

Figura 2– Análise Homals da interação entre os níveis de Desempenho em Matemática e em FE, Idades e Redes de ensino



Legenda: níveis de desempenho em matemática (“*” baixo, médio e alto) e em FE (“#” baixo e alto), idades (“°” 8-10 e 11-12 anos) e redes de ensino (“+” pública e privada). Fonte: A autora

Discussão e Conclusão

Este estudo objetivou avaliar o impacto das FE sobre distintos níveis de desempenho em matemática de estudantes entre 8 e 12 anos de idade, analisando a influência da variável desenvolvimento, avaliada a partir da idade, e de fatores ambientais, aqui em foco o ano escolar e a rede de ensino, nestes desempenhos. Levando em consideração os achados deste estudo, ainda não explorados pela literatura disponível na área, é possível realizar importantes inferências.

Compreende-se a partir dos resultados observados que na determinação dos níveis de desempenho em matemática a memória de trabalho, a flexibilidade cognitiva e o controle inibitório são cruciais, ou seja, indivíduos com estes componentes altos tendem a apresentar melhor desempenho em matemática, assim como estudantes com baixo desempenho nessas funções provavelmente apresentarão baixo desempenho em matemática, corroborando nossa hipótese de que crianças com bom funcionamento executivo tendem a apresentar bom desempenho matemático escolar. Além disso, ressalta-se que é possível observar que para baixos acréscimos nos níveis de matemática, ou seja, para o avanço do baixo para o médio e do médio para o alto desempenhos, demanda-se um significativo acréscimo em MT. Já um significativo acréscimo em FC e CI é necessário para altos avanços nos níveis de matemática, sendo demandado para *upgrades* do baixo para o alto desempenho. Logo, compreende-se que os três componentes, a sua forma e tempo, são relevantes na determinação dos níveis de desempenho em matemática.

As correlações significativas entre idade e desempenho nos três componentes executivos básicos revelam importantes características do desenvolvimento destas funções, tão caras a um eficiente desempenho em matemática. Tais resultados apontam para o curso do desenvolvimento das FE com o avançar da idade, que tem, de acordo com o que já apresentava Vasconcelos (2008), marcos importantes entre os 8 e 12 anos. Um resultado ainda não conhecido é o de que o controle inibitório é o componente que mais se desenvolve durante essa faixa etária. Logo, a diferença entre o CI de uma criança de 8 e de outra de 12 é significativa.

Destacou-se também que a FC é a função que menos se desenvolve neste período, corroborando com o estudo de Anderson (2008), que destaca esta como a última FE básica a se desenvolver plenamente. Pode-se inferir ainda que apesar de indivíduos com menor idade (8-10 anos) estarem, conforme a análise de Homals, em maior proximidade com o baixo desempenho em matemática e executivo, este resultado pode estar associado ao

desenvolvimento ainda inicial das FE, logo, a tendência é que com o desenvolvimento executivo, sinalizado pela maior idade, o desempenho em matemática seja facilitado.

As análises de correlação entre o desempenho em FE, o ano escolar e as redes de ensino revelaram ainda outros importantes resultados, indicando que o desempenho executivo de estudantes da escola privada é maior quando comparado aos de rede pública, assim como o é o desempenho em matemática. Voltando-nos agora para as variáveis que mais impactam sobre o desempenho em matemática temos a MT enquanto a que apresenta maior força de correlação, seguida do ano escolar.

Tratando-se das demais FE observou-se que, considerando o próprio ritmo de maturação desses componentes, já referido acima, o CI impacta mais sobre o alto desempenho do que a FC, tendo em vista que este tem maior desenvolvimento ao longo das idades avaliadas, diferentemente da FC, que apesar de ser uma relevante preditora do desempenho em matemática e mediar a relação entre CI e desempenho em matemática, impacta mais na determinação do baixo desempenho do que no alto, considerando a faixa etária em análise. Desse modo, a FC impacta mais entre os 8 e 12 anos estando em déficit do que desenvolvendo-se de forma típica. Podemos considerar que mesmo que um indivíduo aos 8 anos tenha um bom desempenho em matemática, sua FC ainda encontra-se distante da sua maturação final, logo, a baixa na FC é mais relevante neste caso para determinar o desempenho em matemática do que a alta.

Tratando-se da identificada distinção entre as duas redes de ensino, no que se refere ao desempenho executivo e em matemática, podemos enfatizar que os estudantes de escola pública demandam mais FE do que os de escola privada para melhor se desempenharem, mesmo considerando que as correlações entre os desempenhos médio e baixo em matemática e ano escolar se mostraram também significativos. Nesse contexto, pode-se compreender que tanto o desempenho executivo quanto fatores como a formação de professores, os materiais didáticos disponíveis e o rigor para a aprovação dos estudantes têm grande impacto sobre o desempenho neste componente curricular. Corroborando, Rodrigues e Gazire (2012) afirmam que os materiais didáticos e a formação de professores constituem um importante recurso que pode tornar as aulas de matemática mais dinâmicas e compreensíveis, facilitando o processo de aprendizagem.

Os resultados identificados indicam que estudantes com menor desempenho em matemática demandam maior funcionamento das FE para a resolução de atividades matemáticas, em comparação com os que apresentam melhor desempenho, podendo esta diferença ser atribuída ao estabelecimento durante o ensino de estratégias de resolução mais

eficientes por parte dos participantes com melhor desempenho, ou seja, dos estudantes da escola privada. Tal resultado corrobora a literatura, tendo em vista que afirma-se que as FE são mecanismos demandados especialmente durante a execução de tarefas cognitivas nas quais existe um maior nível de ineditismo (DESOETE; WEERDT, 2013; MALLOY-DINIZ et al., 2014), sendo as tarefas cognitivas habituais as que exigem mais “atalhos mentais” ou heurísticas do que FE.

Nesse sentido, o estudante de escola particular, ao desenvolver durante as aulas um maior número de estratégias, ou mesmo mais eficientes estratégias para a resolução de questões matemáticas, não precisam de tão altas FE para se desempenharem de forma satisfatória, já que as táticas desenvolvidas não abrem tanto espaço para o inédito (elemento chave para a necessidade de “ativação” das FE). Além disso, a verificada associação entre FC alta e escola privada nos aponta que provavelmente o tipo de ensino oferecido fomenta, na resolução de questões matemáticas, a observância de diferentes perspectivas de análise, ou seja, de diferentes possibilidades de resolução, diminuindo os erros por perseveração na mesma estratégia. Revela-se, portanto, a importância de se atentar à qualidade do ensino ofertado nas escolas da rede pública, já que neste contexto demanda-se melhores FE para um bom desempenho em matemática, exigindo-se muito mais do estudante para um desempenho mediano.

Em suma, observa-se que tanto o desenvolvimento executivo quanto fatores ambientais, com foco aqui na rede de ensino, exercem importante influência sobre o desempenho em matemática, devendo ambos serem observados no desenvolvimento de políticas voltadas à aprendizagem matemática. Pode-se entender, portanto, que indivíduos com baixo desempenho em matemática apresentam baixa capacidade de autorregulação e auto eficácia, capacidades estas intimamente associadas à ativação das FE e também resultantes dos fatores ambientais facilitadores ou não do desenvolvimento. Sugere-se que futuras pesquisas avaliem indivíduos com idades acima de 12 anos, no intuito de verificar melhor o curso de desenvolvimento da flexibilidade cognitiva e o impacto da maturação deste componente sobre o desempenho em matemática.

5.3 BAIXO DESEMPENHO EXECUTIVO E DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM MATEMÁTICA: ASSOCIAÇÕES POSSÍVEIS

Resumo: Considerando a associação entre Funções Executivas (FE) e desempenho em matemática, objetivou-se analisar a baixa performance executiva – que impacta o funcionamento pessoal, social e educacional do indivíduo–, e suas associações com este desempenho e com aspectos sociodemográficos em escolares de 8 a 12 anos. Foram avaliados 110 participantes a partir dos instrumentos MEEM, Coruja-PROMAT, NEUPSILIN, FDT e Questionário Sociodemográfico. As análises estatísticas empreendidas indicaram que o baixo desempenho executivo exerce influência sobre o desempenho em matemática, especialmente considerando-se a memória de trabalho e a flexibilidade cognitiva. As variáveis sexo, renda familiar e idade dos pais não apresentaram relação com a apresentação do baixo desempenho executivo. Em contraponto, os aspectos sociodemográficos turno escolar e escolaridade dos pais se demonstraram relacionados à baixa performance executiva, especialmente nos estudantes de escola pública, revelando a importância da atenção a estes fatores.

Palavras chaves: Funções executivas. Desempenho matemático. Disfunções. Fatores sociodemográficos.

Abstract: Considering the association between Executive Functions (FE) and performance in mathematics, the objective was to analyze the low executive performance – which impacts the individual's personal, social and educational functioning–, and its associations with this performance and with sociodemographic aspects in students aged 8 to 12 years. 110 participants were evaluated using the MMSE, Coruja PROMAT, NEUPSILIN-INF, FDT and a Sociodemographic Questionnaire instruments. The statistical analyzes undertaken indicated that executive low accomplishment have an influence on performance in mathematics, especially considering working memory and cognitive flexibility. The variables gender, family income and parents' age were not related to the presentation of low executive performance. In contrast, the sociodemographic aspects of the school shift and parents' education were shown to be related to executive performance, especially among public school students, revealing the importance of attention to these factors.

Keywords: Executive functions. Mathematical performance. Dysfunctions. Sociodemographic factors.

O Conhecimento Matemático e as Dificuldades de Aprendizagem

Uma área de fundamental importância em todos os sistemas de ensino é a matemática, na medida em que esta foi e continua sendo parte indispensável do conjunto das matérias escolares há séculos. Conforme Oliveira, Negreiros e Neves (2015) a matemática é uma das ciências mais antigas e de caráter obrigatório durante vários anos de escolaridade. Nesse contexto, segundo Costa (2016), são inúmeros os temas específicos da matemática, existindo na atualidade em torno de 70 conteúdos distintos. Tratando-se destes conteúdos o autor destaca nove dentre os mais explorados no ambiente escolar, sendo estes: os conceitos básicos, contagem, números, álgebra, operações fundamentais, conjuntos, frações, funções e geometria.

Consente-se que a construção do conhecimento matemático ocorre lenta e gradualmente, iniciando a partir dos conhecimentos concretos e progredindo para conhecimentos específicos abstratos e gerais. É também aceito que as competências matemáticas incluem subcompetências como a concepção de sistema numérico, de cálculo, estimativa, resolução de problemas e conceitos geométricos e de medida (LOPES; BUENO, 2014). O letramento em matemática envolve, portanto, a capacidade de formular, empregar e interpretar a matemática nos mais diversos contextos, referindo-se a habilidade de raciocinar matematicamente e utilizar conceitos, procedimentos, fatos e ferramentas matemáticas para descrever, explicar e prever fenômenos (OCDE, 2016).

Oliveira, Negreiros e Neves (2015) destacam que a matemática é considerada uma linguagem absoluta e a chave para o progresso, exercendo um importante papel de seleção social e no desenvolvimento das demais ciências. D'Ambrósio (2009) afirma que a matemática é um filtro social e cultural, de modo que é sobre esta disciplina que incide mais intensamente a definição do êxito escolar nos concursos públicos, nas provas de seleção, dentre outros. Para Weinstein (2016), o domínio das habilidades matemáticas é essencial para as mais diversas situações da vida cotidiana, destarte, frequentemente as decisões que adotamos diariamente tomam por base informações numéricas, a exemplo da conferência de trocos e contas bancárias e da compreensão de dados estatísticos e notícias sobre economia.

Logo, deve-se reconhecer que a matemática tem a importante missão de formar indivíduos com capacidades de construir, engajar-se, refletir e julgar as contingências ambientais a fim de tomar as decisões mais acertadas possíveis. Entretanto, segundo Silva (2017), evidencia-se que o desempenho dos estudantes dos anos iniciais em matemática é precário, sendo o discurso das famílias, das professoras e os instrumentos de avaliação externa

a prova da defasagem da aprendizagem e das dificuldades dos estudantes brasileiros frente aos conteúdos mais elementares desse componente curricular.

Siqueira e Gurgel-Giannetti (2011) apontam que o bom desempenho escolar é indicativo de futuro sucesso social, todavia, desde o início do século, já havia a preocupação em se entender porque certas crianças tinham dificuldade em aprender e outras não. As autoras destacam que as pesquisas em educação têm mostrado que em torno de 15% a 20% das crianças no início da escolarização apresentam dificuldades de aprendizagem, sendo esta porcentagem ainda maior se forem analisados os primeiros seis anos de escolaridade.

Na atualidade o desempenho matemático escolar vem chamando a atenção de diversos profissionais, sendo tal ênfase na aprendizagem matemática relacionada ao fato de que esta é preocupante no Brasil, na medida em que as principais avaliações de aprendizagem nacionais e internacionais demonstram que crianças e adolescentes apresentam médias de rendimento inferiores às metas nacionais, bem como inferiores às médias de países subdesenvolvidos. Nesse contexto, podemos falar das dificuldades de aprendizagem (DA) que, segundo Passos, Cazella, Araman e Grossi (2011), são alterações no processo de desenvolvimento que podem afetar a linguagem, a leitura, a escrita e o raciocínio matemático, sendo as crianças afetadas pelas DA portadoras de uma ampla variedade de problemas relacionados aos comportamentos, ao humor e ao desempenho acadêmico, podendo apresentar problemas tanto em casa como na escola, modificando a forma com que interagem com o meio que as cerca. Os autores enfatizam que as DA são, na maioria dos casos, identificadas no contexto escolar, gerando frustrações e desmotivação.

Conforme Garcia (1998), as DA se relacionam a retardamentos, transtornos ou desenvolvimentos lentos de um ou mais processos da fala, da linguagem, leitura, escrita, aritmética ou outras áreas escolares, podendo ocorrer devido a disfunções cerebrais, alterações emocionais ou de conduta. Quanto a causalidade das dificuldades de aprendizagem, Smith e Strick (2001) atentam para o fato de que antes supunha-se que as DA se deviam necessariamente a danos cerebrais, entretanto, atualmente se entende que a maioria das crianças com estas dificuldades não apresentam uma história pregressa de lesão cerebral, de modo que a causalidade advinda de lesões cerebrais não se aplica em todos os casos de DA.

Nesse contexto, as causas para a dificuldade na aprendizagem da matemática são as mais distintas, envolvendo funções cognitivas como a atenção, organização espacial, memória e linguagem, de maneira a se demandar pelo estabelecimento de relações entre as bases neurais e cognitivas necessárias à execução das atividades numéricas (RIBEIRO; SILVA; SANTOS, 2016). Corroborando, pode-se afirmar que a qualidade do funcionamento dos

processos cognitivos se relaciona a aprendizagem e a qualidade desta, especificamente na área da linguagem oral, da leitura, da escrita e da matemática.

Passos et al. (2011) ainda afirmam que fatores essenciais das DA podem envolver problemas em uma ou mais áreas acadêmicas, envolvimento processual e padrão desigual de desenvolvimento. Nesse contexto, questiona-se, por que estudantes brilhantes em outras matérias escolares, como português, história, biologia e geografia apresentam baixo desempenho matemático escolar? Por que algumas crianças têm dificuldades de resolver cálculos e equações matemáticas básicas? Ou mesmo, existem fatores específicos relacionados ao baixo desempenho matemático escolar?

Destacamos, nesse sentido, que diversos pesquisadores vêm estudado a aprendizagem matemática sob diferentes enfoques. No campo da Psicologia Cognitiva, pesquisas brasileiras relacionadas a matemática extra escolar ganharam destaque mundial ao procurarem compreender a relação entre as diversas formas de saber matemático e as significações sobre esta matéria (CARRAHER; CARRAHER; SCHLIEMANN, 1982; LINS, 2005). Internacionalmente, alguns autores centraram-se nas análises relacionadas a percepção de estudantes sobre a matemática, os professores e as aulas de matemática (BORTHWICK, 2002; PICKER; BERRY, 2002). Sob a ótica da Neuropsicologia, destacam-se pesquisas enfatizando as relações entre desempenho matemático e lesões, transtornos e habilidades cognitivas (DESOETE; WEERDT, 2013; SZUCS; DEVINE; SOLTESZ; NOBES; GABRIEL, 2013).

Portanto, levando em consideração a diversidade de abordagens da aprendizagem matemática, enfatizamos que para compreendê-la, assim como para compreendermos as dificuldades relacionadas a esta, não é possível reduzir toda a sua complexidade a um fator condicionante. Corroborando com Oliveira, Negreiros e Neves (2015), destacamos que o desempenho matemático depende de condicionantes internos e externos, tais como o funcionamento cerebral, cognitivo, a língua falada, o estilo de aprendizagem e os fatores socioculturais e estilos de ensino. Nesse sentido, as Dificuldades de Aprendizagem em Matemática (DAM) também não apresentam causalidade única, sendo influenciadas por diversas variáveis.

Tratando-se das DAM, estas podem ser entendidas a partir de diversas óticas, sendo esta terminologia, conforme Vasconcelos (2008), utilizada ampla e generalizadamente. Sanchez (2004) enfatiza que estas dificuldades podem se manifestar no aspecto do desempenho cognitivo, levando o estudante a apresentar dificuldades na assimilação de noções básicas e princípios numéricos, na prática das operações básicas, na compreensão do

significado das operações, na resolução de problemas, e, de maneira geral, dificuldades na compreensão de problemas e no raciocinar matematicamente.

Sanchez (2004) afirma ainda que indivíduos com dificuldades de aprendizagem matemática não costumam alcançar às médias esperadas de acordo com a idade cronológica na qual estes se encontram, apresentando também prejuízos significativos em tarefas da vida diária que exigem habilidades matemáticas. Além das DAM, ressaltam-se também os Transtornos de Aprendizagem Matemática (TAM), que são critérios médicos para as dificuldades de aprendizagem propostos pela Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID) e pelo Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5).

Conforme o DSM-5 (2014) os transtornos relacionados a aprendizagem matemática estão inseridos na categoria “Perturbação da Aprendizagem Específica”, sendo caracterizados por déficits nas noções de sentido numérico, na memorização de fatos aritméticos, dificuldades na realização de cálculos precisos ou fluentes e raciocínio matemático impreciso. Várias habilidades como as linguísticas, relacionadas a compreensão e nomeação de termos, operações ou conceitos matemáticos; de atenção, atreladas a atenção necessária para copiar números ou cifras e observar sinais de operação; e as habilidades matemáticas, relacionadas ao dar sequência às etapas matemáticas, contar objetos e aprender tabuadas de multiplicação são prejudicadas (SANCHEZ, 2004).

Destacam-se, nesse contexto, os chamados distúrbios em matemática, sendo estes a acalculia, causada por disfunções no sistema nervoso ou lesões cerebrais, caracterizando o indivíduo pela perda da capacidade de executar cálculos; e a discalculia, desordem estrutural da maturação das capacidades matemáticas na qual o indivíduo apresenta dificuldades em aprender (BASTOS, 2008). Nos centraremos neste estudo nas dificuldades de aprendizagem matemática às quais podem ser atribuídas múltiplas causalidades. Enfatizaremos a investigação a respeito da aprendizagem matemática sob o enfoque da Psicologia Cognitiva, levando-se em consideração especificamente as Funções Executivas. Nesse sentido, as relações entre as disfunções executivas e o desempenho matemático escolar serão discutidas na próxima seção.

Baixa Performance Executiva e Desempenho Matemático

A Psicologia Cognitiva vem se interessando especialmente pelos componentes da sequência evolutiva da competência matemática, centrando-se nas elaborações sobre números, operações de cálculos e resolução de problemas matemáticos (CAMPANUDO, 2009). Nesse

sentido, Hazin, Lautert, Garcia e Gomes (2009) afirmam que a identificação e o esclarecimento acerca das alterações cognitivas em crianças que apresentam dificuldades de aprendizagem em matemática auxiliam na tomada de decisões cruciais no contexto escolar, possibilitando o direcionamento de planos de ensino que considerem suas particularidades e favoreçam a redução destas dificuldades. Entretanto, segundo Hazin, Lautert e Garcia (2011), apesar da reconhecida relevância da matemática nas atividades escolares e extraescolares dos sujeitos ainda é grande a escassez de estudos neurocientíficos no terreno das habilidades matemáticas.

Nesse ínterim, compreendemos a habilidade matemática, conforme afirma Campanudo (2009), enquanto uma função cognitiva complexa cuja execução requer a colaboração de certo número de componentes que interagem entre si, sendo as habilidades executivas um desses fatores influenciadores do desempenho em matemática. Pesquisas atuais vêm explorando as relações entre FE e suas contribuições para a aprendizagem, havendo associações entre estas habilidades e o sucesso acadêmico em leitura e aritmética (SANTANA; MELO; MINERVINO, 2019).

Entretanto, segundo Santos (2018), a investigação das habilidades executivas vem sendo realizada apenas em populações clínicas, o que não permite generalizações para crianças que apresentam desenvolvimento típico. Conforme Malloy-Diniz et al. (2014), mesmo em se tratando de populações não clínicas o desenvolvimento inicial de algumas FE parece estar diretamente relacionado ao sucesso em diversas áreas da vida. Nesse sentido, demandam-se por mais investigações que relacionem a baixa performance executiva e o processo de aprendizagem, em especial a aprendizagem matemática escolar em crianças, já que a literatura atual ainda não apresenta dados conclusivos a este respeito.

O início dos estudos sobre as disfunções executivas coincide com o próprio começo das pesquisas relacionadas a localização dos correlatos neurais da FE, que segundo Kluwe-Schiavon et al. (2012), ocorreu a partir das observações de pacientes com lesões pré-frontais que apresentavam alterações comportamentais e dificuldades de engajamento em tarefas que exigiam auto regulação. Os autores afirmam que pacientes com lesões na área pré-frontal do cérebro apresentavam dificuldades relacionadas ao autocontrole e a atenção direcionada, sendo estas características posteriormente denominadas de “síndrome disexecutiva”.

Entretanto, o bom desempenho das Funções Executivas não implica que o indivíduo apenas apresente domínios anatômicos categoriais intactos e em perfeita condição, mas que estes funcionem de maneira adaptativa, o que por vezes não ocorre, gerando as chamadas

disfunções executivas (SOUZA; MOLL; IGNÁCIO; MOLL, 2008). Afirma-se que o ritmo lento, a dependência de estimulação ambiental, e a dependência de uma variedade de habilidades cognitivas tornam o desenvolvimento executivo extremamente vulnerável à disfunção (GARON et al. 2008). Tal performance insatisfatória nas FE conduz a prejuízos significativos que impactam o funcionamento pessoal, social e educacional do indivíduo em diferentes âmbitos.

Segundo Vasconcelos (2008), quando os cientistas se referem às disfunções executivas estes estão tratando de todas as patologias que incidem no sistema nervoso central, em especial as ligadas ao córtex frontal. Para Luria (1981) alterações nos lobos frontais perturbam toda uma gama de ativações corticais superiores relacionadas a formação de planos e intenções estáveis que controlam o comportamento consciente do indivíduo. O autor destaca ainda que um distúrbio da função desses lobos pode levar a desintegração de programas complexos de atividade e a perda da ação reguladora do comportamento.

Corroborando, Goldberg (2002) aponta que nenhuma outra perda cognitiva pode afetar tanto o comportamento humano adaptativo quanto a perda das Funções Executivas. O comprometimento das habilidades executivas pode levar a alterações cognitivo-comportamentais relacionadas às dificuldades na seleção de informações relevantes, problemas de organização, distratibilidade, dificuldades na tomada de decisão, perseveração, dificuldades de abstração e de antecipação de consequências comportamentais (DIAS; MENESES; SEABRA, 2010). Indivíduos com baixo funcionamento executivo podem apresentar ainda raciocínio pobre, dificuldades relacionadas a capacidade de mudar mentalmente de foco, dificuldades para planejar, aprender com os erros, bem como podem apresentar comportamento social e moral inadequados (OLIVEIRA; NASCIMENTO, 2014).

De acordo com Gazzaniga, Ivry e Mangu (2006), o conceito de disfunção executiva engloba déficits ou baixo desempenho em um ou mais componentes das FE, sendo que indivíduos com tais disfunções apresentam inabilidades no controle dos impulsos, no monitoramento de comportamentos intencionais e no alcance de metas, demonstrando ainda comportamento verbal ou motor perseverativo (LEZAK, 1982, GAZZANINGA; IVRY; MANGU, 2006). Dificuldades associadas à memória de trabalho em crianças alteram as capacidades de processar informações e de integra-las, levando também a dificuldades em processos mais complexos, como seguir instruções mais elaboradas, podendo influenciar no não cumprimento de tarefas ou atividades até o final (LEÓN et al., 2013).

Prejuízos no controle inibitório são geralmente associados à impulsividade, existindo evidências de que no transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH) a principal

alteração cognitiva seja relacionada ao controle inibitório, já que indivíduos com TDAH apresentam comportamentos pautados pela baixa tolerância à espera, necessidade de recompensa imediata e déficits na autorregulação. Conforme afirma Diamond (2013), sem a atuação do controle inibitório nós estaríamos à mercê de impulsos, velhos hábitos de pensamento ou ação e/ou de estímulos do ambiente que nos puxam para cá ou para lá. Enquanto isso, déficits na flexibilidade cognitiva promovem a ocorrência de comportamentos de tipo perseverativo, ou seja, comportamentos que se repetem apesar da sua falta de eficácia aparente (LEÓN et al., 2013).

Corroborando, algumas pesquisas apontam que o baixo desempenho executivo pode estar relacionado a transtornos, deficiências, traumas e síndromes como o Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), a Síndrome de Tourette, a Síndrome de Rett, Dislexia, Síndromes de Williams e Down, Deficiência intelectual e Traumatismos cranianos (SANTANA; MELO; MINERVINO, 2019; GOLDBERG, 2001). Em geral, as dificuldades relacionadas ao funcionamento executivo podem comprometer o controle atencional, a adequação dos comportamentos, impactar a aprendizagem de novas informações e conteúdos e, conseqüentemente, influenciar no desempenho acadêmico das crianças (LEÓN et al., 2013).

Além disso, a baixa performance executiva se relaciona a problemas em processos psicológicos básicos como a atenção e a memória (ANDRADE; CARVALHO; ALVES; CIASCA, 2016), assim como demonstram-se presentes em indivíduos com dificuldades de aprendizagem. No que tange a estes últimos, destaca-se que os principais elementos avaliados em estudos que relacionaram as FE ao processo de aprendizagem são a Metacognição (SANTOS, 2017), as Dificuldades de leitura (SALLES; PAULA, 2016; CORSO et al, 2013; HOROWITZ-KRAUS; TORO-SEREY; DIFRANCESCO, 2015), de Escrita (DRIJBOOMS, 2015) e as Dificuldades de aprendizagem relacionadas a matemática (DESOETE; WEERDT, 2013; SZUCS; DEVINE; SOLTESZ; NOBES; GABRIEL, 2013), foco deste estudo.

Não foram localizadas pesquisas centradas especificamente na associação entre baixo desempenho executivo e dificuldades de aprendizagem relacionadas a matemática, existindo estudos que afirmam, ao avaliar a inibição e a MT, que tarefas de inibição e de memória de trabalho preveem dificuldades de aprendizado em matemática, mesmo acima do valor preditivo de habilidades matemáticas preparatórias (TOLL; VAN DER VEM; KROESBERGEN; VAN LUIT, 2011). Corroborando, Desoete e Weerdt (2013) também destacam a associação da MT com as dificuldades de aprendizagem matemática, todavia, a relação entre baixa FE e desempenho em matemática não foi até o momento diretamente

explorada. Além disso, a interação entre o baixo desempenho executivo e aspectos sociodemográficos também não foi explorada cientificamente, permanecendo os seguintes questionamentos: existe relação entre disfunções nas FE e baixo desempenho em matemática? O baixo funcionamento executivo é influenciado por fatores ambientais, como a renda e a escolaridade? Existiria ainda uma associação entre o sexo e a performance executiva?

O Estudo

Considerando a literatura disponível sobre o assunto, supramencionada, e as lacunas ainda verificadas neste campo de estudo, objetivou-se com este trabalho quantitativo avaliar a interação entre FE e desempenho em matemática em escolares de 8 a 12 anos considerando o baixo desempenho executivo e suas associações com aspectos sociodemográficos, sendo consideradas as variáveis sexo, turno escolar (horário de aula dos participantes), renda familiar, escolaridade e idade dos pais.

Método

Amostra, Instrumentos e Procedimentos são idênticos aos descritos na seção **Método Geral** deste trabalho. Objetivando comparar diferentes grupos por desempenho em matemática a amostra total de participantes foi distribuída em dois grupos, a saber: baixo e alto desempenhos em matemática, considerando a mediana para tal divisão. Além da distribuição dos participantes por níveis de desempenho em matemática, houve a criação de dois grupos com desempenhos baixo e alto em cada uma das FE, considerando para tal divisão a mediana dos escores nos testes NEUPSILIN-INF e FDT.

Nesse contexto, considerou-se com baixa performance executiva o participante que apresentou escore nos testes abaixo da mediana da amostra, o que não representa necessariamente a inclusão do indivíduo em um grupo clínico. Destaca-se que os grupos formados se revelaram significativamente diferentes do ponto de vista estatístico. Foram executadas análises estatísticas de correlação ponto-bisserials (r_{pb}) e Phi, assim como análises de regressão logística. Ressalta-se que o pré-requisito de ausência de multicolinearidade foi atendido (valores de tolerância maiores que $>0,1$ e de VIF <10) para a execução das regressões. Na próxima seção serão apresentados os resultados da análise empreendida.

Resultados

Os resultados das análises estatísticas empreendidas evidenciaram associações entre o baixo desempenho executivo, considerando os três componentes básicos, e baixo desempenho em matemática. A Tabela 1 apresenta correlações significativas entre os baixos desempenhos em matemática e em FE, sendo a correlação de maior magnitude estabelecida entre baixa memória de trabalho e baixo desempenho em matemática (Corr.=0,438 e $p<0,001$), seguida dos componentes flexibilidade cognitiva (Corr.=0,382 e $p<0,001$) e controle inibitório (Corr.=0,273 e $p<0,001$). Além da associação entre baixos desempenhos executivo e em matemática de maneira geral, observou-se correlações negativas entre o bom desempenho em todas as áreas específicas do desempenho em matemática avaliadas e a baixa nas FE⁶.

Nesse sentido, a ênfase recai novamente sobre a MT, componente que apresentou correlações de maior magnitude com as áreas de representação da magnitude numérica (Corr.= -0,480 e $p<0,001$), fato numérico (Corr.= -0,476 e $p<0,001$), resolução de problemas (Corr.= -0,475 e $p<0,001$) e tempo de resolução (Corr.= -0,360 e $p<0,001$). Além das correlações com a MT se destacaram as entre FC e fato numérico (Corr.= -0,401 e $p<0,001$), FC e tempo de resolução (Corr.= -0,391 e $p<0,001$) e entre o CI e as noções de fato numérico (Corr.= -0,341 e $p<0,001$), observadas na tabela abaixo.

Tabela 1– Correlações de Phi e Ponto-Bisseriais entre a medida de Baixo Desempenho em Matemática, Áreas da matemática e Baixo Desempenho Executivo

Matemática		MT Baixa	FC Baixa	CI Baixo
Baixo Desempenho Matemático	Corr. p	,438 ¹ ,001	,382 ¹ ,001	,273 ¹ ,004
Magnitude Numérica	Corr. p	-,480 ² ,001	-,384 ² ,001	-,314 ² ,001
Fato Numérico	Corr. p	-,476 ² ,001	-,401 ² ,001	-,341 ² ,001
Resolução de Problemas	Corr. p	-,475 ² ,001	-,371 ² ,001	-,242 ² ,011
Tempo de Resolução	Corr. p	-,360 ² ,001	-,391 ² ,001	-,248 ² ,001

Legenda: ¹ correlação de phi, ² correlação ponto-bisserial.

Fonte: A autora

A partir da realização de análises estatísticas de regressão logística, no intuito de verificar o valor preditivo da baixa nas FE sobre o desempenho em matemática, observou-se que os baixos desempenhos executivos nos três componentes separadamente (considerados como etapa 1) predizem parte da performance matemática, como é possível verificar na tabela

⁶ Ressalta-se que as correlações referentes ao grupo com alto desempenho executivo não foram adicionadas nas tabelas por serem o reflexo oposto (inverso) das correlações com o baixo desempenho.

2, abaixo. Observa-se que os três modelos apresentam uma porcentagem significativa de casos que se adequam a estes, com maior porcentagem de casos classificados de forma adequada pelo modelo com a MT (72,7%), seguido da FC (69,1%) e do CI (63,6%).

Tabela 2– Análises de Regressão Logística tendo consideradas como variáveis independentes cada FE separadamente e variável dependente o Desempenho em Matemática

MT. Etapa 1									
	B	S.E	Wald	P	V. log-2	% certa	R² Nagel.	R² Cox & Snell	ExpB
MT. Baixa	1,962	,428	20,99	,001	128,9	72,7	,257	,193	7,111
Constante	,000	,214	,000	1,000					1,000
FC. Etapa 1									
	B	S.E	Wald	P	V. log-2	% certa	R² Nagel.	R² Cox & Snell	ExpB
FC. Baixa	1,609	,413	15,19	,001	136,0	69,1	,185	,139	4,997
Constante	,000	,206	,000	1,000					1,000
CI. Etapa 1									
	B	S.E	Wald	P	V. log-2	% certa	R² Nagel.	R² Cox & Snell	ExpB
CI. Baixo	1,119	,396	7,97	,005	144,2	63,6	,097	,073	3,062
Constante	-,560	,280	3,98	,046					,571

Legenda: p=significância; ExpB=razão de chances; MT=memória de trabalho; FC=flexibilidade cognitiva; CI= controle inibitório.

Fonte: A autora

Todavia, considerando um modelo de regressão logística (*forwardstepwise*) que inclui os três componentes juntos, por etapas, apresentado na tabela 3, verifica-se que mesmo adicionando o CI como primeiro passo este é excluído da equação, permanecendo a MT e a FC. Adicionando a FC como passo anterior á MT e esta como último passo se observa a permanência das duas FE, ainda com ênfase na MT. Nesse sentido, entende-se que o baixo desempenho em memória de trabalho ou mesmo a disfunção neste componente afeta significativamente o desempenho em matemática de estudantes. Considerando a razão de chances, observa-se que os sujeitos com baixa MT têm 7 vezes mais chances ($\text{Exp}(B)= 7,111$ e $p= 0,001$) de apresentarem baixo desempenho em matemática do que os que apresentam um bom desempenho em MT.

Tabela 3– Análise de Regressão Logística com ordem fixa tendo como variável dependente a Matemática e como independentes dois modelos estatísticos, tendo sempre a MT como terceiro passo

MODELOS									
	B	S.E	Wald	p	V. log-2	% certa	R² Nagel.	R² Cox & Snell	Exp B
Etapa 1: MT	1,962	,428	20,99	,001	128,9	72,7	,257	,193	7,11
Constante	,000	,214	,000	1,00					1,00
Etapa 2: FC	1,301	,448	8,453	,004	,254	72,7	,339	,254	3,67
MT	1,724	,448	14,83	,001					
Constante	,000	,223	,000	1,00					1,00

Legenda: p=significância; Exp(B)=razão de chances; MT=memória de trabalho; FC=flexibilidade cognitiva; CI= controle inibitório. Fonte: A autora

Considerando a influência da baixa performance executiva na determinação do desempenho em matemática, já identificada, cabe-nos explorar as relações destas baixas nas FE com algumas variáveis específicas ainda não analisadas em estudos anteriores ou sobre as quais não há consenso, a exemplo da variável sexo. Tratando-se desta última, verifica-se que o sexo não prediz baixo desempenho executivo em nenhum dos componentes, apresentando níveis de significância maiores que 0,05. O mesmo é possível inferir a respeito da renda familiar e da idade do responsável, que não apresentaram correlação com nenhum dos componentes da tríade executiva (ver tabela 4). Em contraponto, a variável escolaridade dos pais se encontra correlacionada com o baixo desempenho em FC, revelando que os pais e, em específico, os com maior nível de escolaridade exercem influência sobre o desempenho em FC e, conseqüentemente em matemática.

Tabela 4– Correlações de Phi e Ponto-Bisserials entre Baixos Desempenhos Executivos e Variáveis Sociodemográficas

Componentes Executivos		Sociodemográficas					
		T. Integral E. Pública	T. Integral Geral	Idade Resp.	Renda	Escolaridade Geral	Sexo
MT. Baixa	Corr.	-,331¹	-,162 ¹	,078 ²	,190 ²	,087 ²	,036 ¹
	p	,010	,092	,489	,083	,434	,706
FC. Baixa	Corr.	,031 ¹	-,063 ¹	-,071 ²	,204 ²	-,244²	,073 ¹
	p	,814 ¹	,512	,529	,063	,026	,450
CI. Baixo	Corr.	,135 ¹	,063 ¹	,089 ²	,008 ²	,017 ²	,036 ¹
	p	,304	,512	,430	,944	,882	,706

Legenda: ¹ correlação de phi, ² correlação ponto-bisserial.

Fonte: A autora

A variável turno, especificamente turno integral, não apresentou correlação com o baixo desempenho executivo, considerando-se as duas redes de ensino em conjunto. No entanto, analisando as redes de ensino separadamente, observou-se correlação negativa significativa entre baixa MT e turno integral (Corr. = -,331 e $p < 0,010$) nos estudantes de escola pública. Destacando-se que os únicos estudantes de turno integral eram os de escola pública, tal correlação deve ser considerada importantíssima, tendo em vista que a amostra de participantes que estudam em turno integral é mínima, correspondendo a 9% do total e a 16% da amostra de estudantes de escola pública, mas, mesmo assim, identificou-se uma correlação significativa, melhor discutida na próxima seção.

Discussão e Conclusão

O objetivo deste estudo foi o de avaliar a interação entre FE e desempenho em matemática em escolares entre 8 e 12 anos considerando o baixo desempenho executivo e

suas associações com aspectos sociodemográficos. Nesse sentido, evidenciou-se uma interação significativa entre o baixo desempenho executivo e o baixo desempenho em matemática, especialmente no tocante ao componente memória de trabalho. Logo, entende-se que este componente é essencial à compreensão de cálculos matemáticos e que a sua baixa performance implica em dificuldades no relacionamento mental das informações, resultando em baixos desempenhos acadêmicos.

Especificamente, evidenciou-se que a baixa performance na MT representa dificuldades dos estudantes em todas as áreas da matemática avaliadas neste estudo, causando impactos nas habilidades de comparar quantidades numéricas não simbólicas, de combinar operações básicas, e de resolver problemas orais e escritos, o que implica no desconhecimento da construção semântica e das relações matemáticas. Considerando que MT é uma função necessária ao ordenamento de informações, à tradução de instruções em planos de ação e à incorporação de novas informações (DIAMOND, 2013), o baixo desempenho em MT prejudica o estudante nas tarefas matemáticas que exigem a compreensão e o ordenamento de mais de uma operação matemática, a exemplo do uso da adição e da multiplicação no contexto de um problema, tornando o seu desempenho dificilmente satisfatório.

Além da MT, destacaram-se associações dos baixos FC e CI com o desempenho em matemática. Desse modo, temos que dificuldades na alteração de estratégias (FC) e no controle de impulsos (CI) prejudicam o desempenho em matemática, levando a perseveração nos erros e às dificuldades de concentração nos objetivos propostos nos problemas matemáticos. Ressalta-se que estes componentes apresentaram correlações negativas de maior magnitude com as habilidades de comparar quantidades e com o tempo de resolução, o que significa que estudantes com baixo desempenho em FC e em CI apresentam dificuldades na execução rápida e eficiente de atividades matemáticas básicas, que implicam nas capacidades de ordenar objetos, reconhecer a quantidade de pontos em um conjunto e até mesmo de enumerar.

Considerando as análises estatísticas de regressão, evidenciou-se que a baixa em cada componente executivo prevê determinada parcela do baixo desempenho em matemática, novamente, e em consonância com o apresentado no **Artigo 1**, com ênfase no valor preditivo da MT, seguida da FC e do CI. Assim, corrobora-se com León et al. (2013), na medida em que a baixa no desempenho executivo compromete os processos atencionais e de adequação comportamental, implicando em um impacto negativo sobre a aquisição da aprendizagem e a resolução de problemas, influenciando no desempenho acadêmico.

No entanto, ao levar em consideração os três componentes juntos se observa uma queda da importância do baixo CI na determinação do baixo desempenho em matemática. Em contraponto, a FC, mesmo considerando os três componentes juntos, permanece determinando o desempenho neste componente curricular, ressaltando-se a importância de uma mente estratégica e flexível para um eficiente cálculo matemático. Nesse sentido Hazin, Lautert, Garcia e Gomes (2009) afirmam que crianças com altas habilidades/superdotação detêm habilidades cognitivas específicas que repercutem diretamente no bom desempenho matemático escolar, sendo estas a memória verbal e a flexibilidade cognitiva. Desse modo, ao analisar o outro extremo, o presente estudo enfatiza que a baixa capacidade de elaborar estratégias nunca antes pensadas e de flexibilizar o pensamento para permitir uma adaptação aos novos desafios leva a um desempenho matemático insatisfatório.

Assim, temos, de forma semelhante ao que ocorre com o desempenho geral (**Artigo 1/ subsecção 5.1**), uma predominância da baixa MT na determinação do baixo desempenho em matemática. Nesse sentido, entende-se que o baixo desempenho em memória de trabalho ou mesmo a disfunção neste componente afeta significativamente o desempenho em matemática de estudantes, sendo, conforme afirmam Desoete e Weerdt (2013), o desempenho insatisfatório neste componente associado a prejuízos em tarefas de matemática. Nesse interim, Simmons, Willis e Adams (2012) enfatizam que a MT tem relação direta com habilidades primitivas de matemática e com a escrita numérica, sendo essencial a um desempenho regular.

Tratando-se da associação entre a baixa performance executiva e algumas variáveis específicas, destaca-se a interação entre FE e sexo, já explorada em estudos anteriores, porém sobre a qual não há consenso. As pesquisas disponíveis que tratam da temática diferem quanto a existência ou não de diferenças no desempenho em FE conforme o sexo. Ferreira, Zanini e Seabra (2015), por exemplo, destacam que na pesquisa empreendida por eles não são observadas diferenças significativas entre meninos e meninas no desempenho executivo, todavia, citam que em estudos internacionais essa diferença foi observada, não havendo consenso se são as meninas ou os meninos os que melhor se desempenham em tarefas que avaliam FE. No que se refere a este estudo, evidenciou-se que o sexo não prediz o baixo desempenho executivo em nenhum dos componentes, assim como a renda familiar e a idade do responsável. Além disso, destaca-se que assim como o sexo não é significativo na determinação do funcionamento executivo também não o é na determinação do desempenho em matemática, reforçando mais ainda a conclusão de que o desempenho executivo associa-se ao desempenho em matemática.

Em contraponto, a escolaridade dos pais se correlacionou especificamente com o baixo desempenho em FC, revelando que os pais com maior nível de escolaridade exercem influência sobre o desempenho em FC dos seus filhos e, conseqüentemente em matemática. No que tange a este fator sociodemográfico, estudos já identificam que a estrutura educacional da família exerce influência sobre o nível educacional dos trabalhadores (REIS; RAMOS, 2011) e sobre o desempenho de candidatos no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) (SILVA; MOTA; LIMA; QUEIROZ; NORONHA, 2017), no entanto, ainda não havia dados referentes a influência da escolaridade dos pais sobre o desempenho executivo.

Nesse sentido, entende-se que pais com maior nível de escolaridade influenciam positivamente no desenvolvimento executivo de seus filhos, especificamente no desempenho em FC. Tal resultado pode associar-se ao estímulo e à ajuda fornecida pelos pais na resolução de problemas e na identificação de estratégias alternativas quando o plano inicial do estudante não é bem sucedido. Corroborando, Guerreiro-Casanova et al. (2011), enfatizam que estudantes provenientes de famílias com melhores recursos educacionais vivenciam ambientes que estimulam a crença de auto eficácia acadêmica, o que possibilita experiências mais enriquecedoras de ensino, ampliando possibilidades e abrindo espaço para o uso de novas estratégias.

Além da influência da escolaridade dos pais na determinação do baixo e do alto desempenho executivo e, conseqüentemente, do baixo e do alto desempenho em matemática, ressaltamos a variável turno integral, que apesar do reduzido número amostral se revelou relevante, especificamente na determinação da baixa MT, componente extremamente significativo nesse contexto. Logo, pode-se entender deste resultado que estudantes de turno integral têm melhor desenvolvimento da MT, importante facilitadora do processo de aprendizagem matemática, já que permite a manipulação de ideias durante a operacionalização de tarefas cognitivas.

Cavaliere (2007), tratando da proposta das escolas de turno integral, destaca o chamado "efeito escola", que tem explicado grandes diferenças no desempenho de alunos. Diante dos diversos fatores que causam o efeito escola, o tempo é um dos mais consistentes nas pesquisas, que vêm demonstrando que não há uma associação automática e direta entre mais tempo e melhor desempenho ou vice-versa, mas que constata que a maior duração do tempo letivo apresenta alta incidência de relações positivas com o rendimento acadêmico dos estudantes.

Nesse sentido, considerando a relevância do turno integral sobre o desempenho em MT constatada, bem como os dados de pesquisas supracitados, que apontam a associação

entre tempo na escola e melhor desempenho acadêmico, demanda-se pela maior consideração deste fator em estudos subsequentes e em políticas públicas. Em consonância com Cavaliere (2007), é preciso repensar e fortalecer a função da escola a partir de melhores condições de estudo, do enriquecimento das atividades escolares e das condições adequadas de estudo e trabalho para estudantes e professores, o que poderá representar crescimento na qualidade do trabalho educativo. Conforme Santiago e Santiago (2016), podemos considerar que o Programa Educação em Tempo Integral é um projeto que almeja e que pode alcançar o sucesso da educação no país, porém, ainda se evidencia a necessidade de significativos avanços no que se refere à melhoria na infraestrutura das escolas e à qualificação profissional do corpo docente.

Em suma, indica-se, a partir dos resultados verificados, que a baixa performance executiva é relevante na determinação do baixo desempenho em matemática em todas as áreas avaliadas neste estudo, assim como o são os fatores sociodemográficos escolaridade dos pais e turno integral, que ao influenciarem no desempenho executivo refletem na eficiência dos estudantes na resolução de tarefas matemáticas que envolvem a ordinalidade, a interação de operações básicas, a representação da magnitude numérica e a noção de fato numérico. Destaca-se que este estudo apresentou limitações especificamente relacionadas ao tamanho amostral de estudantes de turno integral, demandando que estudos posteriores explorem especialmente as relações entre desempenho executivo e tempo de permanência na escola.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entende-se que as habilidades executivas permitem ao indivíduo interagir com o mundo de forma mais adaptativa, sendo, portanto, fundamentais para o direcionamento e regulação de várias habilidades intelectuais, emocionais e sociais. Segundo León et al. (2013) atividades tais como cozinhar, fazer compras e ir à escola exigem dos indivíduos o funcionamento das FE para se tornarem eficientes. Nesse sentido, Blair (2007) afirma que as FE cada vez mais despertam o interesse por parte dos pesquisadores do desenvolvimento infantil, na medida em que estas habilidades cognitivas representam um importante indicador geral da saúde e do bem-estar da criança e, em especial, da sua autorregulação, aspecto crucial à aprendizagem.

Tratando-se deste processo, a literatura atual já aponta fortes relações entre FE e aprendizagem, no entanto, ainda não especifica tão claramente as nuances desta relação (BULL; SCERIF, 2001). No campo da matemática, foco deste estudo, as FE são consideradas importantes habilidades para um bom aproveitamento acadêmico, todavia, ainda são poucas e inconclusivas as pesquisas disponíveis nesta área de estudo, sendo, em sua maioria, pesquisas internacionais e centradas em um único componente executivo básico. Desse modo, os três estudos aqui apresentados exploraram, a partir de um delineamento quase-experimental, as relações existentes entre os componentes das Funções Executivas – tríade executiva – e o desempenho matemático de escolares entre 8 e 12 anos de idade, identificando a magnitude da interação entre as FE básicas, o desempenho em matemática e fatores não-matemáticos.

Os resultados indicaram que os três componentes executivos – Memória de Trabalho (MT), Controle Inibitório (CI) e Flexibilidade Cognitiva (FC) – se apresentam significativamente correlacionados com o desempenho em matemática, corroborando à hipótese inicial (*a*) de que estudantes com bom funcionamento executivo tenderão a apresentar um eficiente desempenho matemático escolar. Estes achados demonstraram ainda que na determinação dos níveis de desempenho em matemática os três componentes executivos são preponderantes, de modo que indivíduos com altas habilidades executivas tendem a apresentar alto rendimento em matemática, assim como estudantes com baixa performance executiva tenderão ao baixo desempenho em matemática.

Revelou-se nas análises empreendidas que a MT é a função mais associada a este desempenho, como já previsto, no entanto, mesmo considerando o CI e a FC a Memória de Trabalho ainda se sobressaiu, apresentando um alto e significativo poder preditivo sobre o desempenho em matemática. Tal resultado vai de encontro a hipótese (*b*) de que algum dos

componentes das FE apresenta maior efeito preditivo para o desempenho matemático escolar do que os outros, sendo este claramente a MT. Portanto, atividades interventivas direcionadas ao desenvolvimento de habilidades matemáticas não podem negligenciar a relevância deste componente executivo, necessário a compreensão e a realização de qualquer cálculo matemático.

Outro resultado relevante, mas que ainda não havia sido revelado e nem sequer colocado sobre hipótese nos estudos disponíveis, é o referente ao componente FC, identificado como mediador da relação do CI com o desempenho em matemática, mesmo considerando a sua avaliação em indivíduos com este componente em fases iniciais de desenvolvimento. Revela-se, portanto, a grande importância de nos atermos a este ainda pouco explorado, porém relevante componente executivo, já que, conforme revisão de literatura empreendida por Santana, Roazzi, Melo, Mascarenhas e Souza (2019), esta é a FE menos estudada em sua relação com o desempenho em matemática.

Este estudo ainda apontou para o curso do desenvolvimento das FE com o avançar da idade, destacando, em consonância com Vasconcelos (2008), marcos importantes entre os 8 e 12 anos de idade. Corroborando à hipótese (*c*) deste trabalho, evidenciou-se, no que concerne ao desenvolvimento executivo, que o valor preditivo de alguns dos componentes executivos para o desempenho matemático escolar varia conforme a idade dos estudantes. Nesse sentido, destacou-se o CI como componente que apresenta maior salto no desenvolvimento ao longo das idades analisadas, sendo a diferença entre o CI de uma criança de 8 e de outra de 12 anos estatisticamente significativa. Além do CI, coube ênfase à FC, função que menos se desenvolve neste período, mas que mesmo não apresentando tão significativos saltos no desenvolvimento durante as idades em análise se demonstra preponderante para o desempenho em matemática.

Tais resultados mostram que cada uma das FE prevê, em acordo com o que afirmam Bull e Scerif (2001), variação única na capacidade matemática e, para além dessa constatação, destaca-se que cada uma das funções se relaciona ao desempenho em matemática em diversas áreas e juntas, mediadas umas pelas outras, como é o caso do CI, preveem uma importante variância no desempenho de escolares em matemática. Tratando-se especificamente das áreas da matemática, os componentes executivos conseguem prever variações nas habilidades de resolução de problemas orais e escritos, comparação de quantidades numéricas simbólicas e não simbólicas, e habilidades de resolução de operações aritméticas básicas, com ênfase novamente no papel da MT.

No que se refere a última hipótese levantada, a saber, a de que (*d*) o desempenho dos estudantes nos diferentes componentes das Funções Executivas apresenta relação com o tipo de escola, a escolaridade dos pais, o sexo e demais aspectos sócio demográficos, podemos afirmar que em parte foi validada, mas em outra não. No que se refere ao tipo de escola, evidenciou-se que existe diferença significativa no que tange ao desempenho executivo de estudantes de escola pública (menores desempenhos) e privada (maiores desempenhos). Verificou-se que os estudantes de escola pública demandam mais FE do que os de escola privada para se desempenharem de forma satisfatória, compreendendo-se que fatores ambientais associados a rede de ensino têm grande impacto sobre o desempenho executivo e em matemática.

Além disso, a escolaridade dos pais apresentou correlação negativa significativa com o baixo desempenho dos estudantes em FC, revelando a relevância de familiares com melhores recursos educacionais na determinação dos desempenhos executivo e em matemática dos estudantes. No entanto, no que tange à renda, ao sexo e aos demais aspectos sociodemográficos se observou não significativa influência, a exceção do turno escolar integral, que apresentou correlação com o desempenho executivo. Evidenciou-se, portanto, a partir dos resultados deste estudo, que o desenvolvimento executivo exerce importante influência sobre o desempenho em matemática, devendo ser observado no desenvolvimento de políticas voltadas à aprendizagem matemática. Para além desta constatação se destacou a relevância dos fatores ambientais como facilitadores ou não do desenvolvimento executivo.

Considerando a verificada validação das hipóteses levantadas, o profissional que trabalhe com crianças que apresentem baixo desempenho matemático escolar poderá enfatizar, no trabalho com estas, a estimulação dos componentes executivos básicos, que são fundamentais para o aprendizado da matemática, em especial a MT. Professores bem informados e cientes sobre o que são e para que fim se destinam as FE no contexto escolar podem ter uma outra perspectiva sobre o desempenho matemático de seus alunos, atentando-se para a necessidade de encaminhamentos para outros profissionais, bem como para o desenvolvimento de atividades que estimulem as FE básicas.

Além disso, o reconhecimento das relações estabelecidas entre FE e desempenho em matemática pode auxiliar profissionais na compreensão, por exemplo, da ocorrência do baixo desempenho matemático em escolares com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), já que este transtorno é identificado enquanto tendo relação com a ativação do córtex pré-frontal, principal área cerebral relacionada ao funcionamento executivo básico (CAPOVILLA; ASSEF; COZZA, 2007). Ressalvamos que o desempenho matemático escolar

envolve diversas outras variáveis, como o contexto social, as metodologias de ensino, a qualidade da escola, os livros didáticos, bem como a relação professor-aluno, de modo que podemos afirmar que este se trata de um fenômeno complexo e multifacetado. Logo, não pretendíamos chegar com este estudo à resposta final para a problemática do desempenho matemático escolar, mas verificar fatores influenciadores desse desempenho que, quando identificados, assim como fora feito, são úteis no desenvolvimento de ações interventivas.

Apesar das limitações em função dos recursos e do tempo de execução do presente trabalho, pode-se afirmar que de maneira geral seus objetivos foram atingidos e que seus achados são relevantes para a área da Educação Matemática e da Psicologia Cognitiva. Ressalta-se em especial que o instrumento de avaliação do desempenho em matemática, Coruja PROMAT (WEINSTEIN, 2016), por não apresentar tabelas normativas que permitissem identificar um limiar preciso do médio e do baixo desempenhos em matemática foi uma importante limitação do estudo e do instrumento que podem ser melhorados. Sugere-se que futuras pesquisas possam expandir os achados deste trabalho e preencher suas lacunas, avaliando as influências das FE sobre o desempenho matemático em outras áreas tais como a álgebra, não avaliada neste estudo tendo em vista as características da amostra. Destaca-se também a necessidade de um estudo mais aprofundado sobre as influências do turno integral sobre o desempenho executivo e em matemática, tendo em vista esta ser uma tendência educacional nos dias atuais. Indica-se a relevância de futuras pesquisas que avaliem indivíduos com idades acima de 12 anos, no intuito de verificar melhor o curso de desenvolvimento da flexibilidade cognitiva e o impacto da maturação deste componente sobre o desempenho em matemática, permitindo também a avaliação das demais funções.

Além disso, e por fim, destaca-se a demanda por pesquisas de tipo intervencional, que construam novos e validados protocolos de intervenção e que avaliem especificamente os resultados obtidos no desempenho matemático a partir de intervenções direcionadas às FE básicas. Nesse sentido, afirma-se, em consonância com Morton (2013), que ajudar na melhoria das Funções Executivas de crianças apresenta vários benefícios, de modo que programas de intervenção centrados no treinamento destas funções podem ser eficientes para melhorar o êxito escolar das crianças e suas competências socioemocionais, podendo levar a mudanças nos circuitos cerebrais e em todos os âmbitos da vida do indivíduo. Logo, conforme afirmam Munakata et al. (2013), melhorar o desempenho das FE a partir de programas desenvolvidos para potencializar a prontidão cognitiva e comportamental escolar pode auxiliar na melhoria do funcionamento executivo e do desempenho escolar dos indivíduos.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, P. **Assessment and development of executive function (EF) during childhood.** *Child Neuropsychology*, v. 8, n. 2, p. 71-82, 2002.
- ANDRADE, M. J; CARVALHO, M. C; ALVES, R. J. R; CIASCA, S. M. **Desempenho de escolares em testes de atenção e funções executivas: estudo comparativo.** *Revista Psicopedagogia*, v. 33, n. 101, p. 123-132, 2016. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862016000200002&lng=pt&nrm=iso. Acesso em 20 dez. 2019.
- ARGOLLO, N. **Avaliação Neuropsicológica da discalculia do desenvolvimento com o Nepsy II: avaliação neuropsicológica do desenvolvimento.** In: SENNYEY, A; CAPOVILLA, F. C; MONTIEL, J. M. (Orgs.). *Transtornos de Aprendizagem: da avaliação à reabilitação.* São Paulo: Artes Médicas, p. 115-124, 2008.
- BADDELEY, A. **Working memory.** *Current Biology*, v. 20, n. 4, p.136-140, 2010. DOI: 10.1016/j.cub.2009.12.014
- BARROS, P. M; HAZIN, I. **Avaliação das funções executivas na infância: revisão dos conceitos e instrumentos.** *Psicologia em Pesquisa*, v. 7, n. 1, p. 13-22, 2013. DOI: 10.5327/Z1982-1247201300010003
- BASTOS, J. A. **O cérebro e a matemática.** São Paulo: Edição do Autor, 2008.
- BLAIR, C; RAZZA, R.P. **Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten.** *Child Dev.*, v. 78, n. 2, p. 647-63, 2007. DOI: 10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x
- BORTHWICK, A. **What do the pupils think? pupils' perceptions of their mathematics lessons.** In: *Proceedings of the 26th Annual International Conference of Psychology of Mathematics Education.* Bergen: Norway, v. 4, p. 217-224, 2002.
- BULL, R.; LEE, K. **Executive functioning and mathematics achievement.** *Child Development Perspectives*, v. 8, n. 1, p. 36-41, 2014. DOI: 10.1111/cdep.12059
- BULL, R; SCERIF, G. **Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory.** *Developmental Neuropsychology*, v. 19, n° 3, p. 273-293, 2001. DOI: 10.1207/S15326942DN1903_3
- CAMPANUDO, M. J. O. **Representações dos professores sobre dificuldades aprendizagem específicas: leitura, escrita e cálculo.** 2009. Dissertação (Mestrado em Psicologia da Educação e Intervenção Comunitária) - Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2009.
- CAPOVILLA, A.G.S; ASSEF, E.C.S; COZZA, H.F.P. **Avaliação neuropsicológica das funções executivas e relação com desatenção e hiperatividade.** *Avaliação Psicológica*, v.6, n° 1, p. 51-60, 2007. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-04712007000100007&lng=pt&nrm=iso>. ISSN 1677-0471. Acesso em 05 Mar. de 2020.

- CAPOVILLA, A.G.S; DIAS, N.M. **Desenvolvimento de habilidades atencionais em estudantes da 1ª a 4ª série do ensino fundamental e relação com rendimento escolar.** Rev. Psicopedagogia, v. 25, n. 78, 198-211, 2008. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862008000300003&lng=pt&tlng=pt. Acesso em 27 de ago. 2018.
- CARRAHER, T. N; CARRAHER, D; SCHLIEMANN, A. **Na vida dez na escola zero: os contextos culturais da aprendizagem da matemática.** Cadernos de Pesquisa, v. 42, p. 79-86, 1982.
- CAVALIERE, A. M. **Tempo de escola e qualidade na educação pública.** Educ. Soc., Campinas, v. 28, n. 100, p. 1015-1035, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-73302007000300018>.
- CLARK, C. A. C; SHEFFIELD, T. D; WIEBE, S. A; ESPY, K. A. **Longitudinal associations between executive control and developing mathematical competence in preschool boys and girls.** ChildDevelopment, v. 84, n. 2, p. 662-677, 2013. DOI: 10.1111/j.1467-8624.2012.01854.x.
- CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. **Resolução nº 510/2016 – Dispõe sobre a pesquisa em Ciências Humanas e Sociais.** Brasil: Ministério da Saúde, Brasília, DF, 2016. Disponível em: <http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf>. Acesso em 28 de jun 2019.
- CORREIA, Luís de Miranda. **Para uma definição portuguesa de dificuldades de aprendizagem específicas.** Rev. bras. educ. espec., Marília , v. 13, n. 2, p. 155-172, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-65382007000200002>.
- 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, v. 29, n. 1, p. 21-29, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-37722013000100004>.
- COSTA, C.L. **A história da matemática como estímulo ao ensino-aprendizagem.** 2016. Dissertação (Mestrado em Matemática e Estatística) -Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2016.
- COSTANZO, F; VARUZZA, C; MENGHINI, D; ADDONA, F; GIANESINI, T; VICARI, S. **Executive functions in intellectual disabilities: a comparison between Williams’s syndrome and Down syndrome.** Res Dev. Disabil., v. 34, n. 5, p.1770-80, 2013.DOI: 10.1016/j.ridd.2013.01.024.
- D’AMBRÓSIO, U. **Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade.** Belo Horizonte: Autêntica (Coleção Tendências em Educação Matemática), 2009.
- DESOETE, A; WEERDT, F. D. **Can executive functions help to understand children with mathematical learning disorders and to improve instruction?** Learning Disabilities, v. 11, n. 2, p. 27-39, 2013. DOI: 10.1177/0022219410387302.
- DIAMOND, A. **Executive functions.** Annual review of psychology, v. 64, p. 135-168, 2013. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- DIAS, N. M; GOMES, C. M. A; REPPOLD, C. T; FIORAVANTI-BASTOS, A. C. M; PIRES, E. U; CARREIRO, L. R. R.; SEABRA, A. G. **Investigação da estrutura e**

composição das funções executivas: análise de modelos teóricos. *Psicologia: teoria e prática*, 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 20 jan. 2020.

DIAS, N.M; MENEZES, A; SEABRA, A.G. **Alterações das funções executivas em crianças e adolescentes.** *Estudos Interdisciplinares em Psicologia*, v. 1, n. 1, p. 80-95, 2010. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2236-64072010000100006&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 20jan. 2020.

DRIJBOOMS, E; GROEN, M.A; VERHOEVEN, L. **The contribution of executive functions to narrative writing in fourth grade children.** *Read Writ.* v. 28, n.7, p. 989-1011, 2015. DOI: 10.1007/s11145-015-9558-z

DSM-5. **Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais.** 5. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2014.

FERREIRA, L. DE O; ZANINI, D. S; SEABRA, A. G. **Executive functions:** influence of sex, age and its relationship with intelligence. *Paidéia (Ribeirão Preto)*, v. 25, n. 62, p. 383-391, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-43272562201512>

FOLSTEIN, M.F, FOLSTEIN, S,E, MCHUGH, P,R. **Mini-Mental State:** a practical method for grading the cognitive state of patients for clinician. *JPsychiatr.*, v.12, p. 189-198, 1975. DOI: 10.1016/0022-3956(75)90026-6

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa. 34.ed. São Paulo: Paz e Terra, 2006.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido.** 9. ed. Rio de Janeiro: Paz & Terra, 1981.

FUSTER, J. M. **The pré-frontal córtex.** London: Elsevier, 4ª ed, 2008.

GARCIA, J.N. **Manual de dificuldades de aprendizagem:** linguagem, leitura, escrita e matemática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

GARCÍA, T., RODRÍGUEZ, C., GONZÁLEZ-CASTRO, P., ÁLVAREZ-GARCÍA, D; GONZÁLEZ-PIENDA, J. **Metacognition and executive functioning in elementary school.** *Anales de Psicología*, v. 32, n. 2, p. 474-483, 2016. <https://doi.org/10.6018/analesps.32.2.202891>

GARON, N; BRYSON, S. E; SMITH, I. M. **Executive function in preschoolers:** a review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, v. 134, p. 31–60, 2008. DOI: 10.1037/0033-2909.134.1.31

GAZZANIGA, M. S; IVRY, R. B; MANGUN, G. R. **As funções executivas e os lobos frontais.** In: GAZZANIGA, M.S; IVRY, R. B; MANGUN, G. R. (Orgs.). *Neurociência cognitiva: A biologia da mente.* Porto Alegre, RS: Artmed, 2006, p. 517-553.

GILMORE, C., ATTRIDGE, N., CLAYTON, S., CRAGG, L., JOHNSON, S., MARLOW, N., SIMMS, V., INGLIS, M. **Individual differences in inhibitory control, not non-verbal number acuity, correlate with mathematics achievement.** *PLoS One.* v. 6, p. 367-374, 2013. DOI: 10.1371/journal.pone.0067374

- GOLDBERG, E. **O cérebro executivo: lobos frontais e a mente civilizada.**RJ: Imago, 2001.
- GUERREIRO-CASANOVA, C.; DANTAS, A.; AZZI, G. **Autoeficácia de alunos do ensino médio e nível de escolaridade dos pais.** Estudos Interdisciplinares em Psicologia, v.2, n.1, p. 36-55, 2011.
- HAMMOND, S.I; MÜLLER, U; CARPENDALE, J.I.M; BIBOK, M.B; LEBERMANNFINESTONE, D.P. **The effects of parental scaffolding on preschoolers' executive Function.** Developmental Psychology, v. 48, n. 1, p. 271-281, 2012. DOI: 10.1037/a0025519.
- HAZIN, I; LAUTERT, S. L; GARCIA, D. F. **Diálogos entre neurociências e educação: ampliando possibilidades de inclusão.** In: ANDRADE, M. S.; BARONE, L. M. (Orgs.). Aprendizagem contextualizada. 1ed. São Paulo: Casa do Psicólogo, p. 96-119, 2011.
- HAZIN, I; LAUTERT, S. L; GARCIA, D; GOMES, E. **Abordagem neuropsicológica da aprendizagem matemática escolar em crianças com necessidades educacionais especiais.** Cadernos de Psicopedagogia, v. 7, n 13, p. 1-25, 2009.
- HINTERMAIR M. **Executive functions and behavioral problems in deaf and hard-of-hearing students at general and special schools.**J Deaf Stud Deaf Educ. Summer, v. 18, n. 3, p. 344-59, 2013. DOI: 10.1093/deafed/ent003
- HOLMES, J; ADAMS, J. W. **Working memory and children's mathematical skills: implications for mathematical development and mathematics curricula.** Educational Psychology An International Journal of Experimental Educational Psychology, n. 26, p. 339-366, 2006. DOI: 10.1080/01443410500341056
- HOROWITZ-KRAUS, T.; TORO-SEREY, C.; DIFRANCESCO, M. **Increased resting-state functional connectivity in the cingulo-opercular cognitive-control network after intervention in children with reading difficulties.** PLoS One, v. 21, n. 7, p. 133-762, 2015. DOI: 10.1371/journal.pone.0133762.
- HURKS, P.P.M; LOOSBROEK, E.V. **Time estimation deficits in childhood mathematics difficulties.** Journal of Learning Disabilities, v. 47, n. 5, 450-461, 2014. <https://doi.org/10.1177/0022219412468161>.
- JAIN, M; PASSI, G. R. **Assessment of a modified Mini-Mental Scale for cognitive functions in children.** Indian Pediatr., v. 42, p. 907-1001, 2005.
- KLUWE-SCHIAVON, B; VIOLA, T. W; GRASSI-OLIVEIRA, R. **Modelos teóricos sobre construto único ou múltiplos processos das funções executivas.** Revista Neuropsicología Latinoamericana, v. 4, p. 2, p. 29-34, 2012. DOI:10.5579/rnl.2012.00106
- LEE, K; NG, E. L; NG, S. F. **The contributions of working memory and executive functioning to problem representation and solution generation in algebraic word problems.** Journal of Educational Psychology, v, 101, n. 2, p. 373-387, 2009. DOI: 10.1037/a0013843

- LEHTO, J. E; JUUJÄRVI, P; KOOISTRA, L; PULKKINEN, L. **Dimensions of executive functioning: evidence from children.** *British Journal of Developmental Psychology*, v. 21, p. 59-80, 2003. <https://doi.org/10.1348/026151003321164627>
- 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 Psicopedagogia*, v. 30, n. 92, p. 113-120, 2013. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862013000200005&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 20jan. 2020.
- LEZAK, M.D. **Neuropsychological Assessment.** 2nd Edition, Oxford University Press, New York, 1982.
- LINS, R. C. **Matemática, monstros, significados e educação matemática.** In: BICUDO, M. A. V; BORBA, M. C. *Educação Matemática: pesquisa em movimento.* São Paulo: Cortez, p. 92-119, 2005.
- LOPES, J; BUENO, M. **Construção e validação de uma prova de matemática para alunos do 1º ao 4º ano de escolaridade.** *Psicologia Reflexão e Crítica*, v. 27, n. 3, p. 434-442, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-7153.201427303>.
- LURIA, A. R. **The working brain: an introduction to neuropsychology.** Harmondsworth (UK): Penguin, 1973.
- LURIA, A.R. **Fundamentos de Neuropsicologia.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1981.
- MALLOY-DINIZ, L. F; DE PAULA, J. J; SEDÓ, M. FUENTES, D; LEITE, W. B. **Neuropsicologia das funções executivas e da atenção.** In: *Neuropsicologia: teoria e prática*, 2. ed. Porto Alegre: Artmed, p.115-138. 2014.
- MAYER, R. E; HEGARTY, M. **The process of understanding mathematical problems.** In: STERNBERG, R. J; BEN-ZEEV, T (Eds.), *The nature of mathematical thinking.* England: Lawrence Erlbaum Associates, p. 29-53, 1996.
- 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*, v.41, n. 1, p. 49-100, 2000.
- MORTON, J. B. **Funções Executivas.** In: TREMBLAY, R. E, BOIVIN, M, PETERS, R. DE V., EDS. *MORTON J. B. Enciclopédia sobre o Desenvolvimento na Primeira Infância* [online], 2013. Disponível em: <http://www.encyclopedia-crianca.com/sites/default/files/dossiers-complets/pt-pt/funcoes-executivas.pdf>. Acesso em 14 Jul. de 2018.
- MOURÃO JUNIOR, C. A.; MELO, L. B. R. **Integração de três conceitos: função executiva, memória de trabalho e aprendizado.** *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, v. 27, n. 3, p. 309-314, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ptp/v27n3/06.pdf>. Acesso em: 20 de mar. 2019.
- MULLER, J. DE L; TORQUATO, K. I; MANFRO, G. G; TRENTINI, C. M. **Executive functions as a potential neurocognitive endophenotype in anxiety disorders: A systematic**

review considering DSM-IV and DSM-5 diagnostic criteria classification. *Dementia & Neuropsychologia*, v. 9, n. 3, p. 285-294, 2015. DOI: 10.1590/1980-57642015dn93000012.

MUNAKATA, Y; MICHAELSON, L; BARKER, J; CHEVALIER, N. **As funções executivas na infância**. In: TREMBLAY, R. E, BOIVIN, M, PETERS, R. DE V., EDS. MORTON J. B. Enciclopédia sobre o Desenvolvimento na Primeira Infância [on-line], 2013. Disponível em: <http://www.encyclopedia-crianca.com/sites/default/files/dossiers-complets/pt-pt/funcoes-executivas.pdf>. Acesso em 14 Jul. de 2018.

OCDE. (2018). **PISA, Assessment and analytical framework: science, reading, mathematic and financial literacy**. Disponível em: <http://www.oecd.org/education/pisa-2018-assessment-and-analytical-framework-b25efab8-en.htm>. Acesso em 14 Jul. de 2018.

OLIVEIRA, A. L. S; KAISER, V; AZAMBUJA, T. DE O, MALLMANN, L. U; LUKRAFKA, J. L; REPPOLD, C. T. **Visual-motor maturity and executive functions in schoolchildren**. *Paidéia (Ribeirão Preto)*, v. 26, n. 64, p. 215-223, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-43272664201609>

OLIVEIRA, A. P. A. DE; NASCIMENTO, E. DO. **Construção de uma escala para avaliação do planejamento cognitivo**. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, v. 27, n. 2, p. 209-218, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-7153.201427201>.

OLIVEIRA, M. F; NEGREIROS, J. G. M; NEVES, A. C. **Condicionantes da aprendizagem da matemática: uma revisão sistêmica da literatura**. *Educ. Pesqui.*, São Paulo, v. 41, n. 4, p. 1023-1037, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/2015nahead/1517-9702-ep-s1517-97022015051533.pdf>. Acesso em 23 nov. 2019.

PASSOLUNGI, M. C; CORNOLDI, C; DE LIBERTO, S. **Working memory and intrusions of irrelevant information in a group of specific poor problem solvers**. *Memory and Cognition*, v. 27, nº 5, p. 779-790, 1999. DOI: <https://doi.org/10.3758/BF03198531>

PASSOS, A. Q; CAZELLA, A. V; ARAMAN, E. M. O; GROSSI, E. S. D. **Dificuldade de aprendizagem em matemática: discalculia**. *UNOPARCient., Ciênc. Human. Educ.*, Londrina, v. 12, n. 1, p. 61-71, 2011.

PETERSON, R. L; BOADA, R; MCGRATH, L.M; WILLCUTT, E.G; OLSON, R.K; PENNINGTON, B. F. **Cognitive prediction of reading, math, and attention: shared and unique influences**. *J Learn Disabil.*, v. 50, n. 4, 408-421, 2017. DOI: 10.1177/0022219415618500

PICKER, S. H. BERRY, J. **Investigating pupils' images of mathematicians**. In: *Proceedings of the 26th Annual International Conference of Psychology of Mathematics Education*. Bergen: Norway, v. 41, nº 1, p. 217-224, 2002. DOI: 10.1023/A:101752323

PIRES, E. U. **Ontogênese das funções cognitivas: uma abordagem neuropsicológica**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Psicologia Clínica, Centro de Teologia e Ciências Humanas, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Brasil, 2010.

PURPURA, D. J; GANLEY, C. M. **Working memory and language: skill-specific or domain-general relations to mathematics?** *Journal of Experimental Child Psychology*, v. 122, n. 1, p. 104–121, 2014. DOI: 10.1016/j.jecp.2013.12.009

REIS, M. C.; RAMOS, L. **Escolaridade dos pais, desempenho no mercado de trabalho e desigualdade de rendimentos**. Rev. Bras. Econ., Rio de Janeiro, v. 65, n. 2, p. 177-205, 2011. DOI: 10.1590/S0034-71402011000200004.

RIBEIRO, F. S.; SILVA, P. A. DA; SANTOS, F. H. DOS. **Padrões de dissociação da memória operacional na discalculia do desenvolvimento**. SALLES, J. F.; HAASE, V. G; MALLOY-DINIZ, LEANDRO F. [orgs.]. Neuropsicologia do desenvolvimento: infância e adolescência. Porto Alegre: Artmed, 2016.

RIBEIRO, S. **Tempo de cérebro**. Estudos Avançados, v. 27, n. 77, p. 07-22, 2013.

RIBNER, A.D., WILLOUGHBY, M.T; BLAIR, C.B. **Executive function buffers the association between early math and later academic skills**.Frontiers in Psychology, v. 8, n. 869, 2017. DOI: 10.3389/fpsyg.2017.00869

RODRIGUES, F.C; GAZIRE, E.S. **Reflexões sobre uso de material didático manipulável no ensino de matemática**: da ação experimental à reflexão. R. Eletr. de Edu. Matem, v. 7, n. 2, p. 187-196. DOI: 10.5007/1981-1322.2012v7n2p187

SALLES, J. F; PAULA, F. V. **Compreensão da leitura textual e sua relação com as funções executivas**. Educar em Revista, nº 62, p. 53-67, 2016. DOI: 10.1590/0104-4060.48332

SALLES, J.F., FONSECA, R.P., PARENTE, M.A.M.P., CRUZ-RODRIGUES, C., MELLO, C. B., BARBOSA, T., MIRANDA, M. C. **Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Infantil NEUPSILIN-INF**. Vetor, 1º edição, p. 205, 2016.

SAMPAIO, B; GUIMARÃES, J. **Diferenças de eficiência entre ensino público e privado no Brasil**.Economia Aplicada, v. 13, n. 1, p. 45-68, 2009. DOI: 10.1590/S1413-80502009000100003

SANCHEZ, J. N. G. **Dificuldades de aprendizagem e intervenção psicopedagógica**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

SANTANA, A.N., MELO, M.R.A e MINERVINO, C.A.S.M. **Relações entre funções executivas e dificuldades de aprendizagem em crianças**: uma meta-análise acerca dos critérios metodológicos. In: Melo, M.R.A; Moreira, J.D.S., Santana, A.N (Orgs.). PSICOLOGIA BASEADA EM EVIDÊNCIAS: integrando a ciência com a prática profissional. Curitiba: CRV, p. 17-42, 2019.

SANTANA, A.N., ROAZZI, A., MELO, M.R.A., MASCARENHAS, S.A.N., SOUZA, B.C. **Funções executivas e matemática**: explorando as relações.Revista Amazônica, v. 23, n. 1, p.130-151, 2019. Disponível em: <http://www.periodicos.ufam.edu.br/amazonica/article/view/5158>. Acesso em 14 Jul. de 2018.

SANTIAGO, L.A; SANTIAGO, T.A. **Educação**: tempo integral. Revista Científica Faesa, v. 12, n. 1, p. 38-42, 2016. DOI: 10.5008/1809.7367.099

SANTOS, I. M. S. **Avaliação da consciência fonológica, inteligência e funções executivas em crianças com desenvolvimento esperado no início do processo de escolarização**.2018. Dissertação (Mestrado em Psicologia Cognitiva) - Universidade Federal do Pernambuco, Pernambuco, Brasil, 2018.

SEDÓ, M., PAULA, J.J., MALLOY-DINIZ. **Teste dos cinco dígitos (FDT)**. São Paulo: HOGREFE, 2015.

SILVA, A.C.L; MOTA, R.O; LIMA, J.C.F; QUEIROZ, F.C.B.P; NORONHA, S.L. **A influência da escolaridade dos pais e da renda familiar no desempenho dos candidatos do ENEM**. XXXVII Encontro nacional de engenharia de produção, Joinville-SC, 2017.

SILVA, J. A. **Impossibilidades e táticas de resistência para currículos de matemática nos anos iniciais**. Educ. Matem. Pesq., São Paulo, v. 19, nº 3, 84-104, 2017. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/emp/article/view/32955>. Acesso em 18 jan. 2020.

SIMMONS, F. R; WILLIS, C; ADAMS, A. M. **Different components of working memory have different relationships with different mathematical skills**. Journal of Experimental Child Psychology, v. 111, n. 2, p. 139–155, 2012. DOI: 10.1016/j.jecp.2011.08.011

SIQUEIRA, G.M; DAZZANI, M. V. M; ABREU, N. **Tarefas que avaliam a memória operacional na infância e adolescência: uma revisão sistemática da literatura**. Estudos de Psicologia (Natal), v. 19, n. 4, p. 258-267, 2014. DOI: 10.1590/S1413-294X2014000400003.

SIQUEIRA, C. M; GURGEL-GIANNETTI, J. **Mau desempenho escolar: uma visão atual**. Revista da Associação Médica Brasileira, v. 57, n. 1, p. 78-87, 2011. DOI: 10.1590/S0104-42302011000100021

SLUIS, V; JONG, P.F; LEIJ, V.D.A. **Inhibition and shifting in children with learning deficits in arithmetic and Reading**. Journal of Experimental Child Psychology, v. 87, n. 3, p.239-266, 2004. DOI: 10.1016/j.jecp.2003.12.002

SMITH, C.; STRICK, L. **Dificuldades de aprendizagem de A a Z**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

SOUZA, R. O; MOLL, J; IGNÁCIO, F. A; MOLL, F.T. **Cognição e funções executivas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 303-326, 2008.

SWANSON, H. L. **Cross-Sectional and incremental changes in working memory and mathematical problem solving**.Journal of Educational Psychology, v, 98, nº 2, p. 265-281, 2006. DOI: 10.1037/0022-0663.98.2.265

SZUCS, D; DEVINE, A; SOLTESZ, F; NOBES, A; GABRIEL, F. **Developmental dyscalculia is related to visuo-spatial memory and inhibition impairment**.Cortex, v. 49, n. 10, p. 2674-88, 2013.DOI: 10.1016/j.cortex.2013.06.007

TIEGO, J; RENEE, T; BELLGROVE, M.A; PANTELIS, C; WHITTLE, S. **A hierarchical model of inhibitory control**.Front. Psychol., v. 30, n.4, p. 385-391, 2018. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.01339

TOLL, S. W. M; VAN DER VEM, S. H. G; KROESBERGEN, E. H; VAN LUIT,J.E.H. **Executive functions as predictors of math learning disabilities**.J Learn Disabil., v. 44, n. 6, p. 521-32, 2011. DOI: 10.1177/0022219410387302

VASCONCELOS, L. **O funcionamento executivo como um dos fatores explicativos do desempenho matemático escolar**. 2008. Tese (Doutorado em Psicologia Cognitiva) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil, 2008.

VERDEJO-GARCIA, A; BECHARA, A. **Neuropsicologia de las funciones ejecutivas**. *Psicothema*, v. 22, p. 227-235, 2010. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/727/72712496009.pdf>. Acesso em 10 jan 2019.

WANG, X, GEORGIU, G.K., LI, K. & TAVOUKTSOGLU, A. **Do chinese children with math difficulties have a deficit in executive functioning?** *Frontiers in Psychology*, v. 9, n. 906, p. 1-11, 2018. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.00906

WEI, W; GUO, L; GEORGIU, G.K; TAVOUKTSOGLU, A; DENG, C. **Different subcomponents of executive functioning predict different growth parameters in mathematics: evidence from a 4-year longitudinal study with chinese children**. *Front. Psychol.*, v. 21, p. 1-10, 2018. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.01037.

WEINSTEIN, M.C.A. **Roteiro para Sondagem de Habilidades Matemáticas – PROMAT**. Casa do Psicólogo, 1º edição, 2016. 50 p.

APÊNDICE A– QUESTIONÁRIO SÓCIO DEMOGRÁFICO**Questionário Sócio demográfico (Respondido pelos pais ou responsáveis)**

Nome: _____

Data de nascimento: __/__/____ Sexo: _____

Profissão: _____ Escolaridade: _____

Está trabalhando? () Sim () Não

Endereço: _____ Bairro: _____ Cidade: _____

Renda familiar mensal:

() Até R\$ 2.000,00

() De R\$ 2.000,01 a R\$ 4.000,00

() De R\$ 4.000,01 a R\$ 6.000,00

() De R\$ 6.000,01 a R\$ 8.000,00

() De R\$ 6.000,01 a R\$ 8.000,00

() Mais de R\$ 8.000,00

Estado Civil: () Casado () Solteiro () Divorciado/separado () Viúvo () União Informal

Nº de Filhos: _____

Telefone para contato: () _____

Nome da Criança: _____ Idade: ____ anos e ____ meses

A criança apresenta ou já apresentou alguma doença? () Sim () Não

Se sim, qual? _____

A criança apresenta dificuldades de aprendizagem? () Sim () Não

Se sim, em que matérias? _____

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS - CFCH

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado (a) Senhor (a)

Solicitamos a sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho (a)

_____ para participar, como voluntário (a), da pesquisa **Funções Executivas e Desempenho Matemático em Escolares**. Esta pesquisa é de responsabilidade da pesquisadora Alanny Nunes de Santana, que reside na Av. Inácio de Barros Barreto, 96, Várzea, Recife – PE, CEP 50741-390 e atende ao contato telefônico a partir do número (88) 9 9764-2444 e via e-mail a partir do endereço eletrônico alanny46@gmail.com. Esta pesquisa está sob a orientação do Professor Dr. Antonio Roazzi, telefone (81) 9 8711-5673 e e-mail para contato roazzi@gmail.com, e co-orientação da Professora Dra. Monilly Ramos Araújo Melo, telefone (83) 9 8767-0880 e e-mail para contato monillyramos@gmail.com.

O/a Senhor/a será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida a respeito da participação dele/a na pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o/a Senhor/a concordar que o (a) menor faça parte do estudo, pedimos que **rubrique as folhas e assinie ao final deste documento**, que está em duas vias.

Uma via deste termo de consentimento lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. O/a Senhor/a estará livre para decidir que ele/a participe ou não desta pesquisa. Caso não aceite que ele/a participe, não haverá nenhum problema, pois desistir que seu filho/a participe é um direito seu. Caso não concorde, não haverá penalização para ele/a, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

Descrição da pesquisa: o objetivo geral do estudo é o de explorar as relações existentes entre os componentes das Funções Executivas e o desempenho matemático escolar de crianças entre 8 e 12 anos de idade. Almeja-se, portanto, verificar qual ou quais componentes executivos básicos (memória de trabalho – MT –, controle inibitório – CI – e flexibilidade cognitiva – FC) demonstram estar mais relacionados ao desempenho matemático escolar, na medida em que a literatura atual demonstra uma forte relação entre Funções Executivas e Desempenho em Matemática, mas ainda não apresenta as especificidades ou a magnitude desta relação. Para tanto serão aplicados instrumentos de avaliação de comprometimentos cognitivos (Mini-Exame do Estado Mental- MEEM), de desempenho matemático escolar (Coruja PROMAT e Teste de Matemática) e de desempenho em cada uma das três FE básicas (Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Infantil – NEUPSILIN-INF para a avaliação da MT, Tarefa informatizada específica de CI e o Teste dos Cinco Dígitos para a avaliação da FC). Além desses instrumentos, será respondido pelos pais/responsáveis um questionário sobre informações sociodemográficas. A coleta de dados ocorrerá em 1 ou 3 encontros com a criança, nos quais serão aplicados os instrumentos de avaliação citados. A coleta será feita de forma individual em no máximo uma hora por encontro.

Para a realização dessa pesquisa serão utilizados os seguintes instrumentos:

1. Mini-Exame do Estado Mental – MEEM (Folstein, Folstein & Mchugh, 1975);
2. Roteiro para Sondagem de Habilidades Matemáticas – Coruja PROMAT (Weinstein, 2016);
3. Teste de Matemática desenvolvido por Nunes e Moreno (1998);
4. Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Infantil NEUPSILIN-INF (Salles, Fonseca, Miranda, Mello, Cruz-Rodrigues & Barbosa, 2011);
5. Tarefa Informatizada do Controle Inibitório (Moreira, Melo & Santos, 2018);
6. *Five Digit Test* – FDT (Sedó, Jardim de Paula & Malloy-Diniz, 2015).

Esclarecimento do período de participação da criança na pesquisa, local, início, término e número de visitas para a pesquisa: a criança participará da pesquisa na escola e em horário de aula, de acordo com a disponibilidade sinalizada pelo professor (a). Serão realizados no mínimo 1 e no máximo 3 encontros em dias diferentes com a criança, com duração máxima de 1 hora cada.

Riscos diretos: essa testagem será feita apenas para este estudo e não oferece riscos para a integridade física e/ou psíquica do participante. A criança poderá apresentar um aumento na ansiedade normal decorrente da ideia de estar sendo avaliada a partir dos testes que responderá. Todavia, este risco será amenizado na medida em que a pesquisadora esclarecerá todos os procedimentos e procurará estabelecer uma relação de confiança com a criança.

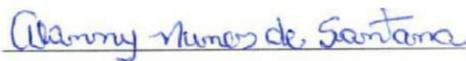
Benefícios diretos e indiretos: as crianças participantes serão informadas caso seja verificado algum déficit cognitivo significativo nas Funções Executivas ou na Aprendizagem da Matemática, conforme os resultados da testagem. Munidos dessas informações, os responsáveis poderão, se for o caso, procurar atendimento específico voltado ao desenvolvimento das habilidades matemáticas e/ou executivas. Além dos benefícios individuais, relacionados ao reconhecimento de déficits, destaca-se o benefício direto para a ciência, em especial para a área da psicologia cognitiva que ampliará o conhecimento disponível sobre estas habilidades cognitivas. Almeja-se, portanto, contribuir para uma melhor compreensão da problemática referente ao desempenho matemático escolar de crianças. No que compete a contribuição social, destacamos que o estudo poderá auxiliar, futuramente, crianças com dificuldades de aprendizagem matemática.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). Os dados coletados nesta pesquisa, que serão os resultados dos instrumentos aplicados, ficarão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora, no endereço acima informado, pelo período de no mínimo 5 anos.

O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação dele/a na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **Avenida da Engenharia s/n – Prédio do CCS - 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br**.

Responsável pelo Projeto:



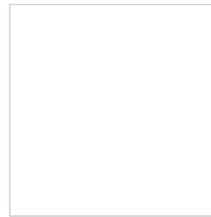
Alanny Nunes de Santana
Mestranda em Psicologia Cognitiva
Universidade Federal de Pernambuco- UFPE

CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A VOLUNTÁRIO

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, responsável por _____, autorizo a sua participação no estudo **Funções Executivas e Desempenho Matemático em Escolares**, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pela pesquisadora sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade para mim ou para o (a) menor em questão.

Recife, ____ / ____ / _____

Assinatura do (da) responsável: _____



Impressão Digital (opcional)

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do voluntário em participar.

Testemunha 1:

Nome: _____

Assinatura: _____

Testemunha 2:

Nome: _____

Assinatura: _____

APÊNDICE C – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS - CFCH

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE) (PARA MENORES DE 7 a 18 ANOS)

Convidamos você _____, após autorização dos seus pais [ou dos responsáveis legais] para participar como voluntário (a) da pesquisa: **Funções Executivas e Desempenho Matemático em Escolares**. Esta pesquisa é da responsabilidade da pesquisadora Alanny Nunes de Santana, que reside na Av. Inácio de Barros Barreto, 96, Várzea, Recife – PE, CEP 50741-390 e atende ao contato telefônico a partir do número (88) 9 9764-2444 e via e-mail a partir do endereço eletrônico alanny46@gmail.com. Esta pesquisa está sob a orientação do Professor Dr. Antonio Roazzi, telefone (81) 9 8711-5673 e e-mail para contato roazzi@gmail.com, e co-orientação da Professora Dra. Monilly Ramos Araújo Melo, telefone (83) 9 8767-0880 e e-mail para contato monillyramos@gmail.com.

Você será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que **rubriche as folhas e assine ao final deste documento**, que está em duas vias. Uma via deste termo lhe será entregue para que seus pais ou responsável possam guardá-la e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu. Para participar deste estudo, um responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento, podendo retirar esse consentimento ou interromper a sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

Descrição da pesquisa: o objetivo geral do estudo é o de explorar as relações existentes entre os componentes das Funções Executivas e o desempenho matemático escolar de crianças entre 8 e 12 anos de idade. Almeja-se, portanto, verificar qual ou quais componentes executivos básicos (memória de trabalho – MT –, controle inibitório – CI – e flexibilidade cognitiva – FC) demonstram estar mais relacionados ao desempenho matemático escolar, na medida em que a literatura atual demonstra uma forte relação entre Funções Executivas e Desempenho em Matemática, mas ainda não apresenta as especificidades ou a magnitude desta relação. Para tanto serão aplicados instrumentos de avaliação de comprometimentos cognitivos (Mini-Exame do Estado Mental- MEEM), de desempenho matemático escolar (Coruja PROMAT e Teste de Matemática) e de desempenho em cada uma das três FE básicas (Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Infantil – NEUPSILIN-INF para a avaliação da MT, Tarefa informatizada específica de CI e o Teste dos Cinco Dígitos para a avaliação da FC). Além desses instrumentos, será respondido pelos pais/responsáveis um questionário sobre informações sociodemográficas. A coleta de dados ocorrerá em 1 ou 3 encontros com a criança, nos quais serão aplicados os instrumentos de avaliação citados. A coleta será feita de forma individual em no máximo uma hora por encontro.

Para a realização dessa pesquisa serão utilizados os seguintes instrumentos:

1. Mini-Exame do Estado Mental – MEEM (Folstein, Folstein & Mchugh, 1975);
2. Roteiro para Sondagem de Habilidades Matemáticas – Coruja PROMAT (Weinstein, 2016);
3. Teste de Matemática desenvolvido por Nunes e Moreno (1998);
4. Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Infantil NEUPSILIN-INF (Salles, Fonseca, Miranda, Mello, Cruz-Rodrigues & Barbosa, 2011);
5. Tarefa Informatizada do Controle Inibitório (Moreira, Melo & Santos, 2018);
6. *Five Digit Test* - FDT (Sedó, Jardim de Paula & Malloy-Diniz, 2015).

Esclarecimento do período de participação da criança na pesquisa, local, início, término e número de visitas para a pesquisa: você participará da pesquisa na escola e em horário de aula, de acordo com a disponibilidade sinalizada pelo seu (a) professor (a). Serão realizados no mínimo 1 e no máximo 3 encontros em dias diferentes com você, com duração máxima de 1 hora cada.

Riscos diretos: essa testagem será feita apenas para este estudo e não oferece riscos para a sua integridade física e/ou psíquica. Informamos que não é preciso ficar ansioso (a) com os resultados dos testes, pois estes não implicarão de nenhuma maneira em notas no seu histórico escolar.

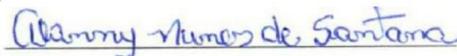
Benefícios diretos e indiretos: as crianças participantes serão informadas caso seja verificado algum déficit cognitivo significativo nas Funções Executivas ou na Aprendizagem da Matemática, conforme os resultados da testagem. Unidos dessas informações, os responsáveis poderão, se for o caso, procurar atendimento específico voltado ao desenvolvimento das habilidades matemáticas e/ou executivas. Além dos benefícios individuais, relacionados ao reconhecimento de déficits, destaca-se o benefício direto para a ciência, em especial para a área da psicologia cognitiva que ampliará o conhecimento disponível sobre estas habilidades cognitivas. Almeja-se, portanto, contribuir para uma melhor compreensão da problemática referente ao desempenho matemático escolar de crianças. No que compete a contribuição social, destacamos que o estudo poderá auxiliar, futuramente, crianças com dificuldades de aprendizagem matemática.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa, que serão os resultados dos instrumentos aplicados, ficarão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora, no endereço acima informado, pelo período de no mínimo 5 anos.

Nem você e nem seus pais [ou responsáveis legais] pagarão nada para você participar desta pesquisa, também não receberão nenhum pagamento para a sua participação, pois é voluntária. Se houver necessidade, as despesas (deslocamento e alimentação) para a sua participação e de seus pais serão assumidas ou ressarcidas pelos pesquisadores. Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da sua participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **Avenida da Engenharia s/n – Prédio do CCS - 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br**.

Responsável pelo Projeto:



Alanny Nunes de Santana
Mestranda em Psicologia Cognitiva
Universidade Federal de Pernambuco- UFPE

ASSENTIMENTO DO (DA) MENOR DE IDADE EM PARTICIPAR COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____ (se já tiver documento), abaixo assinado, concordo em participar do estudo **Funções Executivas e Desempenho Matemático em Escolares** como voluntário (a). Fui informado (a) e esclarecido (a) pela pesquisadora sobre a pesquisa, o que vai ser feito, assim como os possíveis riscos e benefícios que podem acontecer com a minha participação. Foi-me garantido que posso desistir de participar a qualquer momento, sem que eu ou meus pais precise pagar nada.

Recife, ____ / ____ / _____

Assinatura do (da) menor: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do voluntário em participar.

Testemunha 1:

Nome: _____

Assinatura: _____

Testemunha 2:

Nome: _____

Assinatura: _____

APÊNDICE D – TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE

TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE

Título do projeto: Funções Executivas e Desempenho Matemático em Escolares

Pesquisador responsável: Alanny Nunes de Santana

Instituição/Departamento de origem do pesquisador: Universidade Federal de Pernambuco/ Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFCH)

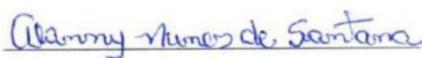
Telefone para contato: (88) 9 9734-2444

E-mail: alanny46@gmail.com

O pesquisador do projeto acima identificado assume o compromisso de:

- Garantir que a pesquisa só será iniciada após a avaliação e aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Federal de Pernambuco – CEP/UFPE e que os dados coletados serão armazenados pelo período mínimo de 5 anos após o término da pesquisa;
- Preservar o sigilo e a privacidade dos voluntários cujos dados serão estudados e divulgados apenas em eventos ou publicações científicas, de forma anônima, não sendo usadas iniciais ou quaisquer outras indicações que possam identificá-los;
- Garantir o sigilo relativo às propriedades intelectuais e patentes industriais, além do devido respeito à dignidade humana;
- Garantir que os benefícios resultantes do projeto retornem aos participantes da pesquisa, seja em termos de retorno social, acesso aos procedimentos, produtos ou agentes da pesquisa;
- Assegurar que os resultados da pesquisa serão anexados na Plataforma Brasil, sob a forma de Relatório Final da pesquisa;

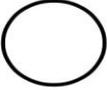
Recife, 17 de Março de 2019.



Assinatura do Pesquisador Responsável

ANEXOS

ANEXO A – MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL

Função	Testes	Pontuação
1. Orientação	<ul style="list-style-type: none"> • Sexo (1 ponto) • Nome (1 ponto) • Último nome (1 ponto) • Reconhece pessoas (1 ponto) • Lugar (1 ponto) • Cidade (1 ponto) • Estado (1 ponto) • País (1 ponto) • Dia da semana (1 ponto) • Data em número (1 ponto) • Mês (1 ponto) • Ano (1 ponto) 	
2. Atenção e Concentração	<ul style="list-style-type: none"> • Contar no mínimo até 2 e no máximo até 5 dígitos na ordem crescente (4 pontos no total, 1 ponto para cada acerto) • Contar no mínimo até 2 e no máximo até 4 dígitos na ordem decrescente (3 pontos no total, 1 ponto para cada acerto) 	
3. Registro & Percepção Sensorial	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar 3 objetos pelo nome (3 pontos no total, 1 ponto para cada acerto) 	
4. Memória	<ul style="list-style-type: none"> • Falar o nome de 3 objetos (pente, rua, azul) e solicitar posteriormente que o sujeito fale o nome dos 3 (3 pontos no total, 1 ponto para cada acerto) 	
5. Linguagem	<p>Nomear partes do corpo: apontar 5 partes do corpo e solicitar sua nomeação (5 pontos no total, 1 para cada acerto)</p> <p>Comando: desembulhe o bombom, dê a embalagem ao pesquisador e depois o coma (3 pontos no total, 1 para cada acerto)</p> <p>Repetir sentença: "Nem aqui, nem ali, nem lá" (1 ponto)</p> <p>Escrever: escrever o próprio nome (1 ponto)</p> <p>Ler: ler o próprio nome (1 ponto)</p> <p>Copiar o desenho:</p> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>	

Pontuação Total =

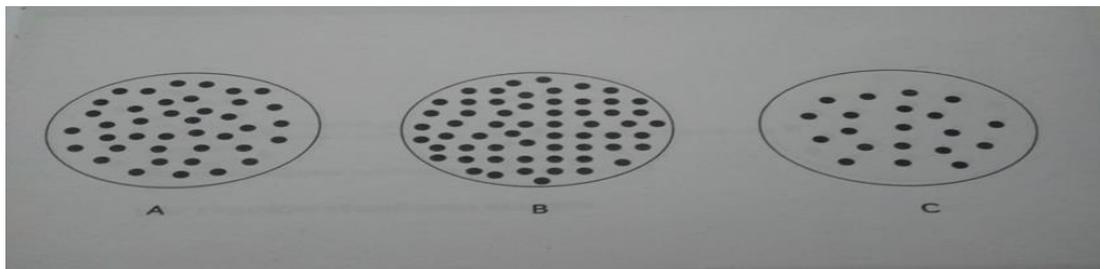
ANEXO B – ROTEIRO PARA SONDAGEM DE HABILIDADES MATEMÁTICAS

Fonte: (WEINSTEIN, 2016)

**Exemplo de atividade de avaliação da Representação da Magnitude Numérica
(Coruja PROMAT, p. 23 do caderno de estímulos)**

Instrução: Sem contar, aponte o conjunto em que a quantidade de pontos mais se aproxima do número 20.

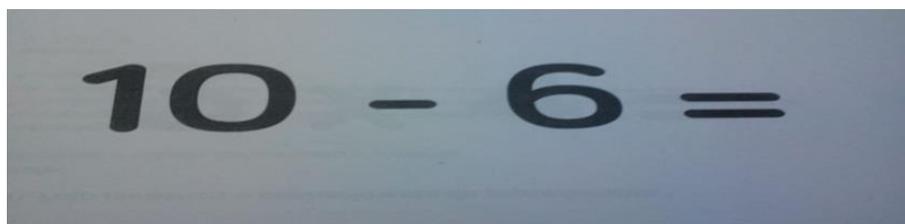
Gabarito: Conjunto C.



**Exemplo de atividade de Noções de Fatos Numéricos Básicos
(Coruja PROMAT, p. 165 do caderno de estímulos)**

Instrução: Apresentar oralmente o cálculo para a criança. “Quanto é....?”

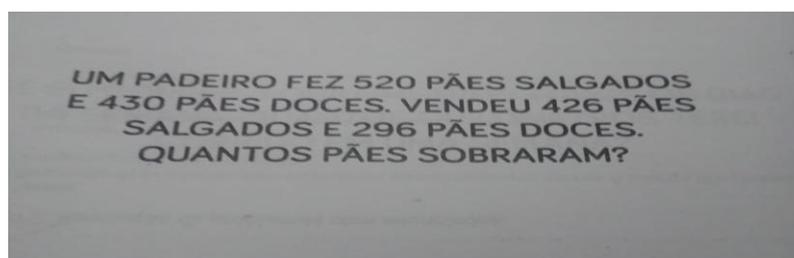
Gabarito: $10 - 6$



**Exemplo de atividade de Resolução de Problemas
(Coruja PROMAT), p. 333 do caderno de estímulos)**

Instrução: Leia e resolva os problemas no papel, registrando seus cálculos

Gabarito: 228



ANEXO C– INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO NEUROPSICOLÓGICA BREVE INFANTIL



Fonte: (SALLES; FONSECA; MIRANDA; MELLO; CRUZ-RODRIGUES; BARBOSA, 2016)

ANEXO D – FIVE DIGIT TEST

Fonte: (SEDÓ; JARDIM DE PAULA; MALLOY-DINIZ, 2015)

ANEXO E- PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: FUNÇÕES EXECUTIVAS E DESEMPENHO MATEMÁTICO EM ESCOLARES

Pesquisador: ALANNY NUNES DE SANTANA

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 09704119.4.0000.5208

Instituição Proponente: Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.267.145

Apresentação do Projeto:

Trata-se de uma dissertação de mestrado intitulada "FUNÇÕES EXECUTIVAS E DESEMPENHO MATEMÁTICO EM ESCOLARES", escrita pela aluna ALANNY NUNES DE SANTANA, orientada pelo professor Antonio Roazzi e co-Orientada pela professora Monilly Ramos Araujo Melo. Essa dissertação é desenvolvida no programa de Pós-graduação em Psicologia Cognitiva da Universidade Federal de Pernambuco.



Continuação do Parecer: 3.287.145

Outros	curriculomonillycoorientadora.pdf	20:11:47	SANTANA	Aceito
Outros	curriculoroazzorientador.pdf	16/03/2019 20:11:11	ALANNY NUNES DE SANTANA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RECIFE, 16 de Abril de 2019