

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA DO
DESENVOLVIMENTO E APRENDIZAGEM**

LIENE REGINA ROSSI

**EFEITOS DE UM TREINO COMPUTADORIZADO DE HABILIDADES
COGNITIVAS EM CRIANÇAS COM DISCALCULIA DO DESENVOLVIMENTO**

BAURU

2021

LIENE REGINA ROSSI

**EFEITOS DE UM TREINO COMPUTADORIZADO DE HABILIDADES
COGNITIVAS EM CRIANÇAS COM DISCALCULIA DO DESENVOLVIMENTO**

Tese apresentada como requisito à obtenção do título de Doutora à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Programa de Pós-Graduação em Psicologia do Desenvolvimento e Aprendizagem, área de concentração Desenvolvimento: comportamento e saúde, sob a orientação da Prof^a. Dr^a. Flávia Heloísa Santos.

BAURU

2021

Rossi, Liene Regina.

Efeitos de um treino computadorizado de habilidades cognitivas em crianças com Discalculia do Desenvolvimento/ Liene Regina Rossi, 2021
128 f.

Orientadora: Flávia Heloísa Dos Santos

Tese (Doutorado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2021

1. Discalculia do Desenvolvimento. 2. Cognição Numérica. 3. Treino Computadorizado.
I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II. Título.

*Ao meu marido Cristiano, companheiro de
todas as horas, meu grande amor e parceiro!
Aos meus filhos, Felipe e Gabriel, pelo amor
incondicional!*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida!

Agradeço à Profa. Dra. Flávia Heloísa Santos, minha orientadora, por todos os ensinamentos. Por acreditar em meu potencial e me permitir aprender a cada dia. Sua postura exigente contribuiu imensamente para minha formação como pesquisadora.

À minha amiga Patrícia Bodoni, que prontamente me ajudou na seleção de estagiários, os quais, voluntariamente participaram e contribuíram para a pesquisa. Sem vocês não seria possível todo este trabalho.

À querida Gilmara Said, psicopedagoga, que também contribuiu com a coleta de dados, meu muito obrigada e à amiga Verônica Lima dos Reis pelo apoio incomparável.

Aos colegas do Laboratório de Neuropsicologia da UNESP, em especial à Fabiana Silva Ribeiro, por partilhar tantos conhecimentos e à Paula de Marchi Scarpin Hagemann por todo o companheirismo.

À minha parceira Jéssica Mendes do Nascimento, por toda caminhada no momento da coleta!

À minha amiga Tais Chiodelli, parceira do doutorado, por todo aprendizado. Por me apoiar, incentivar e ajudar nos momentos em que mais precisei.

Às escolas, equipes pedagógicas e alunos que participaram em todos os momentos da pesquisa.

Às crianças e seus pais pelo aceite, pelo compromisso e comprometimento em cada fase da pesquisa.

À *Dybuster* que cederam as licenças gratuitamente, o que tornou possível a execução desta pesquisa.

A toda minha família por me acompanhar e apoiar em todos os momentos!

Ao meu pai, que tenho certeza, que lá de cima, está muito orgulhoso, foi meu grande incentivador!

Ao meu marido, Cris, que sempre me apoiou, entendeu e me ajudou!

Aos meus maravilhosos filhos, Felipe e Gabriel, por toda compreensão da ausência da mamãe! Amores eternos da minha vida!

ROSSI, L. R. **Efeitos de um treino computadorizado de habilidades cognitivas em crianças com discalculia do desenvolvimento**. 2021. Tese (Doutorado em Psicologia do Desenvolvimento e Aprendizagem) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2021.

RESUMO

A Discalculia do Desenvolvimento é caracterizada por *déficits* na cognição numérica, que se entendem por prejuízos na consolidação dos sistemas numéricos simbólicos, compreensão dos sinais e algarismos, assim como na realização de operações aritméticas, como adição e subtração. Além disto, a Discalculia do Desenvolvimento (DD) afeta crianças com inteligência típica e oportunidades de escolaridade adequadas, sendo geralmente resistente ao tratamento. Há evidências que o *Calcularis®*, um treino cognitivo computadorizado, promove melhoria nas habilidades matemáticas: processamento de números, adição, subtração, multiplicação e divisão para crianças com DD. Contudo, ganhos em outras habilidades cognitivas ainda não foram exaustivamente estudados, tampouco a influência da duração do protocolo. Nesse sentido, o presente estudo avaliou os efeitos do treino computadorizado *Calcularis®* sobre a cognição numérica, as habilidades intelectuais, mnemônicas, executivas e escolares de crianças com DD que frequentavam o ensino fundamental de uma escola localizada no interior do estado de São Paulo. Foram triadas 888 crianças, das quais oitenta e sete apresentaram indicativos de DD e passaram pela avaliação neuropsicológica, após exclusões, as remanescentes 66 crianças foram designadas aleatoriamente para um dos três grupos: Grupo Adaptativo (GA), composto por crianças que realizaram o treino cognitivo computadorizado adaptativo; Grupo Controle (GC), formado por crianças que não receberam intervenções e continuaram com a rotina escolar e; Grupo Não Adaptativo (GNA), integrado por crianças que realizaram o mesmo treino cognitivo, porém de forma não adaptativa (não se ajustando às capacidades matemáticas individuais da criança). Sessenta e seis crianças completaram 20 sessões de treino e os resultados foram analisados considerando-se os desempenhos nos diferentes domínios cognitivos avaliados em função do grupo e tempo. Os resultados indicaram nas interações entre grupo versus tempo que o GA apresentou melhor desempenho no pós-treino em subtração. Também foi observado no GA melhor desempenho em habilidades não treinadas (memória fonológica), que possuíam estímulos e processos comuns incorporados nas tarefas: transcodificação de números e melhor percepção em relação à eficácia acadêmica e, mais importante, utilizando um protocolo mais curto do que os estudos realizados nos países desenvolvidos. O programa de treino impulsionou o desempenho escolar da matemática em crianças com DD e se mostrou efetivo para um país com desigualdades em recursos educacionais.

Palavras-chave: Discalculia do Desenvolvimento. Cognição Numérica. Treino Computadorizado.

ROSSI, L. R. **Effects of computerized training on cognitive skills of children with developmental dyscalculia**. 2021. Thesis (Doctorate in Developmental Psychology and Learning) – Faculty of Sciences, São Paulo State University, Bauru, 2021.

ABSTRACT

Developmental dyscalculia (DD) is characterized by deficits in numerical cognition, which are understood as impairments in the consolidation of symbolic numerical systems, understanding of signs and figures, as well as in the realization of arithmetic operations, such as addition and subtraction. Moreover, Developmental Dyscalculia (DD) affects children with average intelligence and adequate schooling opportunities and is generally resistant to the treatment. There is evidence that *Calcularis*®, a computerized cognitive training, promotes improvement in mathematical skills for children with DD. However, gains in other cognitive skills neither have been exhaustively studied, nor has the influence of protocol duration. In that sense, the present study investigated the effects of a computerized training *Calcularis*® on numerical cognition, intellectual, mnemonic, executive and school skills of children with DD who attended elementary school in the interior of the state of São Paulo. 888 children were screened, eighty-seven of whom had DD indications and underwent neuropsychological assessment, after exclusions, as remaining 66 children were being randomly assigned to one of the three groups: Adaptive Group (GA), composed by children who underwent adaptive computerized cognitive training, Control Group (CG), children who did not receive interventions and continued with the school routine; and the Non-Adaptive Group (NAG), integrated by children who underwent non-adaptive cognitive training, which was computerized (not fitting to the child's individual math skills). Sixty-six children completed at least 20 training-sessions and the results were analyzed considering the performances in the different cognitive domains evaluated according to the group and time (time 1 vs time 2). The results indicated, in the interactions between group versus time, that the GA presented better performance in the post-training in subtraction. Improvement in GA was also observed in untrained skills (phonological memory), which had common stimuli and processes incorporated in the tasks: transcoding numbers and better perception regarding academic effectiveness and, more importantly, using a shorter protocol than studies performed in developed countries. The training program boosted the school performance of mathematics in children with DD and proved effective for a country with inequalities in education resources.

Keywords: Developmental Dyscalculia. Numerical Cognition. Computerized Training.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Proficiência em matemática dos alunos do ensino fundamental e médio da rede estadual de acordo com o SARESP 2019	18
Figura 2 - Fluxograma para diagnóstico de DD.	25
Figura 3 - Fluxograma para a composição da amostra.....	36
Figura 4 - Fluxograma das etapas do estudo e da distribuição dos participantes em cada grupo	53
Figura 5 - Desempenho das crianças no pré e pós treino para ZAREKI-R, considerando a classificação em médio e de acordo com os prejuízos.	66
Figura 6 - Desempenho das crianças no pré e pós-treino para Subtração na Zareki-R.....	70
Figura 7 - Desempenho das crianças no pré e pós-treino para Total no Zareki-R.....	70

LISTA DE QUADROS E TABELAS

(ESTUDO 1)

Tabela 1 - Características sociodemográficas das crianças na triagem (n = 888)	41
Tabela 2 - Desempenho das crianças nas Matrizes Progressivas Coloridas de Raven (MPC) no momento da triagem	42
Tabela 3 - Desempenho das crianças no Teste de Desempenho Escola (TDE) no momento da triagem	42
Tabela 4 - Desempenho das crianças com idade de sete anos no Teste de Desempenho Escolar (TDE) na triagem.....	43
Tabela 5 - Desempenho das crianças com idade de oito anos no Teste de Desempenho Escolar (TDE) na triagem.....	43
Tabela 6 - Desempenho no TDE das crianças da faixa etária de nove anos	43
Tabela 7 - Resultado do TDE para as crianças da faixa etária de 10 anos	44
Tabela 8 - Análise descritiva das variáveis sexo, escola e série das crianças identificadas com DD	45
Tabela 9 - Análise descritiva da variável MPC em crianças identificadas com DD	45
Tabela 10 - Análise descritiva da variável TDE em crianças identificadas com DD.....	46

(ESTUDO 2)

Quadro 1 - Descrição dos subtestes do ZAREKI-R.....	55
Tabela 11 - Domínios, instrumentos e tempo de avaliação	54
Tabela 12 - Número de crianças em função do sexo, escolas e anos escolares para os diferentes grupos	61
Tabela 13 - Escores médios e desvios padrão obtidos pelos grupos para idade em função do Tempo de avaliação	61
Tabela 14 - Escores das MPC obtidos pelos grupos no pré e pós-treino.....	62
Tabela 15 - Escores obtidos pelos grupos no pré e pós-treino para os subtestes e total do TDE	63
Tabela 16 - Desempenho das 66 crianças no pré e pós-treino para ZAREKI-R, considerando a classificação em médio e de acordo com os prejuízos	64

Tabela 17 - Análise da variável ZAREKI-R em função do grupo de treino e do Tempo de avaliação	68
Tabela 18 - Escores obtidos pelos grupos no pré e pós-treino para os subtestes e total do TDE e para o subteste Aritmética do WISC-IV	71
Tabela 19 - Média, desvio padrão e ANOVA 3 (Grupos: GC, GA e GNA) x 2 (tempo: pré e pós-treino) para MOV, MOVE, BCPR e SNL	73
Tabela 20 - Média, desvio padrão e ANOVA 3 (Grupos: GC, GA e GNA) x 2 (tempo: pré e pós-treino) para as pontuações nos subtestes Código, Procurar Símbolos e Cancelamento do WISC-IV	74
Tabela 21 - Média, desvio padrão e ANOVA 3 (Grupos: GC, GA e GNA) x 2 (tempo: pré e pós-treino) para as pontuações nos subtestes Procurar Símbolos e Cancelamento do WISC-IV	75
Tabela 22 - Desempenho das crianças no FDT e análise em função do Tempo de avaliação e do grupo de intervenção	76

LISTA DE SIGLAS

ABEP	Associação Brasileira de Empresa de Pesquisa
AM	Ansiedade a Matemática
ANOVA	Análise de Variância
AR	Aritmética
AWMA	Avaliação Automatizada de Memória Operacional
BCPR	Repetição de Pseudopalavras para crianças brasileiras
CA	Cancelamento
CD	Código
CID	Classificação Internacional da Doenças
DD	Discalculia do Desenvolvimento
DT	Desenvolvimento Típico
DSM-5	Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais
EAM	Escala de Ansiedade a Matemática
EF	Ensino Fundamental
EM	Ensino Médio
ESI	Escala de Stress Infantil
FDT	Five Digit Test
GA	Grupo Adaptativo
GC	Grupo Controle
GNA	Grupo Não Adaptativo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IMRf	Imagem por Ressonância Magnética Funcional
IPS	Sulco intraparietal
LA	<i>Low Achievement</i>
MAI	Entrevista de Ansiedade Matemática
MANOVA	Análise Multivariada de Variância
MOV	Memória operacional verbal
MOVE	Memória operacional visuoespacial
MPCV	Memória de curto prazo verbal

MPCVE	Memória de curto prazo visuoespacial
MPC	Matrizes Progressivas Coloridas de Raven
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OMS	Organização Mundial da Saúde
PET	Tomografia com emissão de Pósitrons
PIB	Produto Interno Bruto
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
PS	Procurar Símbolos
QI	Quociente Intelectual
RCT	Estudo Clínico Randomizado e Controlado
RMF	Ressonância Magnética Funcional
RTI	Resposta a Intervenção
SAEB	Sistema de Avaliação da Educação Básica
SARESP	Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo
SEQ-C	Questionário de autoeficácia para crianças
SNL	Sequência de Números e Letras
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TDAH	Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade
TDE	Teste de Desempenho Escolar
TEA	Transtornos Específicos de Aprendizagem
TIC	Tecnologia de Informação
WISC-IV	Escala Wechsler de Inteligência para crianças
VBM	Morfometria Baseada em Voxel
ZAREKI-R	Bateria Neuropsicológica de Testes de Processamento Numérico e Cálculo para crianças.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	16
1 REVISÃO DE LITERATURA.....	18
1.1 O percurso desenvolvimental das Habilidades Matemáticas.....	18
1.2 Definição e Características Clínicas da Discalculia do Desenvolvimento	20
1.3 Diagnóstico	22
1.4 Prevalência.....	24
1.5 Ansiedade à matemática	26
1.6 Estudo Clínico Randomizado e Controlado (RCT)	28
1.7 Mundo digital e intervenções computadorizadas.....	29
1.8 Reabilitação e Treino Cognitivo	31
2 OBJETIVOS	35
3 MÉTODO GERAL.....	35
3.1 Aspectos Éticos.....	37
3.2 Local do Estudo	37
3.3 Procedimento de coleta dos dados/triagem.....	38
3.4 Tratamento dos dados após triagem.....	38
4 ESTUDO 1 - Triagem: Identificação das Crianças com Discalculia do Desenvolvimento	39
4.1 OBJETIVOS	39
4.2 MÉTODO	39
4.2.1 Participantes	39
4.2.2 Instrumentos	39
4.2.3 Procedimento de coleta dos dados	40
4.2.4 Procedimento de análise de dados.....	40
4.3 RESULTADOS	41
4.3.1 Características sociodemográficas dos participantes da triagem	41
4.3.2 Desempenho intelectual	42
4.3.3 Desempenho Escolar	42
4.3.4 Características sociodemográficas dos participantes do estudo.....	45
4.3.5 Desempenho intelectual	45
4.3.6 Desempenho escolar.....	46
4.4 DISCUSSÃO	46
4.4.1 Características sociodemográficas dos participantes	46
4.4.2 Entrevista de Anamnese	47
4.4.3 Desempenho intelectual	49
4.4.4 Desempenho escolar.....	50
4.5 CONCLUSÃO	50

5 ESTUDO 2 - Avaliação cognitiva pré e pós-treino com CALCULARIS®.....	51
5.1 OBJETIVOS	51
5.2 MÉTODO	51
5.2.1 Delineamento da pesquisa.....	51
5.2.2 Participantes	52
5.2.3 Local.....	53
5.2.4 Instrumentos	53
5.2.5 Procedimento de coleta de dados	57
5.2.6 Intervenção - Treino Cognitivo Computadorizado	58
5.2.7 Procedimento de análise dos dados.....	60
5.3 RESULTADOS	60
5.3.1 Caracterização da amostra.....	61
5.3.2 Desempenho dos Grupos (GC, GA e GNA) nos domínios investigados pelos testes de Avaliação Neuropsicológica: análise da interação entre grupo x tempo.....	62
5.4 DISCUSSÃO	77
5.4.1 Cognição Numérica.....	77
5.4.2 Habilidades Cognitivas	80
5.4.3 Desempenho acadêmico.....	82
5.5 CONCLUSÃO	82
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
REFERÊNCIAS	86
ANEXO A - Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa.....	102
ANEXO B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.	104
ANEXO C - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.....	105
APÊNDICE A – Descrição da triagem e percurso amostral	107
APÊNDICE B – Aspectos emocionais e comportamentais das crianças do estudo.....	108
APÊNDICE C – Relatório Modelo 1: MELHOR DESEMPENHO.....	114
APÊNDICE D – Relatório Modelo 2: PIOR DESEMPENHO	123

APRESENTAÇÃO

As habilidades quantitativas e numéricas são essenciais para as mais diversas situações da vida cotidiana, tais como conferir trocos e contas bancárias, ajudar os filhos no processo de aprendizagem, entender informações sobre a saúde ou dar sentido a estatística e notícias econômicas. Com frequência, as decisões que tomamos na vida baseiam-se em informações numéricas e quantitativas. No momento, a discalculia do desenvolvimento (DD) ainda não é amplamente reconhecida pelos professores ou pelas autoridades educacionais, e nem, ao que parece pelas agências de fomento à pesquisa (BUTTERWORTH; VARMA; LAURILLARD, 2011; SKAGERLUND; TRAFF, 2016).

Existem várias evidências de que as competências numéricas nos primeiros anos de vida são preditoras da aprendizagem de matemática mais tardiamente (BUTTERWORTH, 1999; FEIGENSON; DEHAENE; SPELKE, 2004; FLETCHER et al., 2006; HALBERDA; MAZZOCCO; FEIGENSON, 2008; MORRIS et al., 1998). Na atualidade aprender a ler, escrever e calcular torna-se importante para que o indivíduo se desenvolva em sua totalidade. As pesquisas e as publicações (BUTTERWORTH; KOVAS, 2013; MOUSINHO et al., 2020) sobre transtornos no aprendizado da leitura e da escrita são cada vez mais crescentes, todavia, as dificuldades específicas em matemática ainda são pouco investigadas no país.

Diversas culturas tem observado a ocorrência de DD, sua prevalência varia de 3 a 10% a depender de quais critérios de análise e do ponto de corte adotados, sendo que dois terços dos casos podem apresentar transtornos associados à DD (BUTTERWORTH, 2005; DEVINE et al., 2013; MAZZOCCO; HANICH; EARLY, 2007). Apesar da incidência de casos de crianças com DD ser tão elevada como a prevalência de dislexia, este transtorno ainda recebe menos atenção por parte de clínicos, investigadores e educadores, bem como da sociedade. Culturalmente, é difundida a ideia de que aprender matemática é difícil para todos (SANTOS, 2017).

O baixo índice de conhecimento matemático gera um custo substancial para as nações, e aprimorar este conhecimento poderia melhorar a performance econômica de um país drasticamente, ou seja, melhorar o desempenho educacional na matemática contribui para o aumento do Produto Interno Bruto (PIB). A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) evidenciou que uma melhoria de “meio desvio padrão” em matemática e no desempenho da ciência no nível individual implica, pela experiência histórica, um aumento anual de taxas de crescimento do PIB per capita de 0,87% (BUTTERWORTH; VARMA; LAURILLARD, 2011).

Embora a literatura internacional apresente evidências de suma importância relacionadas às dificuldades em habilidades aritméticas e mostre estratégias de intervenção (FUCHS et al., 2006; KÄSER et al., 2012; KÄSER et al., 2013; KUCIAN et al., 2011; MICHELS; O’GORMAN; KUCIAN, 2018; RAUSCHER et al., 2016; VAN LUIT; NAUGLIERI, 1999; VON ASTER et al., 2015; WILSON et al., 2006) não há estudos desenvolvidos no Brasil relacionados à investigação neurocognitiva e possíveis métodos de remediação, como o treino da cognição numérica e das habilidades aritméticas por meio de um treinamento computadorizado. O presente estudo avança nessa questão ao realizar um ensaio randomizado controlado incluindo uma etapa preliminar de triagem com 888 crianças, complementada por uma avaliação neuropsicológica para diagnóstico otimizado de DD. Posteriormente um conjunto de crianças foi submetido ao treinamento computadorizado *Calcularis®* com e sem a função adaptativa.

Esses aspectos evidenciam a relevância deste estudo no que se refere à participação de uma amostra brasileira por destacar a DD, um transtorno pouco explorado nos estudos nacionais, bem como pelo rigor metodológico. Para contemplar os objetivos propostos, a presente tese foi estruturada em dois estudos. O Estudo 1 pretendeu identificar e caracterizar o perfil de crianças com DD em relação a um grupo de crianças com desenvolvimento típico (DT) e o Estudo 2 objetivou compreender o funcionamento neuropsicológico dessas crianças, bem como verificar a eficiência do treino *Calcularis®* por meio de avaliações de pré e pós-treino nos três grupos estudados.

Espera-se que este trabalho possa ser replicado e inspire novos pesquisadores a realizarem programas de intervenção junto às crianças que apresentam transtornos da aprendizagem da matemática.

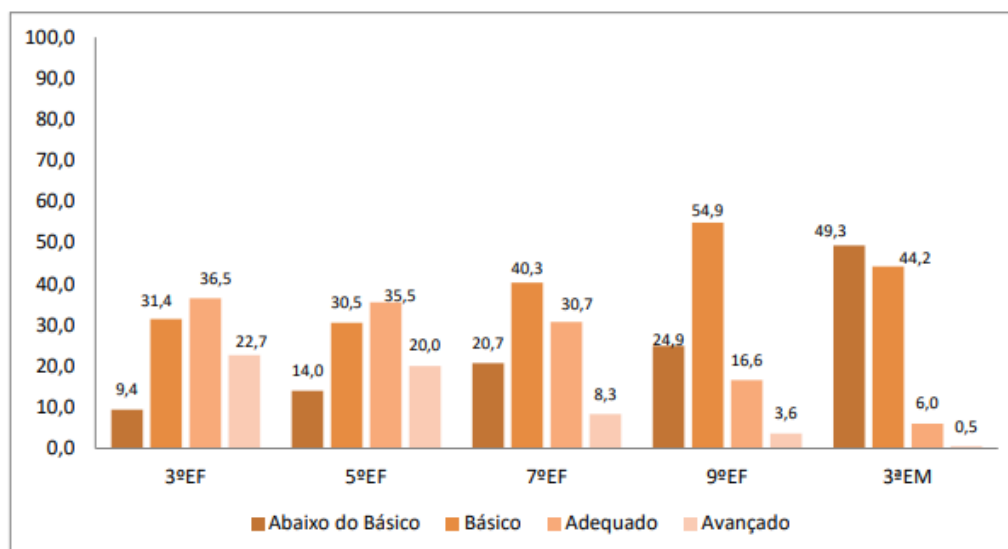
1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 O percurso desenvolvimental das Habilidades Matemáticas

Sobre a relação Escola e Matemática, infelizmente o cenário nacional é desanimador em relação ao desempenho em Avaliações Matemáticas. Tal constatação pode ser feita ao observar o desempenho dos escolares nas avaliações sistemáticas de iniciativas governamentais, como o Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP), a Prova Brasil e o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA). A avaliação do SARESP é realizada no estado de São Paulo e a Prova Brasil em todo o país. O PISA é uma prova internacional no qual participam 60 países nas edições recentes (DE TOLEDO BENASSI et al., 2015).

A prova do SARESP divide-se em níveis de proficiência (abaixo do básico, básico, adequado e avançado). A pontuação é considerada de acordo com o nível de conhecimento do aluno para o ano escolar em que se encontra (DE TOLEDO BENASSI et al., 2015; SÃO PAULO, 2009). A Figura 1 apresenta um gráfico com os percentuais de alunos por nível de proficiência matemática na avaliação do SARESP realizada no ano de 2019 (SARESP, 2019).

Figura 1 - Proficiência em matemática dos alunos do ensino fundamental e médio da rede estadual de acordo com o SARESP 2019



Fonte: Retirado de Sumário Executivo SARESP 2019. Disponível em: https://saresp.fde.sp.gov.br/Arquivos/SEED1903_sumario_2019_final_v2.pdf. Acesso em: maio de 2021.

Pelo gráfico é possível observar que os alunos do terceiro ao quinto ano do Ensino Fundamental I apresentaram desempenhos mais elevados entre os níveis básico e adequado. Os

alunos do sétimo ao nono ano do Ensino Fundamental II aumentaram esse percentual no básico e abaixo do básico e conseqüentemente diminuíram o adequado. Já no terceiro ano do Ensino Médio os escolares apresentaram desempenhos altos para os níveis abaixo do básico e básico. O que demonstra uma curva crescente na improficiência matemática.

Com relação ao cenário nacional, a avaliação é realizada pela Prova Brasil, a qual faz parte do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), sendo “um conjunto de avaliações padronizadas que visa produzir informações sobre o desempenho dos alunos nas séries finais de cada ciclo em Língua Portuguesa e Matemática” (DE TOLEDO BENASSI et al., 2015, p. 6). De 14 níveis de proficiência avaliados na prova, os estudantes brasileiros chegaram até o nível 6, conforme levantamento nos anos 2001, 2003, 2005 e 2011 e relatado pelos autores como não favorável.

Em relação ao PISA, que avalia estudantes de diversos países, De Toledo Benassi et al. (2015) mostraram que nas últimas edições mais de 95% dos alunos brasileiros apresentaram desempenho na metade inferior da escala dos níveis avaliados. O estudo PISA salienta o investimento do governo federal brasileiro nos últimos vinte anos para a melhoria do ensino. Entretanto, a diferença na qualidade dos recursos educacionais entre escolas de alto e baixo nível socioeconômico, com base nas análises feitas, parece explicar o baixo rendimento global dos estudantes com desenvolvimento típico, e particularmente em solução de problemas e matemática (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD, 2012). Esta afirmação é condizente com o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) desenvolvido pelo Ministério da Educação com objetivo de mensurar a qualidade do ensino no país e desenvolver ações para sua melhoria. O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira atualiza, desde 2005 a cada biênio, o índice obtido em cada escola municipal, estadual e federal, separando por estados e/ou municípios brasileiros. Embora esse índice represente apenas a taxa de rendimento escolar (aprovação) e os rendimentos médios nos exames padronizados e não ofereça pontuações por disciplinas específicas (exceto língua portuguesa e matemática), ele deflagra uma substancial discrepância entre os grupos etários em distintas cidades, de todas as regiões brasileiras, no que concerne ao desempenho escolar de alunos do 4º ao 9º ano do Ensino Fundamental.

Um cenário diferente e bem mais otimista se refere às Olimpíadas Brasileiras de Matemática que ocorrem nacionalmente e selecionam representantes para competições internacionais. Há alunos competidores de diferentes regiões brasileiras, oriundos de escolas estaduais e municipais e os resultados são performances brilhantes em matemática e física, frente a competidores estrangeiros. Os resultados indicam que quando o ensino é de qualidade,

o potencial brasileiro se expressa tão bem quanto em outros países e supera as desigualdades regionais (SANTOS, 2017). Interessante salientar que aspectos culturais, educacionais, desigualdades no sistema de ensino e baixo investimento na educação nos níveis municipal, estadual, federal e na formação dos professores são motivos que contribuem para que esses desempenhos sejam baixos.

No início da escolarização da criança um baixo desempenho no rendimento da matemática é interpretado pelos pais, escola, professores e comunidade no geral como compreensível. As dificuldades em aprender matemática podem ocorrer por limitações no método de ensino, em outros casos a própria criança percebe a matemática como uma disciplina difícil e os pais e professores não raramente reforçam essa percepção, contribuindo para que ela acredite que não conseguirá aprender. Essas crenças levam a criança a ter comportamentos que impulsionam dificuldades na matemática, para essa situação em si, damos o nome de “profecia autorrealizadora” (OMOTE et al., 2005). Outras crianças experimentam uma série de situações ambientais (por exemplo, falta às aulas) que levam às dificuldades de aprendizagem na matemática, o que é diferente do transtorno de aprendizagem. Ambas as situações demandam atenção imediata, pois muitas dificuldades pontuais em habilidades aritméticas podem estar ligadas a um possível transtorno específico de aprendizagem.

1.2 Definição e Características Clínicas da Discalculia do Desenvolvimento

A Discalculia do Desenvolvimento (DD) é um transtorno específico na aquisição de habilidades aritméticas, relacionado a falhas que envolvem os sistemas da cognição numérica (processamento numérico, senso numérico e cálculo) (SANTOS, 2017; SHALEV; AUERBACH; MANOR, 2000). Crianças com DD apresentam desempenho intelectual normal, as manifestações iniciam-se precocemente e desenvolvem-se mesmo quando há ensino adequado, com as mesmas oportunidades, estabilidade emocional e motivação destas para aprender (SHALEV; MANOR; GROSS-TSUR, 2005). Trata-se de um transtorno persistente que se mantém ao longo da vida, ainda que suas características sejam passíveis de mudança no decorrer dos anos, conforme as experiências e aprendizagem que o indivíduo adquire (KUCIAN; VON ASTER, 2015; SANTOS, 2017; SHALEV et al., 1998).

No nível comportamental a DD caracteriza-se por uma fraca evocação de fatos numéricos, uso de procedimentos imaturos de cálculo e contagem, além da representação e processamento atípicos da magnitude numérica. As crianças que apresentam DD utilizam os dedos como estratégias para contagem e fazem símbolos no caderno como forma de apoio, são

mais lentas e cometem mais erros de comparação de quantidades, mesmo quando envolvem apenas um dígito (BUTTERWORTH, 1999; GEARY et al., 2007; HAASE; JULIO-COSTA; SANTOS, 2015). Dentre as dificuldades estão a realização de atividades que demandam compreensão da numerosidade e de conceitos numéricos básicos, e aprendizagem e evocação de fatos aritméticos (BUTTERWORTH, 2005; GEARY, 1993). No cálculo cometem erros ao emprestar, falham na organização espacial dos números e não se apropriam de fatos numéricos, pois não conseguem automatizar informações como 3×3 representa o mesmo que $6 + 3$. Essas disfunções numéricas parecem estar fortemente relacionadas a déficits mais gerais, como memória operacional, habilidades linguísticas, atenção e funções executivas (BUTTERWORTH; KOVAS, 2013; GEARY, 2011; IUCULANO, 2016; KAUFMANN et al., 2013; SZŰCS et al., 2014; SZŰCS; GOSWAMI, 2013).

No nível neural, há evidências de que a DD está associada à morfologia e funcionamento atípicos nas regiões cerebrais responsáveis pela representação da magnitude numérica (PRICE; ANSARI, 2012). Não existe uma única região ou circuito especificamente responsável pela cognição numérica que envolve um funcionamento cerebral complexo e dinâmico. Por exemplo, ao considerar uma operação aritmética básica encontram-se diversos processos cognitivos: “a) processamento verbal e/ou gráfico da informação; b) percepção; c) reconhecimento e produção de números; d) representação número/símbolo; e) discriminação visoespacial; f) memória de curto e longo prazo; g) raciocínio sintático e, h) atenção” (AVILA et al., 2018, p. 45).

Os estudos de Neuropsicologia, referentes aos sistemas de cognição numérica, demonstram que as áreas occipito-temporais inferiores de ambos os hemisférios estão envolvidas no processo de identificação visual que dá origem à forma dos números arábicos; a área peri-silviana esquerda está envolvida na representação verbal dos números e as áreas parietais inferiores de ambos os hemisférios estão envolvidas na representação analógica quantitativa (DEHAENE et al., 1996; DEHAENE, 2001).

No biológico há alteração na área parietal, em especial no sulco intraparietal (IPS), o que provoca falha no nível cognitivo na representação da numerosidade e consequentes prejuízos para outros sistemas cognitivos relevantes. A ligação entre o córtex occipitotemporal e parietal é necessária para o número do mapeamento dos símbolos (dígitos e palavras numéricas) para representações de numerosidade. O córtex pré-frontal suporta o aprendizado de novos fatos e procedimentos. Os múltiplos níveis da teoria sugerem as intervenções instrucionais nas quais cientistas educacionais devem se concentrar (BUTTERWORTH; VARMA; LAURILLARD, 2011).

Estudos de neuroimagem revelaram que durante a execução de cálculos matemáticos há a ativação do fluxo sanguíneo no córtex pré-frontal e regiões parietais inferiores. Esses achados foram confirmados pela Tomografia com emissão de Pósitrons (PET) e pela Ressonância Magnética Funcional (RMF) (DEHAENE et al., 1996).

A circuitaria cerebral ativada no processamento do cálculo inclui o córtex frontal e, conseqüentemente, o IPS. Sua função envolve a memória operacional e o controle executivo, fundamentais em operações que exijam processos indiretos de raciocínio (ISCHEBECK et al., 2006). Achados da neuroimagem em crianças com DD tem revelado, de forma conclusiva, deficiências anatomofuncionais no IPS (KUCIAN et al., 2006). No entanto, os estudos com neuroimagem e matemática são significativamente mais volumosos em adultos (KUCIAN et al., 2006).

A DD pode ser classificada como primária ou secundária. A primária é compreendida como pura ou isolada, pois seus déficits são exclusivamente relacionados à cognição numérica em si. Ela é mais rara, com prevalência de 1 a 2 % (KOMOULA et al., 2004; VON ASTER; SCHWEITER; WEINHOLDS-ZULAUF, 2007). Na secundária há déficits na cognição numérica associados a déficits cognitivos “não numéricos”, por exemplo, em memória operacional, atenção, etc, bem como outros transtornos do neurodesenvolvimento como a Dislexia, o Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH). Na dislexia, por exemplo, há disfunções do giro angular com prejuízo tanto na associação entre magnitudes e símbolos aritméticos, como em grafemas e fonemas (MAZZOCCO; RÄSÄNEN, 2013; RUBINSTEN; HENIK, 2009). Outra diferenciação é considerar as dificuldades de aprendizagem na matemática. Estas são passageiras, de origem externa, leves e transitórias (SANTOS, 2017).

1.3 Diagnóstico

De acordo com o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais - DSM-5 (APA, 2013) a DD é definida como um transtorno específico de aprendizagem com prejuízo em matemática ou um transtorno de aprendizagem do desenvolvimento com prejuízo na matemática, conforme definição do manual de Classificação Internacional de Doenças - CID 11 (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS, 2004).

A DD é considerada um transtorno heterogêneo no qual as manifestações se expressam de maneira individual no funcionamento da cognição numérica, desenvolvimento e nas manifestações neuroanatômicas, neuropsicológicas e comportamentais (KAUFMANN et al.,

2013). Ela afeta a aquisição das habilidades aritméticas em crianças com inteligência normal em adequadas oportunidades de escolarização (GROSS-TSUR; MANOR; SHALEV, 1996; SHALEV; VON ASTER, 2008; SHALEV, 2004; VON ASTER et al., 2007).

Considerando os critérios do DSM-5 nos quais se avalia o histórico familiar, médico, escolar e de neurodesenvolvimento, para o diagnóstico de DD deve-se se atentar à: i) persistência dos sintomas por pelo menos seis meses, mesmo exposto à intervenção; ii) início dos sintomas desde o ensino infantil (precoce); iii) ausência de deficiência intelectual, acuidade visual ou auditiva reduzida, outros transtornos mentais ou neurológicos, problemas sociais e ambientais, falta de proficiência no idioma da instrução acadêmica, educação inadequada ou precária (APA, 2013; DELLATOLAS et al., 2000; HASKELL, 2000; ROTZER et al., 2009; SHALEV, 2004; VON ASTER; SHALEV, 2007). No entanto, apenas essas condições para o diagnóstico de DD são insuficientes no meio científico, pois há a necessidade de se distinguir os subtipos (HAASE; SANTOS, 2014; SANTOS, 2017). Para o diagnóstico, deve-se considerar também o critério estabelecido pelo instrumento diagnóstico específico adotado.

Por exemplo, a Bateria de Testes Neuropsicológicos para Processamento Numérico e Cálculo em Crianças, versão revisada, conhecida como ZAREKI-R (VON ASTER; DELLATOLAS, 2006), é um instrumento reconhecido internacionalmente que visa identificar e especificar o perfil das habilidades matemáticas em crianças no domínio do cálculo e do processamento de números (KOUMOULA et al., 2004). Na presente pesquisa o prejuízo da criança em pelo menos um desvio padrão em três dos 11 subtestes da Zareki-R ou em seu total, foram confirmatórios para o diagnóstico de DD, de acordo com Rotzer et al. (2009).

Nesse sentido, um conjunto de cientistas estipulou padrões para o diagnóstico, a partir da mensuração pelos testes padronizados nos quais deve-se considerar: 1) que o desempenho matemático esteja aquém do esperado para idade/escolaridade, considerando dois anos de discrepância entre o desempenho aritmético da criança e o ano escolar frequentado, verificando que o grau de dificuldade deve ser quantitativamente objetivo; 2) desempenho matemático abaixo da média esperada em pelo menos 1,5 desvios-padrão considerando a idade e escolaridade na medida específica de cognição numérica; 3) Quociente Intelectual (QI) dentro da normalidade ou esperado para a idade cronológica e; 4) resistência à intervenção (DEVINE et al., 2013; HAASE, et al., 2011; ROTZER et al., 2009; SANTOS et al., 2012). Além desses critérios, deve-se observar persistência de sintomas por, no mínimo, seis meses, início precoce, ausência de transtornos mentais ou neurológicos, falta de proficiência no idioma da instrução acadêmica e problemas sociais (APA, 2013).

Para a realização do diagnóstico da DD ainda faltam instrumentos validados para a população brasileira. Santos (2017) e Silva e Santos (2011) destacaram que o avaliador pode inferir se a dificuldade apresentada pelo escolar estaria relacionada a uma dificuldade acadêmica (por exemplo, tipos de métodos de ensino) ou à DD. Desse modo, para diagnosticar a DD, deve-se atentar para o baixo rendimento aritmético, mas também investigar outras disfunções. Uma das mais referidas relaciona-se ao Distúrbio Específico em Leitura e Escrita (LOPES-SILVA et al., 2014; LOPES-SILVA et al., 2018; VON ASTER; SHALEV 2007).

Destaca-se que a DD é uma condição intrínseca da criança, uma falha nos processos da numerosidade relacionada à cognição numérica, portanto diferencia-se do baixo rendimento acadêmico em matemática, popularmente referida como dificuldade em matemática que é uma condição extrínseca e potencialmente passageira (SANTOS, 2017).

É importante ressaltar que quanto mais alta é a nota de corte dos instrumentos usados no diagnóstico, menos precisa se torna a diferenciação entre “dificuldade” de aprendizagem ou “transtorno” de aprendizagem, ou seja, uma pessoa pode apresentar desempenho inferior na matemática, sem que isso corresponda a um transtorno. Neste sentido, nem todas as crianças com dificuldades em matemática possuem DD, pois algumas dificuldades podem ser causadas por fatores ambientais. De um lado, a DD possui um caráter intrínseco, um déficit inerente, persistente, e sobretudo grave; de outro lado está o Baixo Rendimento Escolar que possui um caráter extrínseco, tende a ser passageiro e transitório, caracterizado por déficits leves ou moderados (SANTOS, 2017). Estudos científicos baseados em manifestações genéticas e neuroanatômicas demonstraram que a DD é um transtorno de etiologia neurobiológica, embora fatores ambientais possam intensificar seus sintomas e expressão (DELLATOLAS et al., 2000; KOUMOLA et al., 2004) são insuficientes para causar uma discalculia.

1.4 Prevalência

A maior parte dos estudos relacionados à epidemiologia descreve que a prevalência de casos de DD varia de 3% a 6,5% (DEVINE et al., 2013). Na Inglaterra e Israel, a prevalência varia de 3 a 7% (BUTTERWORTH, 2005; SHALEV; MANOR; GROSS-TSUR, 2005). A prevalência de DD é similar à de dislexia, estimada entre 5% e 6% (DEVINE et al., 2013; DEVINE et al., 2017).

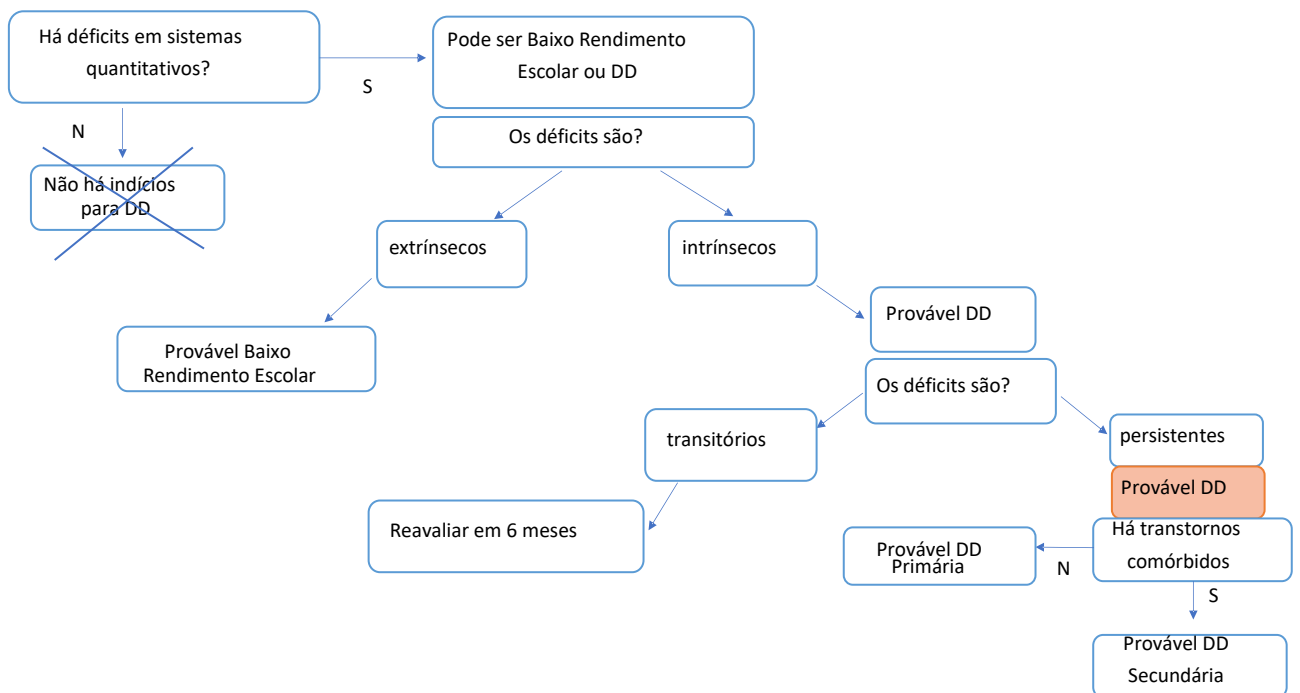
Os estudos brasileiros de Bastos et al. (2016) e Ribeiro e Santos (2020) realizaram avaliações neuropsicológicas e obtiveram prevalências de DD levemente mais altas (8%) que os estudos internacionais. Ao passo que Fortes et al. (2016), adotando critérios do DSM-5 e

desempenho aritmético, encontraram prevalência de 6% em crianças brasileiras. Um grande desafio a todos os pesquisadores é ter clareza de quais instrumentos de avaliação utilizar, bem como, quais critérios eleger para avaliar os reais prejuízos da DD, pois conforme apontado por Szűcs (2016), quanto mais alta a prevalência de casos de DD em determinado estudo, maior a chance de que nesse grupo tenha crianças com DD e com Baixo Rendimento Matemático.

Quanto aos subtipos a DD Primária se refere às crianças com disfunções da cognição numérica de origem intrínseca isoladas - na presença de recursos biopsicossociais -, adequados para aprendizagem. O termo DD Secundária se reserva para as disfunções quantitativas intrínsecas que são combinadas com outros déficits cognitivos, por exemplo, em memória operacional, habilidades visuoespaciais e funções executivas (BUTTERWORTH; KOVAS, 2013; GEARY, 2000; IUCULANO, 2016; KAUFMANN et al., 2013; SZÚCS et al., 2014; SZÚCS; GOSWAMI, 2013). Nesta última categoria estão também as crianças com comorbidades, nomeadamente os transtornos do neurodesenvolvimento, tais como Dislexia e Disortografia do Desenvolvimento (LANDERL; MOLL, 2010) e TDAH (KAUFMANN et al., 2013; KUHN et al., 2016)

A Figura 2 demonstra o raciocínio clínico essencial para diferenciar o Baixo Rendimento Escolar do provável diagnóstico de DD.

Figura 2 - Fluxograma para diagnóstico de DD.



Fonte: Adaptado de Santos (2020).

Legenda: N=Não; S=Sim

São raros os casos de indivíduos que possuem discalculia pura ou primária, cerca de 33,33% (KAUFMANN et al., 2013; LANDERL, 2015). A outra parte da porcentagem (66,66%) representa indivíduos com discalculia associada a outros transtornos ou disfunções cognitivas não numéricas (DOWER; KAUFMANN, 2009; KAUFMANN et al., 2013). Estudos que correlacionam a DD com a manifestação de outros transtornos constataram que 15% das crianças com DD apresentavam falta de coordenação motora, 11% dificuldades visuoespaciais, 10% dificuldades com a linguagem oral, 32% dificuldades de leitura, 21% dificuldades de ortografia, 6% sintomas depressivos, 8% sintomas de ansiedade e 42% TDAH (DESOETE, 2008).

Referente ao sexo na manifestação da DD há divergências nos resultados encontrados nas pesquisas. Estudos como os de Devine et al. (2013) e Gross Tsur, Manor e Shalev (1996) apontaram a prevalência em meninas, enquanto os estudos de Bastos et al. (2016), Koumoula et al. (2004) e Murphy et al. (2007) relataram a prevalência em meninos. Importante destacar que o fato de ter mais casos em determinado sexo não implica que este apresente desempenho superior ao outro (GROSS TSUR; MANOR; SHALEV, 1996; KOUMOULA et al., 2004).

Santos (2017) alerta que ao estudar as variáveis *desempenho aritmético* e *sexo* é necessário especificar os critérios diagnósticos adotados e quais variáveis de controle foram utilizadas nos estudos porque outras variáveis podem confundir a relação entre sexo e aritmética, por exemplo, o nível de leitura. Da mesma forma, deve-se analisar que, apesar de secundários, fatores socioculturais e cognitivos podem esclarecer algumas distinções associadas ao sexo nas habilidades aritméticas (DEVINE et al., 2013; ROSSELI et al., 2009).

1.5 Ansiedade à matemática

Ashcraft e Krause (2005), Alloway e Passolunghi (2011), Iuculano (2016), Kaufmann et al. (2013) e Santos (2017) explicam que independentemente de a criança apresentar dificuldade ou transtorno na aprendizagem da matemática, essas crianças são particularmente mais vulneráveis a qualquer tipo de estresse na aprendizagem, visto não compreenderem os conceitos que são cumulativos. Notavelmente, aparece a ansiedade à matemática (AM) como resposta emocional (negativa) a essas situações que prejudicam a performance da criança em diversas atividades matemáticas (DOWKER; SARKAR; LOOI, 2016). Além disso, a AM tem sido estudada como uma causa proeminente de dificuldades matemáticas em escolares (DOWER; SARKAR; LOOI, 2016) e tem sido formalmente vinculada à DD (IUCULANO,

2016; PASSOLUNGI et al., 2016; RUBINSTEIN; TANNOCK, 2010), embora nem todas as crianças com baixo rendimento aritmético e DD apresentem ansiedade quanto a matemática.

Referente à manifestação da ansiedade na matemática e a relação com as emoções, Weinstein (2016) caracteriza a AM como sentimentos de apreensão, angústia e ansiedade que interferem no manejo dos números e na resolução de problemas numa variedade de acontecimentos da vida cotidiana e escolar da criança. A ansiedade pode ser expressa de diferentes formas, como sentir-se inquieto, angustiado, com medo ou decepcionado frente a situações ansiogênicas como entrar na aula e receber a nota de uma prova de matemática (DEVINE et al., 2013).

O interesse no estudo dessa correlação entre DD e AM vem aumentando substancialmente nos últimos anos. Devine et al. (2017) realizou estudo com crianças com idade entre oito e 13 anos e mostrou que 20% das crianças com DD apresentavam ansiedade frente à matemática. Como conclusão, pontuou que crianças com DD são duas vezes mais propensas a manifestar AM elevada do que crianças com desenvolvimento típico. Entretanto, a maioria das crianças com AM elevada (77%) apresentaram desempenho médio na matemática, confirmando que AM não é exclusivo às crianças com DD.

O primeiro estudo utilizando Imagem por Ressonância Magnética Funcional (fMRI) de crianças com DD foi realizado por Young, Wu e Menon (2012). O objetivo foi investigar crianças de sete a nove anos e sua correlação com os aspectos neurais da AM. Quarenta e seis crianças efetuaram problemas aritméticos enquanto sua atividade cerebral era monitorada. Os resultados evidenciaram que crianças com elevado nível de AM manifestaram maior ativação da amígdala direita que foram associadas às emoções negativas e medo, e inibição da ativação de conexões parietais e dorsolaterais do córtex pré-frontal, durante o desempenho na matemática. Os autores concluíram que há correlação entre estrutura cerebral e os aspectos emocionais na AM e que há propriedades cognitivas específicas envolvidas.

Um outro estudo de referência na área é o estudo de Hartwright et al. (2018). Os autores aferiram o desempenho neurocognitivo e morfometria baseada em voxel (VBM) de 79 crianças com desenvolvimento típico, com idades entre sete a 12 anos para conhecer a estrutura cerebral correlacionada a AM e aos seus níveis analisados pela Escala de Ansiedade a Matemática (EAM). Os resultados demonstraram altos níveis de AM nas crianças com reduzida capacidade atencional, memória operacional e desempenho aritmético, comparado com a redução da massa cinzenta no IPS anterior esquerdo. O estudo ressaltou o papel da memória operacional associada ao prejuízo em aritmética em crianças com AM elevada (SKAGERLUND et al., 2019).

Observa-se na sociedade a crença de que a matemática é de difícil compreensão e portanto, ter habilidade matemática é para poucos. Carmo e Simionato (2012) salientam que os medos e experiências aversivas estão inseridos no ambiente familiar e educacional e muitas vezes é algo aprendido baseado nas experiências que as crianças têm com os adultos (CARMO; SIMIONATO, 2012).

Estudos como os de Käser et al. (2013), Kaufmann et al. (2013), Santos (2017) e von Aster et al. (2015) pontuam que as crianças com DD são elegíveis para a intervenção, pois apresentam dificuldades no processamento de magnitude numérica (“senso numérico”) acompanhados por prejuízos normalmente em memória operacional, dificuldades atencionais e/ou dificuldades em processamento espacial da informação. Além disso, os autores afirmam que os alunos devem ser investigados no contexto escolar, pois acarretam um impacto negativo em suas vidas, gerando prejuízos psicológicos (como baixa autoestima, sentimento de insegurança, ansiedade para aprender matemática), além dos impactos na vida familiar e na participação da sociedade.

Ashcraft e Kirk (2001) enfatizam que a AM tem uma repercussão direta no desenvolvimento e execução das tarefas matemáticas. Conhecimentos neurocientíficos, tais como os realizados por meio do desenho experimental de Estudos Controlados Randomizados (RCT) podem possibilitar intervenções mais direcionadas, precisas e efetivas e consequentemente contribuir para a prática do professor.

1.6 Estudo Clínico Randomizado e Controlado (RCT)

A atividade Psicológica Baseada em Evidências define-se como a prática que se fundamenta na busca de excelência científica que está pronta para auxiliar nas melhores decisões e cuidados com o cliente (MELNIK; SOUZA; CARVALHO, 2014). De acordo com Leonardi e Meyer (2015), o uso de evidências científicas para nortear atuações psicológicas encontra-se no centro de discussões internacionais e são recentes no Brasil. Melnik, Souza e Carvalho (2014) sinalizam a necessidade de esclarecer o que de fato constitui essa prática para que as resistências ao seu uso possam diminuir e o conhecimento gerado por ela avance.

A escolha da excelência científica levará em conta a “eficiência, eficácia e segurança das intervenções psicoterápicas” (MELNIK; SOUZA; CARVALHO, 2014, p. 80). Em termos de níveis de evidência, as revisões sistemáticas de literatura e meta-análises figuram como o nível I, uma vez que reúnem informações científicas confiáveis e precisas, o RCT encontra-se

como o nível II de evidência e os estudos de caso são apontados como aqueles que apresentam menos evidência científica (HOWICK et al., 2011; MELNIK; SOUZA; CARVALHO, 2014).

O RCT se caracteriza como um estudo experimental que avaliará os efeitos de tratamentos, medicamentos ou intervenções em participantes humanos, uma vez que testará os efeitos de uma intervenção comparando-a a uma condição controle ou uma intervenção padrão (MACHIN; FAYERS, 2010; OLIVEIRA; PARENTE, 2010), sendo a distribuição dos participantes em dois ou mais grupos realizados de forma randomizada (CARVALHO; SILVA; GRANDE, 2013). Além disso, tem o caráter duplo-cego em que tanto o pesquisador como os participantes não sabem quem participa de determinado grupo, o que reduz as influências de variáveis estranhas e a probabilidade de viés nos resultados (OLIVEIRA; PARENTE, 2010).

O delineamento, execução e os resultados obtidos por um RCT contribuem com um *corpus* de conhecimento produzido em determinada área, além de auxiliar o profissional nas suas escolhas em relação a intervenções que beneficiem o cliente (MACHIN; FAYERS, 2010).

No contexto dos estudos envolvendo o ensino de habilidades matemáticas, há pesquisas que utilizaram delineamento RCT para verificar os efeitos de programas de intervenções preventivos, destinados a crianças que estavam iniciando sua vida escolar como Fuchs et al. (2005), e que apresentavam dificuldades matemáticas como Bryant et al. (2011). Também há estudos que avaliaram o impacto de intervenções como o uso de ábaco mental nas habilidades matemáticas de crianças indianas (BARNER et al., 2016), exposição de crianças entre quatro a cinco anos a um programa de matemática (LEWIS-PRESSER et al., 2015) e a exposição de crianças a pequenas modificações na apresentação de problemas matemáticos (MCNEIL; FYFE; DUNWIDDIE, 2015).

Um dos desafios de pesquisadores da área é identificar meios confiáveis e efetivos de tornar o ambiente atrativo e motivador para a aprendizagem, por exemplo, buscando no mundo digital jogos adaptativos baseados em descobertas de neurociência. Segundo Kulik e Kulik (1991), Schoppek e Tullis (2010) e Kucian et al. (2011) o computador é um meio atrativo para as crianças e pode funcionar como uma ferramenta para o ensino de habilidades matemáticas.

1.7 Mundo digital e intervenções computadorizadas

Segundo resultados apresentados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2017), a internet está presente em 74,9% das casas brasileiras, na região sudeste o índice é de 81,1%. O telefone móvel celular aparece como o dispositivo de comunicação utilizado com maior frequência para acessar a *internet*, além disso, 43,4% dos domicílios

possuem microcomputador e apenas 13,7% possuem *tablets*. As comparações referentes aos índices de anos anteriores apontaram para um crescimento no acesso às tecnologias e ao uso dela.

Com relação ao uso das tecnologias de informação (TIC) no contexto educacional, a pesquisa TIC Educação (NÚCLEO DE INFORMAÇÃO E COORDENAÇÃO DO PONTO BR – NIC.br, 2020) realizada em 2019 com 1.338 instituições (com participação de alunos, professores, diretores e coordenadores) encontrou, entre os seus resultados, que 83% dos estudantes de escolas urbanas eram usuários de *internet*, todavia, observaram diferenças com relação às regiões brasileiras. No Sudeste, a porcentagem de alunos usuários de *internet* foi de 88%. Quanto ao dispositivo para acessar à *internet*, 98% dos estudantes das redes públicas e particulares de áreas urbanas usaram o celular, sendo que 18% só acessavam a *internet* pelo celular. Com relação à disponibilidade de computadores para acessar a *internet*, 39% dos alunos de escola pública de área urbana relataram não ter computador em casa e 82% dos professores da rede pública de área urbana informaram que havia um número insuficiente de computadores por aluno e que isso era um dos fatores que dificultava o uso da *internet* como um recurso educacional. Das escolas urbanas investigadas, 26% informaram que não tinham computador disponível para os alunos utilizarem para fins educacionais.

Os estudos científicos têm se adaptado ao avanço da tecnologia, por meio da inserção de computadores, *tablets* e uso de outras ferramentas para a coleta dos dados e realização de intervenções. Quanto aos estudos que trabalham com crianças que apresentam dificuldades matemáticas, observam-se investigações a respeito da eficiência de diversos tipos de intervenção, que trabalham com crianças de diferentes idades e treinam diversas habilidades, utilizando como uma das modalidades de intervenção o treino computadorizado (CHODURA; KUHN; HOLLING, 2015).

Chodura, Kuhn e Holling (2015), em uma meta-análise com 35 estudos, identificaram que diferentes intervenções, como treinos baseados em computador, adaptativos, que utilizaram instrução direta, instrução assistida, individual e em grupo, que ensinavam competências numéricas básicas, influenciaram diferentes grupos de crianças com dificuldades. Especificamente, observaram que as intervenções computadorizadas foram consideradas bem-sucedidas. O uso de computadores sugere alcançar bons resultados por colocar menor demanda sobre os instrutores e motivar os estudantes. Em geral, observou-se que treinamentos mais longos e com instruções assistidas foram mais efetivos. As crianças em risco maior para DD apresentaram melhores resultados com o uso de treinos não-adaptativos, como por exemplo, o treinamento para resolução de problemas, bem como o treinamento de sujeito único.

Entre os estudos revisados por Kucian et al. (2011), cinco utilizaram treino computadorizados e treinaram habilidades de linha numérica mental em 10 a 12 sessões de 20 a 30 minutos cada, com crianças entre o terceiro a quinto ano escolar e identificaram que os treinos foram efetivos, contudo, as crianças não se dedicaram sem o tutor.

Drigas et al. (2016) utilizaram testes *on-line* para mensurar habilidades dos participantes e treinaram identificação, resolução de problemas matemáticos e padrões aritméticos utilizando várias ferramentas de auxílio matemático por meio de computadores e dispositivos móveis com testes e jogos interativos para promover a criatividade e o progresso das crianças participantes. Os autores discutiram a inserção no futuro das tecnologias de comunicação e informação para o ensino, principalmente de crianças com DD, e revelaram que o uso das tecnologias na educação, especialmente com crianças com DD, pode ser efetivo.

Entre os programas de treinamento computadorizados utilizados para ensinar habilidades matemáticas às crianças que apresentam DD, o *Calcularis®* se apresenta como uma possibilidade eficaz (MICHELS; O’GORMAN; KUCIAN, 2018). O *Calcularis®* é baseado em fundamentos neurocognitivos teóricos da cognição numérica, como o modelo de código triplo (DEHAENE, 1992), o modelo de desenvolvimento de quatro etapas (VON ASTER; SHALEV, 2007) e outros avanços teóricos (KUCIAN; KAUFMANN, 2009). Foi desenvolvido por terapeutas, professores, uma equipe de neurologistas e cientistas da computação da Universidade de Zurique e do Instituto Federal Suíço de Tecnologia em Zurique (Dybuster *Calcularis®*). Foi lançado na Suíça em 2013 e aqui no Brasil em 2017.

O *Calcularis®* combina o treino de numerosidade com o treino de habilidades aritméticas (KÄSER et al., 2013) e apresentou efeitos positivos para subtração e linha numérica em crianças expostas a um mínimo de 24 sessões de 20 minutos cada durante seis a oito semanas (RAUSCHER et al., 2016), e para a precisão da resolução de tarefas de linha numérica no papel e resolução de tarefas de adição e subtração corretas, melhorando a apresentação numérica mental em crianças com DD (MICHELS; O’GORMAN; KUCIAN, 2018).

1.8 Reabilitação e Treino Cognitivo

Santos (2017) explica que a intervenção em DD deve se iniciar o mais precocemente possível, enfocando conhecimentos aritméticos básicos, tais como trabalhar a capacidade de realizar estimativas precisas e rápidas (contagem de itens não simbólicos), utilizar a linha numérica, habilidades de transcodificação e comparação de magnitudes simbólicas. Em

estratégias pedagógicas, a ênfase deve ser feita nos materiais concretos e na elaboração de experiências com matemática, sendo oferecido *feedbacks* sobre o desempenho das crianças.

De acordo com a OMS (1995), a reabilitação no ramo da saúde é considerada como “prevenção terciária”, ou seja, ao contrário de promover saúde (primária) ou de monitorar a evolução de doenças (secundária), possui a meta de diminuir a manifestação de várias sintomatologias clínicas já manifestadas. A Reabilitação Cognitiva é a expressão de elementos da Reabilitação Neuropsicológica e pode manifestar-se de forma metacognitiva, compensatória ou restaurativa, sendo sua função central o treino cognitivo (PRIGATANO, 2000).

A Reabilitação Neuropsicológica é um termo que vem se afirmando no Brasil. Ela pode ser conceituada como um procedimento com metas que objetiva reeducar, reequilibrar e manejar as alterações cognitivas (GUIMARÃES; MONTEIRO, 2019). Todavia, Gindri et al. (2012) destacaram que

em nível internacional, mesmo que esta nomenclatura esteja sendo bastante usada, sendo inclusive nome de periódico científico (*Neuropsychological Rehabilitation*), muitas revisões teóricas e estudos empíricos são ainda encontrados com diferentes descritores. Destacam-se os termos associados a “cognitivo(a)” ou “neuropsicológico(a)”: reeducação, readaptação, (re)treinamento, intervenção, terapia, tratamento, remediação, entre outros. De modo geral, todo o processo de intervenção neuropsicológica em nível terciário de saúde baseia-se no conhecimento da plasticidade cerebral ou neural (p. 348).

Às crianças sob risco de fracasso escolar, oferece-se uma assistência precoce para denominada “resposta à intervenção” (RTI, do inglês *response to intervention*) que tem como objetivo oferecer uma assistência precoce para crianças sob risco de fracasso escolar. A intervenção tem vários níveis específicos em que o professor tenta solucionar o problema de cada criança. A persistência dos déficits mesmo após a RTI seria confirmatória do diagnóstico de DD, uma vez que a DD é resistente às remediações (DEVINE et al., 2013; HAASE et al., 2011). Uma grande vantagem da RTI é a redução de diagnósticos com falsos positivos, pois as crianças que apresentam disfunções da numerosidade em decorrência de ensino inadequado se tornariam casos raros ou inexistentes, entretanto, esta estrutura poderia atrasar o diagnóstico de DD e a escolha de uma intervenção mais específica para estes casos (SANTOS, 2017).

Os treinos cognitivos fundamentados em métodos e técnicas possuem grande potencial para transferência, dentre eles o treinamento computadorizado (RIBEIRO; SANTOS, 2015). No entanto, é relevante discriminar transferência proximal, no qual avalia-se e observa-se a melhora na mesma habilidade treinada, da transferência distal, na qual outras habilidades não treinadas revelam melhorias após o treino cognitivo (KARBACH; UNGER, 2014).

Estudos como de Ribeiro e Santos (2015) demonstram que os ganhos cognitivos após treinos computadorizados ou após os treinos musicais são produzidos por mecanismos de neuroplasticidade. Os achados sugerem que o treino cognitivo computadorizado tende a produzir transferências proximais, enquanto o treino musical produz transferências distais. No entanto, é difícil comparar os tipos de treinos cognitivos visto que há uma grande variedade no que se refere ao tipo, duração, intensidade e metodologia adotada em cada programa (KARBACH; UNGER, 2014).

No campo da DD, Dowker (2004) desenvolveu uma revisão na qual levanta propostas de intervenção e, dentre elas, destaca os programas computadorizados focados na linha numérica mental e no sistema ordinal. Os estudos como os de Kaufmann e Von Aster (2012) demonstram que na remediação da DD é imprescindível desenvolver: habilidades numéricas básicas; consolidação de representações espaciais dos números; desenvolvimento de raciocínio aritmético; conhecimento de procedimentos para o cálculo e; automatização para as regras matemáticas.

As ações interventivas mais adequadas são as que se adaptam à individualidade das crianças, realizadas com consideráveis repetições e em sessões individuais, bem como programas estruturados hierarquicamente, mesclando conteúdos numéricos presentes no currículo bem como os que não estão presentes e que articulam a motivação/interesse mediante reforçadores positivos focados na redução da ansiedade à matemática (KUCIAN; VON ASTER, 2015).

Estudos internacionais já foram realizados utilizando treinos computadorizados para desenvolver habilidades matemáticas, especialmente programas para crianças do ensino fundamental (DOWKER, 2001; DOWKER, 2003; FUCHS et al. 2006; KUCIAN et al., 2011; LENHARD et al., 2011; VAN LUIT; NAGLIERI, 1999). Esses estudos envolveram diversas habilidades, como a abordagem de habilidades numéricas básicas e o estabelecimento da linha numérica mental (WILSON et al., 2006), sendo que outros focaram no conhecimento de fatos aritméticos (FUCHS et al., 2006; VAN LUIT; NAGLIERI, 1999) ou alinhados ao currículo escolar (LENHARD et al., 2011). Outro procedimento eficaz combinou a formação de capacidades numéricas básicas com a formação do conhecimento aritmético (DOWKER, 2001; DOWKER, 2003; KUCIAN et al., 2011).

Especificamente, as intervenções realizadas com amostras de crianças com DD treinaram comparações numéricas, com reforço nas ligações entre espaço e número, resultando em melhoras significativas para a cognição numérica, contudo os efeitos não se generalizaram para as habilidades de contagem e aritmética (RASANEN et al., 2009; WILSON et al., 2006).

O estudo de Kucian et al. (2011), de relevância para a área, teve como objetivo promover o desenvolvimento da linha numérica mental através do programa *Rescue Calcularis*. Após cinco semanas de treino (20 minutos por dia, cinco dias por semana), as 38 crianças com e sem DD que participaram do estudo manifestaram melhorias, tanto na representação numérica espacial quanto em aritmética. Esse estudo exibiu a eficácia desse tipo de intervenção, porém o foco envolveu habilidades específicas da matemática e forneceu programas de adaptação limitada.

Käser et al. (2013), na Suíça, aplicando os elementos centrais do programa *Rescue Calcularis* (Kucian et al., 2011) realizaram uma investigação com o objetivo de promover um desenvolvimento mais completo das competências matemáticas, associando a numerosidade com diversas representações numéricas e utilizando modos mais flexíveis para cada usuário. Trinta e dois alunos com DD e com dificuldades de aprendizagem em matemática participaram do treino durante seis a 12 semanas (20 minutos por dia, cinco vezes por semana). Os resultados do treinamento foram analisados por meio de testes neuropsicológicos, os quais evidenciaram ganhos significativos em representação numérica e operações aritméticas, além de progressos nas habilidades matemáticas.

Rauscher et al. (2016), na Alemanha, realizaram um estudo com 138 crianças com desenvolvimento típico que cursavam do segundo ao quinto ano ao longo de 24 sessões, 20 minutos cada, por um período de seis a oito semanas. Os resultados mostraram efeitos significativos na subtração e linha numérica.

Utilizando também o programa *Calcularis®*, Kohn et al. (2020) na Alemanha, avaliaram os fatores que afetam a capacidade de resposta individual da criança com um grupo de 67 crianças com DD cursando do segundo ao quinto ano, sendo um grupo de treinamento e outro de espera, por um período de 42 sessões, 20 minutos cada por 13 semanas. Os resultados demonstraram melhoras nas habilidades de adição, subtração e estimativa de linha numérica.

Nascimento (2019) no Brasil, avaliou 66 crianças, após terem realizado o treino cognitivo com o programa *Calcularis®* e constatou que a intervenção computadorizada não reduziu os sintomas de ansiedade à matemática, diferentemente dos estudos de von Aster (2015) e de Devine et al. (2017). Mais detalhes sobre esse estudo encontram-se apresentados no método.

Estudos prévios já demonstraram que as intervenções pedagógicas convencionais não são efetivas para crianças com DD (DEVINE et al., 2013; MAZZOCO; RÄSÄNEN, 2013), assim como não são necessários tratamentos medicamentosos (IUCULANO, 2016). Uma vez definido o diagnóstico, é responsabilidade do neuropsicólogo delinear a intervenção (SANTOS,

2015), que certamente será direcionada nas manifestações da DD (Primária ou Secundária). Os estudos de remediação neuropsicológica comprovaram sua eficiência pelas respostas cognitivas, comportamentais e morfológicas na comparação pré e pós-treino, no entanto, o custo é alto, a logística complexa e há poucos estudos interventivos com rigor científico. Além disso, os estudos de remediação no campo da DD ainda são recentes, muitos não foram conclusivos, e no Brasil pode-se dizer que o presente estudo e o conduzido por Nascimento (2019), decorrentes de Santos (2019) são pioneiros.

2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste estudo foi avaliar os efeitos do treino computadorizado Calcularis® sobre a cognição numérica, as habilidades intelectuais, mnemônicas, executivas e escolares de crianças com DD. Sendo elencados como objetivos Específicos:

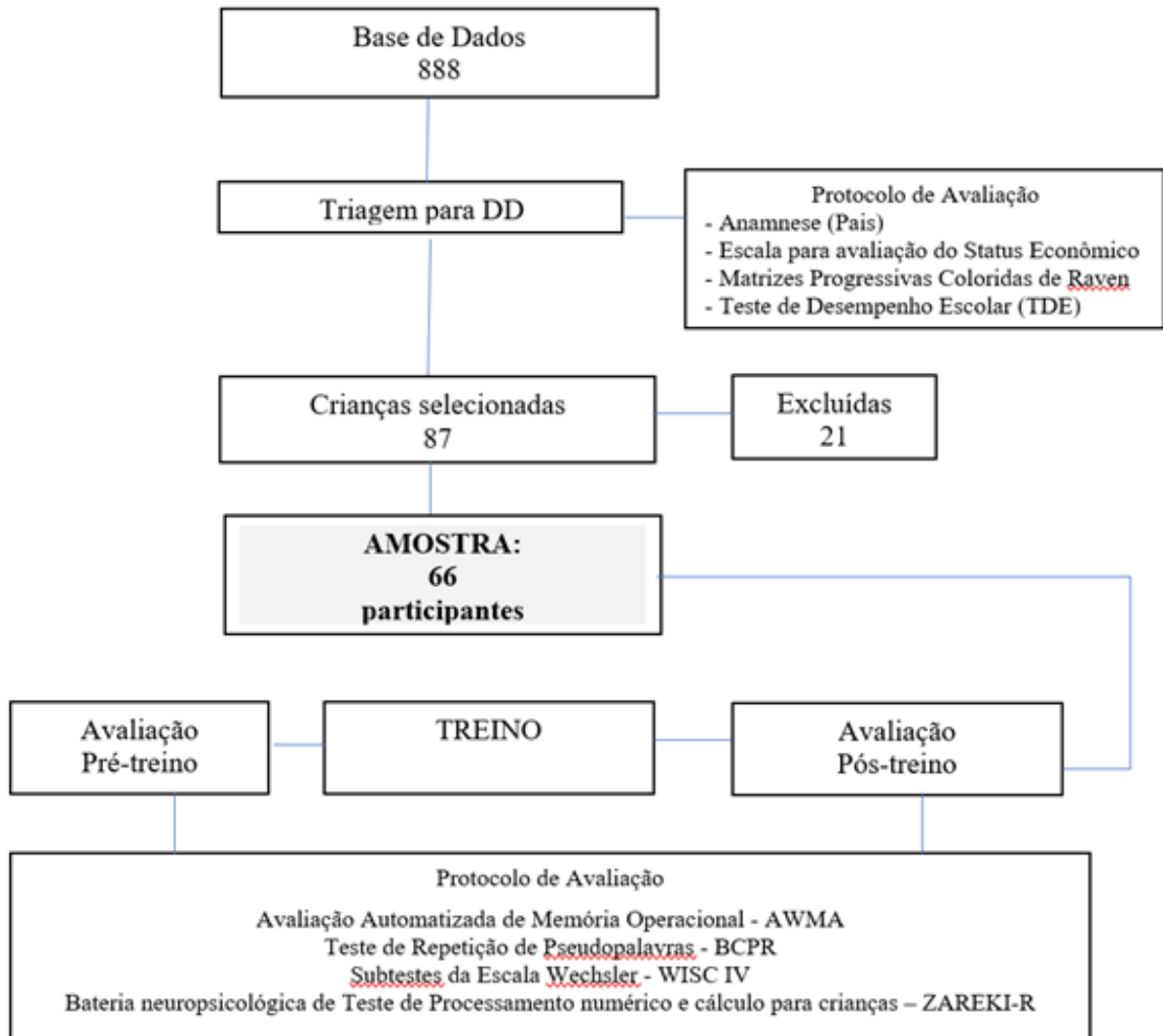
- Identificar e caracterizar o perfil de crianças com DD em relação a um grupo de crianças com desenvolvimento típico (DT) – descritos como **Estudo 1**.
- Compreender o funcionamento neuropsicológico de crianças com Discalculia do Desenvolvimento (DD) no que se refere à cognição numérica, às habilidades intelectuais, mnemônicas, executivas e escolares antes e após o treino computadorizado Calcularis® bem como verificar a eficiência desse treino no aprendizado da matemática junto aos alunos identificados com DD – descritos como **Estudo 2**.

3 MÉTODO GERAL

Nesta seção são apresentados aspectos metodológicos comuns aos dois estudos que compõem esta tese. Posteriormente apresenta-se o método e a análise específica empregada em cada um dos estudos. Vale ressaltar que os estudos decorreram de um projeto coordenado pela Profa. Dra. Flávia Heloísa Santos, intitulado “Efeitos de um treino computadorizado em crianças com Discalculia do Desenvolvimento: uma análise neuropsicológica” que contemplou a coleta de dados (aqui denominada triagem) de um grupo de 888 crianças de cinco escolas públicas da cidade de Bauru, São Paulo. O projeto teve o objetivo de identificar/rastrear crianças com indicadores de Discalculia do Desenvolvimento e, posteriormente, oferecer uma intervenção computadorizada com a finalidade de analisar os efeitos do treino computadorizado Calcularis® nas habilidades cognitivas e na ansiedade à matemática. Os dados derivados dessa coleta compuseram uma base de dados utilizados nesta tese, bem como no estudo de mestrado de Nascimento (2019), cujo objetivo da dissertação foi analisar aspectos de ansiedade à matemática em resposta à intervenção. As avaliações e treinos computadorizados, empregados

e sob a análise da pesquisadora da presente tese, teve como objetivo geral avaliar os efeitos do treino computadorizado nas habilidades cognitivas das crianças identificadas com DD, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Fluxograma para a composição da amostra



Fonte: Elaborado pela autora.

Embora a presente pesquisa e a tese de Nascimento (2019) apresentem especificidades relacionadas aos objetivos e análise dos dados, as descrições referentes aos aspectos éticos, local da pesquisa, procedimentos de coleta de dados, bem como instrumentos utilizados são comuns a ambos os estudos, e, portanto, apresentam similaridades. Todavia, aqui serão replicadas informações para que o leitor possa compreender a natureza deste estudo. Informações mais específicas sobre Nascimento (2019) podem ser verificadas em:

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/190803/nascimento_jm_me_bauru.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

3.1 Aspectos Éticos

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (processo 2.100.060/2017 - Anexo A). A triagem ocorreu após anuência dos pais e/ou responsáveis atestada por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo B) e do assentimento da criança participante por meio do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE - Anexo C). Ao final do estudo: 1) as crianças do grupo controle (GC) receberam treino computadorizado; 2) a equipe pedagógica e os responsáveis pelas crianças receberam *feedback* sobre os resultados das avaliações e da intervenção; 3) houve reunião coletiva (psicoeducação) para todos os adultos envolvidos e; 4) para as crianças diagnosticadas houve encaminhamento para serviços especializados.

Pode-se declarar que não houve conflito de interesse, pois apesar do uso do *software* Calcularis® ter sido concedido pela empresa Dybuster, que colaborou ainda com a aquisição dos *tablets* e ajustes necessários na configuração do *software* para o funcionamento adequado nos dispositivos, o desenho experimental, a coleta, a análise e interpretação de dados foram realizados de forma independente.

A empresa Dybuster não teve acesso aos processos de aleatorização, avaliação e treino das crianças, sendo cega nessas etapas, bem como na análise dos dados. A empresa receberá uma cópia do manuscrito submetido para publicação. Ressalta-se que os *tablets* fornecidos pela Dybuster foram doados à UNESP-Bauru sob a tutela da Faculdade de Ciências e da Pós-Graduação em Psicologia do Desenvolvimento e Aprendizagem para o desenvolvimento de futuras pesquisas.

3.2 Local do Estudo

Este estudo foi realizado na cidade de Bauru, interior de São Paulo. A triagem que permitiu a composição do banco de dados perdurou por dois anos consecutivos (2017-2018) e ocorreu em cinco escolas de ensino fundamental anos iniciais (duas estaduais e três municipais) com alunos do 3º e 4º anos.

3.3 Procedimento de coleta dos dados/triagem

Após autorização da Secretaria Municipal de Educação de Bauru (ANEXO D), realizaram-se visitas às escolas, momento em que foram apresentados os objetivos dos projetos para a equipe gestora e pedagógica. Posteriormente, os pais/responsáveis pelas crianças foram convidados a participarem de reunião escolar em que receberam explicações sobre os estudos, bem como seus objetivos e procedimentos, ensejo para a autorização da participação de seus filhos, por meio da assinatura do TCLE.

Em nova data, os pais que concordaram que seus filhos participassem dos estudos, compareceram à escola para preenchimento (aplicação coletiva) dos instrumentos referentes ao nível socioeconômico (ABEP, 2018) e anamnese (aplicação individual). Alguns pais/responsáveis que não puderam participar da reunião responderam aos instrumentos via contato telefônico.

Com os alunos que aceitaram participar do estudo, matriculados nos 3º e 4º anos das cinco escolas, a coleta de dados/triagem foi realizada em dois anos consecutivos, entre abril de 2017 e março de 2018, tendo como objetivo avaliar as habilidades de desempenho escolar, raciocínio abstrato e cognição numérica.

Os instrumentos encontram-se citados e descritos em cada um dos estudos, sendo que as aplicações ocorreram nas escolas, no horário regular de aulas, em salas livres de ruído ou de estímulos audiovisuais distratores. Na coleta realizada com as crianças, o único teste aplicado coletivamente foi para verificar o desempenho escolar. Compuseram a amostra somente os alunos que atingiram os critérios descritos no item: *4.2.1. Participantes* (Estudo 01).

3.4 Tratamento dos dados após triagem

A análise de dados foi realizada por estatística descritiva e inferencial, utilizando-se o *software IBM Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versão 25.0*. Cada estudo teve análises estatísticas específicas que serão descritas oportunamente.

4 ESTUDO 1 - Triagem: Identificação das Crianças com Discalculia do Desenvolvimento

4.1 OBJETIVOS

Identificar e caracterizar o perfil de crianças com DD em relação a um grupo de crianças com desenvolvimento típico (DT).

4.2 MÉTODO

4.2.1 *Participantes*

Participaram da triagem 888 alunos matriculados no 3º e 4º anos do ensino fundamental anos iniciais das cinco escolas lócus de pesquisa. Para tanto, foram utilizados como critérios de inclusão:

- Indicação de alunos, por seus professores, quanto às dificuldades de aprendizagem, em especial para matemática;
- Nota de corte no teste de aritmética: ≤ 9 (alunos do 3º ano) ou ≤ 14 (alunos do 4º ano), conforme teste de desempenho escolar (STEIN, 1994);
- Inteligência preservada.

Os critérios de exclusão utilizados foram:

- Diagnóstico pré-existente de transtornos neurológicos, psiquiátricos e/ou de deficiência intelectual;
- Histórico de reprovação escolar;
- Uso de medicamentos/substâncias psicoativas, identificados pelo relato dos pais no decorrer da anamnese.

4.2.2 *Instrumentos*

4.2.2.1 *Instrumentos utilizados na entrevista com pais e/ou responsáveis*

a) **Anamnese** (SANTOS, 2002) consistiu em um questionário semiestruturado, composto por questões abertas e fechadas, que investigam as dimensões: social, educacional, psicológica e de saúde do desenvolvimento do participante.

b) **Escala para avaliação do Status Econômico** (Associação Brasileira de Empresa de Pesquisa - ABEP, 2018) que verifica o poder de compra de famílias urbanas, categorizando-as

em classes econômicas de A até E. No período da coleta o salário-mínimo variou de R\$ 880,00 (2016) a R\$ 954,00 (2018). Os valores salariais para cada status econômico são referentes ao último documento da ABEP publicado em 2016.

4.2.2.2 Instrumentos de Triagem com a criança

a) Matrizes Progressivas Coloridas de Raven (MPC) – Escala Especial (ANGELINI et al., 1999). Trata-se de um teste padronizado de raciocínio visual abstrato não verbal que avalia o desempenho intelectual e o raciocínio visuoespacial de crianças entre cinco e 11 anos. Apresenta-se na forma de caderno com gravuras coloridas com três séries de doze itens que aumentam a dificuldade progressivamente. Em cada item consta uma figura incompleta e seis opções de resposta. A pontuação obtida pelo escore bruto total gera um percentil conforme o esperado para a idade, correspondendo a: intelectualmente superior; acima da média; intelectualmente médio; e, abaixo da capacidade intelectual. Esse teste também foi utilizado para comparação cognitiva, além de selecionar apenas as crianças com inteligência preservada (critério de inclusão). O tempo de aplicação foi de 15 minutos.

b) Teste de Desempenho Escolar (TDE) (STEIN, 1994)¹ – Avalia a escrita, a aritmética e a leitura por meio de três subtestes, gerando pontuação por subteste e geral com a soma dos escores de cada subteste. No subteste escrita é necessário que a criança escreva seu nome e mais 34 palavras em forma de ditado. No subteste aritmética deve solucionar oralmente três problemas e outras 35 operações por escrito. No subteste leitura deve ler 70 palavras. A aplicação durou em média 20 minutos.

4.2.3 Procedimento de coleta dos dados

A descrição da coleta dos dados deste estudo encontra-se no método geral.

4.2.4 Procedimento de análise de dados

As variáveis quantitativas contínuas, quantitativas discretas e qualitativas ordinais foram descritivamente analisadas por meio do cálculo da(o): média, mediana, mínimo, máximo, primeiro quartil, terceiro quartil e desvio-padrão. As variáveis qualitativas nominais foram

¹ O TDE foi atualizado pela autora e colaboradores em 2019, todavia, como a coleta dos dados ocorreu em 2017 e 2018, a versão do teste utilizada foi a de 1994.

analisadas descritivamente por frequência e porcentagem. Os dados foram gerados pelo SPSS versão 25.0.

4.3 RESULTADOS

Das 888 crianças que participaram da triagem, na escola 1 foram avaliados 102 alunos, e três preencheram os critérios para DD (2,9%). Na escola 2, dos 170 alunos avaliados, 21 (12,3%) tinham indicativo; na escola 3, dos 143 alunos avaliados, 10 (6,9%) foram identificados. Na escola 4, dos 107 alunos avaliados no primeiro ano, 12 (11,2%) tinham perfil. No segundo ano de avaliação, dos 110 alunos avaliados, 12 (10,9%) foram selecionados na escola 4; e na escola 5 dos 256 alunos triados, 29 (11,3%) tinham indicativo para participar do estudo.

4.3.1 Características sociodemográficas dos participantes da triagem

As características sociodemográficas das crianças que participaram da triagem encontram-se apresentadas na Tabela 1. Conforme observado, 52,5% das crianças eram do sexo masculino, 46,7% tinham nove anos e 52,1% cursavam a quarta série. Quanto às escolas, a Escola 5 foi a que teve mais crianças participando da pesquisa (33,9%).

Tabela 1 - Características sociodemográficas das crianças na triagem (n = 888)

Variáveis	n	%
Sexo da criança		
Feminino	422	47,52
Masculino	466	52,48
Idade da criança		
7 anos	45	5,07
8 anos	366	41,21
9 anos	415	46,73
10 anos	62	6,99
Média (DP)	8,55(0,69)	
Escola		
1	66	7,43
2	126	14,19
3	145	16,33
4	250	28,15
5	301	33,90
Série escolar		
3	425	47,86
4	463	52,14

Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: DP = desvio padrão.

4.3.2 Desempenho intelectual

Com relação ao desempenho das crianças nas MPC no momento da triagem, segundo a Tabela 2, a média do escore da MPC foi 19,71 (DP = 6,25) e a média do percentil foi 52,75 (DP = 27,20), sendo possível classificá-los em grau III + “intelectualmente médio”.

Tabela 2 - Desempenho das crianças nas Matrizes Progressivas Coloridas de Raven (MPC) no momento da triagem

Variável	n	Média	DP	Mínimo	Máximo	Percentis		
						Q25	Mediana	Q75
MPC escore	888	19,71	6,25	4	36	15	19	24
MPC percentil	888	52,75	27,20	1	99	30	50	75

Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: n = número de participantes; DP = desvio-padrão; Q25 = primeiro quartil; Q75 = terceiro quartil; Matrizes Progressivas Coloridas de Raven (MPC).

4.3.3 Desempenho Escolar

A Tabela 3 apresenta o desempenho das crianças no TDE no momento da triagem. Conforme observado, a média do desempenho das crianças em escrita foi 16,17 (DP = 8,89), em aritmética 9,62 (DP = 4,57) e 50,42 (DP = 24,05) em leitura. A média do desempenho total das crianças foi 75,93 (DP = 33,94).

Tabela 3 - Desempenho das crianças no Teste de Desempenho Escola (TDE) no momento da triagem

Variável	n	Média	DP	Mínimo	Máximo	Percentis		
						Q25	Mediana	Q75
TDE Escrita	888	16,17	8,89	0	38	9	18	23
TDE Aritmética	888	9,62	4,57	0	67	7	9	12
TDE Leitura	888	50,42	24,05	0	70	48	62	66
TDE Total	888	75,93	33,94	0	155	65	90	99

Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: n = número de participantes; DP = desvio-padrão; Q25 = primeiro quartil; Q75 = terceiro quartil.

O desempenho das crianças no TDE no momento da triagem também foi organizado de acordo com a idade da criança. A Tabela 4 apresenta os resultados para as crianças de sete anos. As crianças apresentaram médias maiores em leitura 41,02 (DP = 27,44). A média em escrita foi 11,38 (DP = 7,85), em aritmética 7,24 (DP = 3,37) e no desempenho total 59,13 (DP = 35,25).

Tabela 4 - Desempenho das crianças com idade de sete anos no Teste de Desempenho Escolar (TDE) na triagem

Variável	n	Média	DP	Mínimo	Máximo	Percentis		
						Q25	Mediana	Q75
TDE Escrita	45	11,38	7,85	0	25	3,25	11	18,00
TDE Aritmética	45	7,24	3,37	0	14	5,00	7	9,75
TDE Leitura	45	41,02	27,44	0	69	2,25	56	64,00
TDE Total	45	59,13	35,25	3	105	15,50	74	87,75

Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: n = número de participantes; DP = desvio-padrão; Q25 = primeiro quartil; Q75 = terceiro quartil.

A Tabela 5 apresenta o desempenho das crianças com a faixa etária de oito anos. A média do desempenho em escrita foi 15,02 (DP = 8,64), em aritmética 8,17 (DP = 3,33), leitura 48,10 (DP = 25,19) e total 71,01 (DP = 34,46).

Tabela 5 - Desempenho das crianças com idade de oito anos no Teste de Desempenho Escolar (TDE) na triagem

Variável	n	Média	DP	Mínimo	Máximo	Percentis		
						Q25	Mediana	Q75
TDE Escrita	366	15,02	8,64	0	32	9,00	16,05	22,00
TDE Aritmética	366	8,17	3,33	0	17	6,00	8,00	10,00
TDE Leitura	366	48,10	25,19	0	70	37,75	61,00	66,00
TDE Total	366	71,01	34,46	0	116	55,00	86,00	95,75

Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: n = número de participantes; DP = desvio-padrão; Q25 = primeiro quartil; Q75 = terceiro quartil.

Com relação ao desempenho no TDE das crianças de nove anos, conforme observado na Tabela 6, a média em escrita foi 17,64 (DP = 8,94), em aritmética 10,74 (DP = 4,36), leitura 53,33 (DP = 22,25) e total 81,46 (DP = 32,28).

Tabela 6 - Desempenho no TDE das crianças da faixa etária de nove anos

Variável	n	Média	DP	Mínimo	Máximo	Percentis		
						Q25	Mediana	Q75
TDE Escrita	415	17,64	8,94	0	38	12,00	20,00	25,00
TDE Aritmética	415	10,74	4,36	0	39	8,00	11,00	13,00
TDE Leitura	415	53,33	22,25	0	70	55,00	63	66,00
TDE Total	415	81,46	32,28	0	120	76,50	94	102,00

Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: n = número de participantes; DP = desvio-padrão; Q25 = primeiro quartil; Q75 = terceiro quartil.

A Tabela 7 apresenta o desempenho das crianças na faixa etária de 10 anos. Conforme observado, a média em escrita foi 16,51 (DP = 8,67), em aritmética 12,46 (DP = 8,16), em leitura 51,43 (DP = 23,62) e o desempenho médio geral foi 80,29 (DP = 33,08).

Tabela 7 - Resultado do TDE para as crianças da faixa etária de 10 anos

Variável	n	Média	DP	Mínimo	Máximo	Percentis		
						Q25	Mediana	Q75
TDE Escrita	62	16,51	8,67	0	32	9,25	18,00	23,00
TDE Aritmética	62	12,46	8,16	0	67	9,25	11,00	14,75
TDE Leitura	62	51,43	23,62	0	70	50,00	63,50	66,75
TDE Total	62	80,29	33,08	0	155	73,00	89,00	101,50

Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: n = número de participantes; DP = desvio-padrão; Q25 = primeiro quartil; Q75 = terceiro quartil

O desempenho das 888 crianças no TDE foi classificado de acordo com o ano escolar e os pontos de corte previstos pelo manual do teste (STEIN, 1994). Com relação às crianças matriculadas no terceiro ano (n = 425), 68,94% (n = 293) apresentaram déficits em aritmética, 70,11% (n = 298) em escrita, 44% (n = 187) em leitura e 57,64% (n = 245) no desempenho total do teste.

Das crianças que cursavam o quarto ano (n = 463), 80,56% (n = 373) apresentaram déficits em aritmética, 69,54% (n = 322) em escrita, 60,47% (n = 280) em leitura e 65,01% (n = 301) no desempenho total do teste.

Após a triagem, 87 alunos (9,7%) apresentaram indicativo de DD e passaram pela avaliação neuropsicológica (Estudo 2). Durante a etapa de pré-treino, foram excluídos três alunos (3,4%) por utilizar medicamento psiquiátrico (n = 1) e por mudança de escola (n = 2). A amostra nesta fase totalizou 84 alunos com perfil de DD, que preenchiam os seguintes critérios clínicos: (1) inteligência preservada e (2) desempenho inferior para a escolaridade cursada referente às habilidades aritméticas. Contudo, 12 crianças foram excluídas por erro metodológico (falha na execução do registro do treino em um dos grupos). Das 72 crianças restantes e que foram identificadas com indicadores de DD, seis foram excluídas das análises por desistência no tempo do treino. Portanto, a amostra final dos dois estudos foi composta por 66 participantes (Apêndice A).

Os resultados apresentados abaixo consideraram o número de crianças que foram identificadas com indicadores de DD nas referidas escolas e que completaram todas as etapas

do estudo. Inicialmente foram descritas as características sociodemográficas dessas crianças e, em seguida, seus desempenhos intelectual e escolar.

4.3.4 Características sociodemográficas dos participantes do estudo

Participaram do estudo 66 crianças, com idade média de 8,77 anos no período de pré-treino e 8,89 anos no pós-treino, 69,7% das crianças eram do sexo masculino e 30,3% do sexo feminino. Na Tabela 8 pode-se observar uma maior frequência de participantes da Escola 5 e de alunos do 4º Ano. Conforme os pontos de corte da ABEP (ABEP, 2018) a condição socioeconômica das famílias foi: média de 25,76 pontos (DP = 4,72) e classificação C1 (23-28 pontos).

Tabela 8 - Análise descritiva das variáveis sexo, escola e série das crianças identificadas com DD

Variável	Frequência	Porcentagem
Sexo		
Feminino	20	30,3%
Masculino	46	69,7%
Escola		
1	3	4,5%
2	12	18,2%
3	10	15,2%
4	14	21,2%
5	27	40,9%
Ano		
3	21	31,8%
4	45	68,2%
Total	66	100,0%

Fonte: Elaborado pela autora.

4.3.5 Desempenho intelectual

A Tabela 9 apresenta a análise descritiva do desempenho intelectual das crianças obtido pelas MPC. Conforme observado, a média do escore da MPC foi 24,12, a média do percentil foi 75,20 e a classificação média foi 2,24.

Tabela 9 - Análise descritiva da variável MPC em crianças identificadas com DD

Variável	n	Média	DP	Mínimo	Máximo	Percentis		
						Q25	Mediana	Q75
MPC escore	66	24,12	4,01	15	32	21,00	24,00	27,25
MPC percentil	66	75,20	16,18	30	99	60,00	80,00	90,00
MPC classificação	66	2,24	0,66	1	3	2,00	2,00	3,00

Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: n = número; DP = desvio-padrão; Q25 = primeiro quartil; Q75 = terceiro quartil.

4.3.6 Desempenho escolar

Quanto ao desempenho escolar avaliado pelo TDE, a Tabela 10 apresenta os resultados. A média total obtida pelas crianças no TDE foi 92,82 (DP = 8,76).

Tabela 10 - Análise descritiva da variável TDE em crianças identificadas com DD

Variável	n	Média	DP	Mínimo	Máximo	Percentis		
						Q25	Mediana	Q75
TDE Escrita	66	20,52	4,96	9	30	17,00	20,50	24,25
TDE Aritmética	66	9,09	2,64	2	14	8,00	9,00	11,00
TDE Leitura	66	63,20	4,53	48	69	61,00	64,00	66,00
TDE Total	66	92,82	8,76	67	112	87,00	95,00	98,28

Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: n = número; DP = desvio-padrão; Q25 = primeiro quartil; Q75 = terceiro quartil.

4.4 DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo identificar crianças com DD e caracterizar o desempenho intelectual e escolar delas. Importante ressaltar que as cinco escolas selecionadas para participar desta pesquisa se encontravam na média para o IDEB, portanto as escolas escolhidas possuem uma elevada qualidade de ensino e devem ser uma referência para outras (FERNANDES, 2007). Este resultado é importante, pois conforme a APA (2002) e OMS (1995), um dos critérios para o diagnóstico da DD é que as dificuldades relacionadas à cognição numérica não se justifiquem por falta de acesso ao ensino formal.

A discussão deste estudo está distribuída em: caracterização sociodemográfica, dados da anamnese, desempenho intelectual e escolar dos alunos.

4.4.1 Características sociodemográficas dos participantes

Entre as 888 crianças triadas das cinco escolas localizadas no interior de São Paulo, foram identificados 72 alunos com perfil de DD, contudo com as exclusões no decorrer da pesquisa, obteve-se ao final do estudo 66 crianças (8,1%). Tais dados são discrepantes e mais altos quando comparados a estudos internacionais epidemiológicos (DEVINE et al., 2013; DEVINE et al., 2017; GEARY et al., 2007; VON ASTER; SHALEV, 2007) que encontraram 3% a 6,5% de prevalência. No entanto, a preponderância encontrada pelo presente estudo foi próxima aos resultados do estudo brasileiro de Bastos et al. (2016) em que a prevalência foi de 7,8 % de crianças com DD em um coorte de 2.893 participantes e ao estudo de Ribeiro, Santos e Albuquerque (2019) que realizou avaliações neuropsicológicas cuja prevalência de crianças

com DD foi a mesma de Bastos et al. (2016) (7,8% de casos). Por outro lado, o resultado diferiu do estudo de Fortes et al. (2016) que adotou critérios do DSM-5 e desempenho aritmético e encontraram prevalência de 6% em um coorte de 1.618 crianças de quatro diferentes estados brasileiros. As diferenças percentuais podem ser compreendidas quando se observa a metodologia e os critérios de diagnóstico utilizados pelos diferentes estudos (DEVINE et al., 2013). Por esse motivo, as taxas de prevalência podem variar em diferentes países.

Ambos os autores brasileiros, Fortes et al. (2016) e Bastos et al. (2016) adotaram cubos e subtestes de vocabulário da Escala de Inteligência Wechsler para Crianças (WISC-III) para avaliar o nível intelectual. No entanto, vários protocolos de triagem matemática foram usados, por exemplo, Bastos et al. (2016) aplicaram o protocolo modificado de Grafman e Boller (1992), enquanto Fortes et al. (2016) usaram o teste de desempenho escolar (STEIN et al., 1994). Essas divergências revelam a necessidade de controle dos instrumentos selecionados que devem ser padronizados e não restritos a medidas de rastreamento (BUTTERWORTH, 2005). Além disso, outros fatores devem ser considerados como: a classificação socioeconômica das famílias; as escolas das crianças (OCDE, 2015) e a forma como as crianças foram avaliadas (individualmente ou agrupadas). Santos (2017) relata que é necessário ter o máximo de cautela na interpretação dos estudos no que se refere aos critérios adotados, uma vez que tais conclusões têm também implicações sociais.

Quanto à prevalência de DD nas escolas investigadas neste estudo, considerou-se uma maior prevalência de alunos com DD na Escola 5 (40,9%). Tal resultado pode ser justificado devido a essa escola ter período matutino e vespertino de aulas com turmas de 3º e 4º anos do Fundamental, bem como pelo maior número de participantes em comparação às demais. De forma geral, a prevalência de alunos identificados com DD nas escolas foi equiparada, com exceção da Escola 1 em que apenas 3 alunos (4,5%) preencheram os critérios. Justifica-se essa diferença pelo fato de que nessa escola havia uma sala no período regular com alunos que apresentavam dificuldades severas em aprender, alunos público-alvo da educação especial e com outras necessidades educacionais especiais e que foram excluídos da pesquisa pelos critérios de elegibilidade. Das cinco escolas investigadas, três eram municipais (60%) e duas estaduais (40%). Não houve diferença significativa referente a essa variável, portanto eventuais diferenças pedagógicas e institucionais não influenciaram no desempenho.

4.4.2 Entrevista de Anamnese

Diversos pesquisadores relatam que as dificuldades aritméticas em crianças podem ser potencializadas por diversas etiologias (HASKELL, 2000; NEUMÄRKER, 2000;

RUBINSTEIN; HENIK, 2008; VON ASTER, SHALEV, 2007) por esse motivo foi realizado anamnese com os pais e/ou responsáveis o que evidenciou que as crianças do estudo apresentaram homogeneidade quanto ao nível de escolaridade dos pais, peso ao nascer, prematuridade, tipo de parto, atrasos de desenvolvimento, modalidades pré-escolares, assim como para o nível socioeconômico. No presente estudo foi encontrada a mesma faixa de classificação (C1) das estimativas de 2018, que considerava 24,5% dos cidadãos da região Sudeste, enquanto 26,3%, situava-se na classificação C2 (ABEP, 2018). Isto sugere que a amostra é homogênea e não apresenta os principais fatores de risco que poderiam causar prejuízos em funções cognitivas, incluindo as habilidades matemáticas.

Nesta pesquisa a prevalência da manifestação de DD foi maior em meninos: 46 do sexo masculino (69,7%) e 20 do sexo feminino (30,3%), corroborando os estudos de Bastos et al. (2016), Fortes et al. (2016), Komoula et.al. (2004), Murphy et.al. (2007) e Ribeiro e Santos (2020) que também encontraram maior número de crianças do gênero masculino apresentando DD. Dados estes contrários a outros estudos internacionais, com os de Shalev (2004), Shalev et al. (2000), von Aster, Schweitzer e Zulauf (2007), Yusha'ú (2004) e Yusha'ú (2013). Além disso, a prevalência de criança com DD na população pesquisada é maior que em outros estudos (LEWIS, HITCH; WALKER, 1994; LUCANGELI; TRESSOLDI, CANDIA, 2005; SHALEV, 2004; SHALEV; GROSS-TSUR, 2001; WESTWOOD, 2008). Dados epidemiológicos variam conforme os critérios clínicos adotados, e principalmente os instrumentos utilizados.

Há considerável discussão entre especialistas acerca de parâmetros quantitativos, os quais são arbitrariamente definidos em termos de percentil, desvio-padrão e anos de atraso escolar bem como a discrepância dos testes neuropsicológicos utilizados pois as pesquisas não são realizadas considerando apenas os aspectos clínicos, mas, também considerando uma variedade de outras causas para os prejuízos no caso da realização matemática o que influencia amplamente na população investigada por cada investigador (BUTTERWORTH, 2005; GROSS-TSUR; MANOR; SHALEV, 1996; KOONTZ; BERCH, 1996; KUCIAN et al., 2011; MAZZOCCO; MCCLOSKEY, 2005; RUBINSTEIN; HENIK, 2005; SHALEV; GROSS-TSUR, 2001; WILSON; DEHAENE, 2007).

Considerando os resultados de estudos realizados com crianças do ensino fundamental anos iniciais (BADIAN, 1983; LEWIS; HITCH; WALKER, 1994; KOUMOULA et al., 2004; SANTOS, 2017), percebe-se maior semelhança entre os gêneros nos primeiros anos escolares e maiores diferenças entre meninos e meninas a partir do 4º ano do ensino fundamental. Contudo, a ocorrência de mais casos não necessariamente significa que um determinado gênero

apresenta um rendimento pior que o outro. É importante sempre considerar o critério diagnóstico e as variáveis de controle adotadas no estudo.

Com relação à escolaridade e gênero, participaram do presente estudo alunos de 3º e 4º anos. Destes, 68,2% identificados com DD cursavam o 4º ano do ensino fundamental. De acordo com Badian (1983), nos primeiros anos escolares parece haver maior semelhança entre os gêneros, ao passo que a partir do 4º ano do ensino fundamental já se observariam maiores diferenças quanto ao gênero nos casos de DD.

Por outro lado, em países desenvolvidos as diferenças quanto aos gêneros têm diminuído progressivamente. Sabe-se que a DD é um transtorno persistente que quando não assistido de forma adequada, se estende além da adolescência (MAZZOCCO; RÄSÄNEN, 2013; SHALEV; MANOR; GROSS-TSUR, 2005). Um estudo longitudinal desenvolvido por Ritchie et al. (2013) apontou que o baixo status socioeconômico e profissional na vida adulta não é apenas uma continuação do status social de uma geração para a outra, mas também um resultado de motivação acadêmica e duração da educação. Neste sentido, é fundamental compreender e criar estratégias que possam melhorar ou pelo menos motivar essas crianças a continuarem seus estudos acadêmicos.

4.4.3 Desempenho intelectual

Destaca-se que a avaliação da inteligência, desempenho escolar e da cognição numérica são imprescindíveis para um diagnóstico de DD. O presente estudo utilizou a MPC para a avaliação do desempenho intelectual e os alunos obtiveram percentil 75,20 indicando uma classificação de inteligência acima da média (referente a idade e escolaridade). Conforme os critérios do CID-10, DSM-5 e da normativa do instrumento, o diagnóstico pressupõe a ausência de atraso intelectual, sendo como critério de exclusão QI limítrofe ou inferior ($QI < 70$).

Este resultado discorda dos outros estudos que associam dificuldades em aritmética à QI mais baixos (LANDERL; KOLLE, 2009; SANTOS, 2011; SHALEV et al., 1998; SILVA). Neste estudo as crianças com DD apresentaram pontuação para classificação de intelectualmente médio superior (ANGELINI et al., 1999). Portanto, os déficits nos testes subsequentes de avaliação neuropsicológica não podem ser justificados pela capacidade de inteligência de acordo com a capacidade de covariância.

As crianças que obtiveram pontuação de inteligência na média ou acima da média, dada a idade, conforme o critério de discrepância no Teste Matrizes Progressivas Coloridas de Raven (MPC): Escala Especial (ANGELINI et al., 1999) e pontuações abaixo do esperado para um

ano escolar no subteste de aritmética, foram selecionadas para participar do Estudo 2, visto apresentarem sinais indicativos de DD.

4.4.4 Desempenho escolar

As dificuldades de aprendizagem são bastante prevalentes no decurso da trajetória de crianças em idade escolar (CAPELLINI; SILVA; PINHEIRO, 2009; DOCKRELL; MCSHANE, 2000; MOLL et al., 2014). Dependendo da severidade do prejuízo no desempenho escolar e da falta de intervenção adequada, essas dificuldades podem se agravar, causando prejuízos ainda maiores para as crianças, o que poderá afetar o funcionamento socioemocional e cognitivo. Nesse sentido, a avaliação neuropsicológica se torna imprescindível para investigar as possíveis causas e propor metas de intervenção de acordo com os déficits apresentados, auxiliando as crianças nos seus processos de aprendizagem.

Na triagem, fase inicial do processo de avaliação neuropsicológica, o TDE, é uma ferramenta que possibilita a identificação de déficits em desempenhos básicos de leitura, escrita e aritmética. Neste estudo, os resultados foram sugestivos de DD secundária, provavelmente pela existência de comorbidades (tais como Dislexia, TDAH, Transtorno de Ansiedade, dentre outros) (KAUFMANN et al., 2013).

De acordo com os resultados obtidos, foi possível comprovar que os alunos apresentaram desempenho inferior em aritmética em comparação à leitura e escrita, o que configura um indicativo para avaliação mais específica.

4.5 CONCLUSÃO

Em conclusão, das crianças triadas das cinco escolas localizadas no interior de São Paulo, aquelas que possuem o perfil de DD possuem inteligência preservada, desempenho escolar, especificamente, na aritmética, inferiores à média esperada (idade e escolaridade) em comparação a leitura e escrita, o que sugere uma avaliação mais específica para cognição numérica (Estudo 2) e compreende-se, dessa maneira, a importância dessa etapa (triagem) no estudo para o processo de diagnóstico de DD.

5 ESTUDO 2 - Avaliação cognitiva pré e pós-treino com CALCULARIS®

5.1 OBJETIVOS

O objetivo do presente estudo foi compreender o funcionamento neuropsicológico de crianças com Discalculia do Desenvolvimento (DD) no que se refere à cognição numérica, às habilidades intelectuais, mnemônicas, executivas e escolares antes e após o treino computadorizado Calcularis® bem como verificar a eficiência desse treino no aprendizado da matemática junto aos alunos identificados com DD.

5.2 MÉTODO

5.2.1 Delineamento da pesquisa

O estudo que constituiu a presente tese de doutorado teve um delineamento de acordo com a abordagem experimental de Estudo Randomizado Controlado (RCT - em inglês *Randomized controlled trial*). Os participantes foram aleatoriamente alocados em grupos de tratamento para evitar amostras enviesadas. As mensurações ocorreram em duplo-cego para impossibilitar que o acesso a certas informações sobre o participante ou sobre o tratamento pudessem prejudicar a performance ou a avaliação do desempenho (MARTINEZ, 2007). Esta abordagem tem padrão ouro para determinação da eficiência de uma intervenção com caráter científico. O RCT constitui numa metodologia para a avaliação de intervenções na área da saúde, sejam elas medicamentosas ou não (OLIVEIRA; PARENTE, 2010; SACK; CHANG; FINK, 2002).

O duplo cego constituiu-se do seguinte modo: a) as psicólogas responsáveis pelas avaliações neuropsicológicas não participaram da fase de intervenção; b) os estagiários de Psicologia, alunos do 5º ano de uma Faculdade Particular de Bauru que monitoravam a intervenção não tiveram conhecimento do desempenho neuropsicológico das crianças. Previamente, os estagiários realizaram um curso de 12 horas sobre avaliação neuropsicológica incluindo aspectos éticos, objetivos e procedimentos, ministrado pela neuropsicóloga responsável por esta pesquisa.

No que concerne à randomização, ela foi feita antes da intervenção pela Prof^a. Dr^a. Flávia Heloísa Santos, coordenadora do projeto, que não estava vinculada com as avaliações ou com a realização da intervenção em si. Para tanto, realizou um sorteio constituindo grupos com igual número de participantes (MACHIN; FAYERS, 2010), sendo as crianças designadas ao acaso a um dos grupos:

- Adaptativo (GA) – recebeu Treino Cognitivo Computadorizado Adaptativo;
- Controle (GC) – não recebeu intervenções, ou seja, sua rotina escolar se manteve regularmente;
- Não Adaptativo (GNA) – recebeu Treino Cognitivo Não Adaptativo.

Neste estudo foi comparada a intervenção realizada no GA com o treino do GNA e GC. No grupo GNA, os participantes não eram capazes de distinguir entre estimulação real e simulada, o que permitiu descartar outras causas para eventuais mudanças no desempenho pós-treino não associadas a intervenção em si (COZBY, 2003; GANDIGA; HUMMEL; COHEN, 2006).

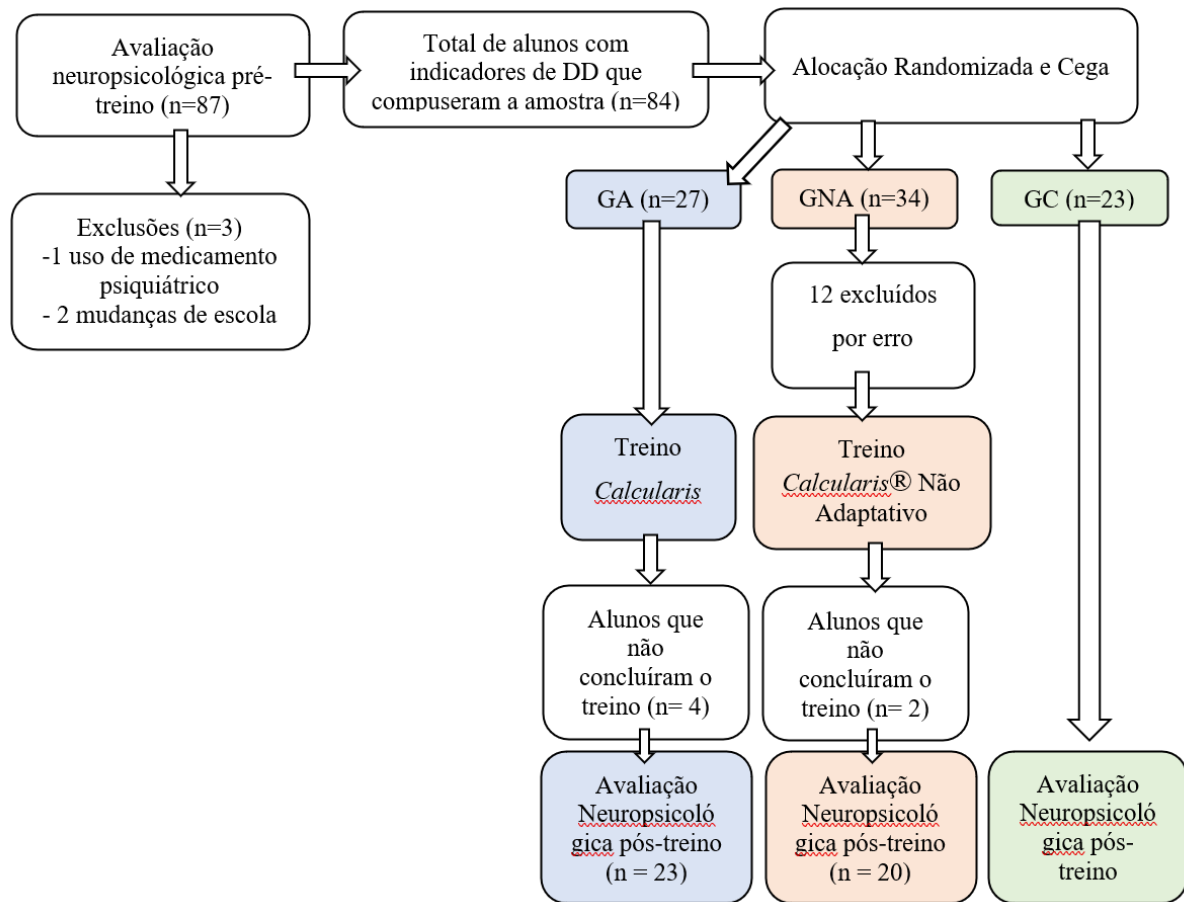
5.2.2 Participantes

Ao todo participaram do RCT 66 crianças. Sua descrição consta no item 4.3.1 do Estudo 01 (Características Sociodemográficas da amostra). A intervenção ocorreu em dois tempos: entre setembro e outubro de 2017 (primeiro momento) e entre maio e junho de 2018 (segundo momento).

No primeiro momento participaram 43 alunos (Grupo Controle – GC, n = 13 alunos; Grupo Adaptativo – GA, n = 18 alunos; Grupo Não Adaptativo – GNA, n = 12 alunos). No segundo momento participaram da intervenção 41 alunos (GC, n = 10 alunos; GA, n = 9 alunos; e GNA, n = 22 alunos), totalizando 84 crianças. Conforme descrito no método geral, no decorrer do treino, 18,4% dos participantes (n = 12) foram excluídos do GNA por falha metodológica.

Vinte e sete alunos finalizaram as etapas do estudo em 2017, sendo n = 13 (GC), n = 14 (GA) e n = 0 (GNA) e 39 alunos concluíram em 2018, cumprindo o intervalo de tempo entre as avaliações (GC, n = 10, GA, n = 9, e GNA, n = 20). Das crianças, seis não concluíram as atividades do treino, uma abandonou o treino e recusou voltar a fazê-lo, três alunos mudaram de escola e dois alunos faltaram à escola e não concluíram as sessões, totalizando assim 66 crianças (Figura 4) que participaram deste estudo e realizaram o pré e pós-treino.

Figura 4 - Fluxograma das etapas do estudo e da distribuição dos participantes em cada grupo



Fonte: Elaborado pela autora.

5.2.3 Local

As avaliações e os treinos ocorreram nas escolas em que os alunos estavam matriculados, no horário regular de aula, em salas livres de ruído ou estímulos audiovisuais distratores, disponibilizadas pelas respectivas escolas.

5.2.4 Instrumentos

A Tabela 11 apresenta os domínios investigados pela Avaliação Neuropsicológica e comportamental das crianças, incluindo os instrumentos utilizados e o tempo aproximado de aplicação de cada instrumento.

Tabela 11 - Domínios, instrumentos e tempo de avaliação

Domínios	Instrumentos	Tempo aproximado em minutos
Cognição Numérica	Zareki-R	30
Aritmética e Cálculo Mental	TDE	20
	AR	5
Memória Operacional	AWMA	10
	BCPR	5
	SNL	5
Velocidade de Processamento da Informação	CD	2
	PS	2
	CA	1
Atenção Visual	CA	1
	PS	2
Flexibilidade Mental	FDT	10
Emocional: humor e comportamento	ESI	10
	SEQ-C	10
	EAM	10
	MAI	10

Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: Zareki-R = Bateria neuropsicológica de Teste de Processamento numérico e cálculo para crianças; ESI = Escala de Estresse Infantil; SEQ-C = Questionário de autoeficácia para Crianças; EAM = Escala de Ansiedade à Matemática; MAI = Entrevista de Ansiedade à Matemática; AR= Subteste de Aritmética do WISC-IV; AWMA = Avaliação Automatizada de Memória Operacional; BCPR = Teste de Repetição de Pseudopalavras; SNL = Subteste de Sequência de Números e Letras do WISC IV; CD = Subteste de Códigos do WISC IV; PS = Subteste de Procurar Símbolos do WISC IV; CA = Subteste de Cancelamento do WISC IV.

5.2.4.1 Instrumentos de Avaliação Neuropsicológica com a criança

a) Bateria Neuropsicológica de Testes de Processamento Numérico e Cálculo para Crianças - ZAREKI-R (SILVA; SANTOS, 2011; VON ASTER; DELLATOLAS, 2006).

Trata-se de um teste que avalia a cognição numérica, no qual gera uma pontuação bruta para cada um de 12 subtestes (Quadro 1). A pontuação total decorre da soma dos pontos gerados, subtraindo o subteste de memória de dígitos.

Os subtestes permitem avaliar as habilidades numéricas, a sequência verbal, o esboço visuoespacial, a coerência da resposta escrita final, bem como mostram a compreensão do aluno de números e quantidades relacionadas a capacidade de estimar.

Quadro 1 - Descrição dos subtestes do ZAREKI-R

Subteste do ZAREKI-R	O aluno deve:
Enumeração de pontos (composto por duas partes)	(1ª parte) contar mentalmente os pontos apresentados de forma sequencial em três folhas sulfites; (2ª parte) contar e apontar em voz alta e escrever o resultado em uma folha.
Contagem oral em ordem inversa	Contar de trás para frente primeiramente do 23 ao 1, e em seguida a partir do 67 ao 54.
Ditado de números	Escrever, usando números arábicos, oito números ditados.
Cálculo Mental	Resolver mentalmente operações matemáticas (8 de adição, 8 de subtração e 6 de multiplicação).
Leitura de números	Ler em voz alta números apresentados em forma arábica.
Posicionamento de números em escala vertical	Apontar para a posição numa linha dos algarismos ditos e escritos pelo aplicador, após apresentar-lhe algumas escalas na forma de uma linha vertical que possuem o “0” na base e o “100” no topo. Em seguida, são retiradas as pistas em que se localizam os números.
Memorização de dígitos	Repetir sequências numéricas que variam entre 3 e 6 algarismos, apresentadas oralmente em ordem direta e ordem inversa.
Comparação de números apresentados oralmente	Dizer qual dos dois números de um par é maior, a partir de oito pares oralmente apresentados.
Estimativa visual de quantidades	Estimar o número de itens presentes em quatro figuras, após visualização rápida.
Estimativa qualitativa de quantidade no contexto	Classificar valores apresentados em um dado contexto, entre “pouco”, “médio” ou “muito”.
Problemas aritméticos apresentados oralmente	Solucionar seis problemas aritméticos que aumentam de complexidade.
Comparação de números escritos	Escolher qual dos números é maior, após dez pares de números serem apresentados.

Fonte: Elaborado pela autora a partir de Koumoula et al. (2004), Mccloskey, Caramazza e Basili (1985), Silva e Santos (2011) e Von Aster e Dellatolas (2006).

b) Escala Wechsler de Inteligência para Crianças (WISC IV) (WESCHLER, 2013).

Tem como objetivo avaliar a capacidade intelectual e a resolução de problemas em crianças de seis a 16 anos. É composto por 15 subtestes que geram uma pontuação bruta e pontuação ponderada considerando a idade da criança. Foram aplicados os seguintes subtestes:

- Aritmética (AR) – avalia o cálculo mental;
- Sequência de Números e Letras (SNL) – avalia a habilidade relacionada a memória operacional;
- Código (CD) – avalia a velocidade de processamento de informações grafomotoras;
- Procurar Símbolos (PS) – avalia a atenção seletiva;

- Cancelamento (CA) – mede atenção seletiva visual, vigilância ou negligência visual.

c) Avaliação Automatizada de Memória Operacional (*Automated Working Memory Assessment* [AWMA]) - versão em português² (ALLOWAY, 2007).

Adaptada pelo Laboratório de Neuropsicologia da UNESP (SANTOS; ENGEL, 2008), possui doze subtestes computadorizados distribuídos em quatro categorias: memória de curto prazo verbal (MPCV), memória de curto prazo visuoespacial (MPCVE), memória operacional verbal (MOV) e memória operacional visuoespacial (MOVE). Cada subteste é composto por um número diversificado de séries que têm sequências que aumentam progressivamente - quatro acertos na mesma série, e o examinado é transferido automaticamente para outro subteste. Paralelamente, com três erros o subteste é interrompido e o examinando é transferido para o subteste subsequente. A AWMA avalia a capacidade de armazenamento e de processamento de informações de forma equilibrada por tarefas na modalidade verbal e visuoespacial. Para este estudo foram utilizados dois subtestes relacionados às categorias de MOV (*Counting Recall* - a criança deve contar o número de círculos em um arranjo de círculos e triângulos e depois se lembrar, na ordem correta, o número de círculos de cada grupo) e MOVE (*Odd one Out* - a criança vê três figuras, lado a lado, sendo que uma difere das outras e deve identificar a figura de formato diferente).

d) Teste de Repetição de Pseudopalavras para crianças brasileiras (BCPR) (SANTOS; BUENO, 2003).

O instrumento objetiva avaliar o domínio geral (habilidades cognitivas de habilidades adquiridas: a leitura de palavras “inventadas”). O aplicador diz “palavras inventadas” e a criança precisa repetir em voz alta após três segundos. Para evitar a leitura labial, as palavras são lidas com a boca escondida por uma folha de papel. O número total de acertos é somado e obtém-se a pontuação final (SANTOS; BUENO, 2003).

e) *Five Digit Test* (FDT) (SEDÓ; PAULA; MALLOY-DINIZ 2016).

Objetiva avaliar a função executiva por meio da: a) velocidade e a eficiência do processamento cognitivo; b) constância da atenção focada; c) automatização progressiva da tarefa, e d) capacidade de mobilizar um esforço mental adicional diante da exigência de maior concentração. É um teste de funções cognitivas que envolvem conhecimentos linguísticos

² Reproduzido com permissão de Pearson, Assessment (Direitos Autorais © 2007).

mínimos: a leitura dos dígitos de 1 a 5, a contagem de quantidades de 1 a 5, além da produção de séries de 50 palavras formadas pelas quantidades “um”, “dois”, “três”, “quatro” e “cinco”, recombinadas de maneiras diferentes. O teste se utiliza dos referidos numerais como simples unidades cognitivas recorrentes dentro de tarefas de dificuldade crescente, o que permite medir a velocidade e a eficiência mental.

Os instrumentos que avaliaram aspectos emocionais e comportamentais das crianças encontram-se descritos no Apêndice B.

5.2.5 Procedimento de coleta de dados

As avaliações e os treinos ocorreram nas escolas em que os alunos estavam matriculados, no horário regular de aulas, em salas livres de ruído ou estímulos audiovisuais distratores, disponibilizadas pelas respectivas escolas.

A aplicação dos testes na Avaliação Neuropsicológica aconteceu em ordem semi-aleatória, de forma semi-aleatória, em que tarefas verbais e de execução foram intercaladas, e na mesma ordem na fase pré e pós-treino. As avaliações foram executadas em duas sessões em grupo de 50 minutos, com intervalos para descanso e respeitando o ritmo de cada participante (do estudo). Foram avaliados o raciocínio visual abstrato (desempenho intelectual), o desempenho escolar (leitura, escrita e aritmética), memória operacional, cognição numérica, velocidade do processamento cognitivo, atenção visual, bem como a capacidade de lidar com inferências (funções executivas).

Com relação ao treino, pequenas turmas foram formadas para cada grupo (de sete a 10 alunos), o que facilitou o acompanhamento pelo tutor aplicador e garantiu um melhor rendimento nos treinos. Havia sempre um tutor (estagiário de Psicologia previamente treinado após curso realizado com a neuropsicóloga responsável por esta pesquisa) para cada grupo que variava a cada sessão.

Vinte sessões foram realizadas, cinco vezes na semana, com o tempo aproximado de 20 minutos cada. O GA realizou a intervenção com o treino adaptativo e o GNA realizou um treino não adaptativo, que corresponde ao “modo demonstração”. Embora essa opção não seja recomendada para intervenção, neste estudo optou-se por utilizá-la almejando a sua investigação. Nessa opção os alunos tinham acesso aos mesmos jogos do GA, contudo a atividade não progredia no que se refere ao grau de dificuldade, pois as tarefas continuavam no nível básico do programa.

Para todos os alunos, o período entre avaliações (pré e pós-treino) variou entre seis a oito semanas, período em que GA e GNA tiveram os respectivos treinos. Em 2017, os participantes foram avaliados nas etapas: a) pré-treino (maio/junho): 36 dias; b) pós-treino (novembro/dezembro): 32 dias. Em 2018, em virtude de a amostra ser menor e do calendário escolar ter sofrido adaptação devido ao evento da copa do mundo, houve diferença de quantidade de dias para avaliação: a) pré-treino (abril): 20 dias; b) pós-treino (junho e julho): 14 dias.

5.2.6 Intervenção - Treino Cognitivo Computadorizado

Desenvolvido por cientistas teuto-suíços e comercializado pela companhia Dybuster, o treino *Calcularis®*, aqui referido como intervenção, é composto de jogos *on-line* para treino da cognição numérica e habilidades aritméticas, para crianças e adolescentes entre sete e 14 anos de idade (KÄSER et al., 2013).

O treino *Calcularis®* emprega diferentes representações numéricas básicas e suas inter-relações com habilidades aritméticas. O Apêndice C apresenta relatório com o desempenho de uma criança que obteve o melhor resultado com o treino, bem como suas definições e conjunto de habilidades treinadas. O Apêndice D apresenta o modelo de relatório e as descrições das atividades de uma criança que obteve um menor ganho com o treino frente aos demais do grupo. No sentido de permitir qualidade no aprendizado, o programa *Calcularis®*, na sua versão adaptativa, se ajusta de acordo com o desempenho de cada criança. Ao iniciar o treino, todos começam com o mesmo jogo. O programa analisa o nível de conhecimento em determinada tarefa e exibe uma nova, ajustando as condições da criança. Isso é feito a cada tentativa e vai se tornando gradualmente mais ou menos difícil, conforme o desempenho da criança (KUCIAN et al., 2011). Se a criança finaliza uma tarefa adequadamente, aumenta o grau de dificuldade na seguinte tentativa. Se a criança erra, a próxima tentativa ficará no mesmo nível ou diminuirá um - varia de acordo com o tipo de erro realizado. Desta forma, o programa explora o potencial máximo de cada criança.

A intervenção contempla 17 tipos de jogos diferentes que se relacionam com as habilidades apresentadas. Alternando os jogos, consegue-se 81 tipos de diversas tarefas com graus variados de dificuldade (KUCIAN et al., 2013).

O conhecimento matemático treinado no jogo é dividido em mais de 250 diferentes habilidades refinadas por exemplo, “escrever um número (verbalmente) dado entre 0 e 100”, “estimar a quantidade de um conjunto de pontos” e “somar números entre 0 e 10”. As

habilidades são ordenadas hierarquicamente em um gráfico acíclico direcionado denominado rede *Bayesiana* dinâmica. As conexões entre as diferentes habilidades indicam suas relações, ou seja, é, por exemplo, assumido que ser capaz de adicionar dois números entre 0 e 10 é um pré-requisito para adicionar dois números entre 0 e 100. Cada habilidade está associada a um jogo. Quando a criança joga associado a uma habilidade, o sistema infere nas respostas corretas ou erradas da criança e prevê o quão bem a criança já conhece essa habilidade. Uma vez que as habilidades estão conectadas, o sistema ao mesmo tempo ganha também informações sobre o conhecimento da criança de outras habilidades. As habilidades da criança são apresentadas em um gráfico que além de representá-las tem outra grande vantagem: cada criança pode seguir seu caminho de aprendizagem individual através da rede (os dados que o *software* cria para cada criança – exemplos: Apêndices C e D). Algumas crianças seguirão o caminho mais direto através da rede, treinando apenas um subconjunto das habilidades. Outras crianças terão que retroceder e cobrir amplamente as habilidades na área em que apresentam maiores dificuldades. Além disso, uma biblioteca de erros com padrões de erros típicos permite fornecer jogos direcionados para a correção de erros específicos. A alta adaptabilidade diferencia o *Calcularis*® de outros programas computadorizados (KÄSER et al., 2012; KÄSER et al., 2013). Semanalmente a *Dybuster* enviava relatórios gerados automaticamente sobre o desempenho de cada criança com base nas tarefas realizadas no período.

Referente ao grupo de simulação, GNA, a função “modo demonstração” era ativada pelo tutor assim que a criança inseria seu usuário e senha. Logo depois, determinava-se três atividades por dia, conforme a estrutura do próprio programa e a variação com as 17 atividades presentes. A criança fazia as atividades por 6 minutos, tempo essencialmente igual ao de exposição de GA em cada atividade. Concluído este tempo, os tutores alteravam manualmente a atividade para a próxima, e assim consecutivamente. Os participantes do GNA praticaram os jogos na mesma sequência. Neste formato de treino, o programa não contabilizava os pontos com acertos e não se adaptava conforme as características de cada um (KÄSER et al., 2013; VON ASTER, 2015).

No decorrer das tarefas, as crianças têm acesso a “prêmios” e reforçadores como forma de elogios, expressões positivas e motivacionais para o interesse e concentração da criança. Interessante destacar que os jogos são temáticos de animais e a cada acerto feito pela criança calculam-se moedas que podem ser usadas em diferentes interações, tais como comprar comida para os personagens, adquirir apetrechos e acessar outros prêmios.

O objetivo desses modelos de treinamento é averiguar se a melhora no desempenho após a intervenção pode estar relacionada ao treino computadorizado progressivo e continuado, ou

seja, se é devido às tarefas serem pedagogicamente efetivas, ou se acontecem por possibilitarem à criança uma atenção individualizada e distinta daquelas realizadas na escola. Além disso, o uso de estímulos como elogios e prêmios simbólicos podem atuar como reforçadores positivos e manter os comportamentos das crianças na execução das tarefas (SKINNER, 2003).

5.2.7 Procedimento de análise dos dados

Foram realizadas análises estatísticas descritivas e inferenciais, utilizando-se o *software IBM Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)* versão 25.0.

O *software* GPower 3.1.9.2 (FAUL et al., 2007) foi utilizado para calcular o tamanho da amostra ideal para avaliar interações entre e intragrupos com medidas repetidas. O tamanho do efeito de variações ($f = 0,7$) foi escolhido por convenção (COHEN, 1992). Para um tamanho de efeito de 0.50, $\alpha = 0.05$ e força $(1 - \beta) = 0.95$, o estudo se baseou em um número mínimo de 54 participantes para se obter poder estatístico satisfatório. Uma vez que a amostra foi maior considera-se que havia suficiente poder para determinar as diferenças entre grupos e tempos.

A análise dos desfechos em função dos grupos de intervenção e os tempos de avaliação das variáveis quantitativas foi realizada com o teste ANOVA de medidas repetidas a dois critérios e das variáveis qualitativas foi realizada com o teste Qui-Quadrado de Pearson. Para analisar o tempo de avaliação pós-intervenção dos desfechos em função dos grupos de intervenção, covariando o Tempo pré-intervenção foi utilizado o teste ANCOVA. Em caso de significância nos testes de comparações de grupos de intervenção foi utilizado o Teste de Tukey para realização das comparações múltiplas.

Para realizar as comparações entre e intragrupos foi utilizada a prova estatística para Análise de Variância (ANOVA) assim como Análise Multivariada de Variância (MANOVA) de medidas repetidas para possíveis efeitos de tempo, grupo e interação. Os valores de p foram ajustados por Bonferroni.

Para todas as comparações o nível de significância adotado foi de $p \leq 0,05$, e para constatar a significância foi avaliada a magnitude do efeito (*effect size*), usado com essa finalidade o d de Cohen (d) e o eta quadrado (η^2) foram adotados em conformidade com as características das variáveis analisadas.

5.3 RESULTADOS

Os resultados são a seguir apresentados de acordo com o desempenho das crianças de cada grupo nos testes de Avaliação Neuropsicológica, intelectual, escolar e emocional,

considerando cada domínio investigado e os resultados antes e após a realização do treino cognitivo computadorizado. De início serão apresentadas características da amostra.

5.3.1 Caracterização da amostra

De acordo com as análises realizadas por meio do Qui-Quadrado de Pearson não foram detectadas diferenças no que concerne ao sexo e ano escolar entre os grupos nos diferentes tempos. Quanto à escola, frequência significativamente maior de participantes do GC nas Escolas 2, do GA na Escola 4, e do GNA na Escola 5 ($p < 0,001$), com diferença para os demais grupos e escolas (Tabela 12). Pode-se observar uma maior frequência de participantes da Escola 5 e que estudavam no 4º ano.

Tabela 12 - Número de crianças em função do sexo, escolas e anos escolares para os diferentes grupos

		Grupo			Total	p-valor
		GC [N (%)]	GA [N (%)]	GNA [N (%)]		
Sexo	Feminino	8 (34,8%)	5 (21,7%)	7 (35,0%)	20 (30,3%)	0,542
	Masculino	15 (65,2%)	18 (78,3%)	13 (65,0%)	46 (69,7%)	
Escolas	1	3 (13,0%)	0	0	3 (4,5%)	<0,001*
	2	10 (43,5%)	2 (8,7%)	0	12 (18,2%)	
	3	10 (43,5%)	0	0	10 (15,2%)	
	4	0	14 (60,9%)	0	14 (21,2%)	
	5	0	7 (30,4%)	20 (100%)	27 (40,9%)	
Ano	3ª	5 (21,7%)	10 (43,5%)	6 (30,0%)	21 (31,8%)	0,280
	4ª	18 (78,3%)	13 (56,5%)	14 (70,0%)	45 (68,2%)	

Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: GC=Grupo Controle; GA=Grupo Adaptativo; GNA=Grupo Não-Adaptativo; N= número de crianças.

Também foi verificado se haveria diferenças entre os grupos com relação à idade e ao Tempo de intervenção. A Tabela 13 apresenta que a idade no Tempo pós-treino foi significativamente maior, independentemente do grupo de intervenção.

Tabela 13 - Escores médios e desvios padrão obtidos pelos grupos para idade em função do Tempo de avaliação

Variável		Pré		Pós		Efeito	F	p-valor	η ²	Post-hoc
		Média	DP	Média	DP					
Idade em anos	GC	8,91	0,515	9,00	0,60	Tempo	8,797	0,004	0,124	Pós>Pré
	GA	8,70	0,559	8,87	0,63	Tempo*Grupo	0,524	0,595	0,017	
	GNA	8,70	0,470	8,80	0,62	Grupo	0,949	0,393	0,030	

Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: DP=desvio padrão; GC=Grupo Controle; GA=Grupo Adaptativo; GNA=Grupo Não-Adaptativo.

5.3.2 Desempenho dos Grupos (GC, GA e GNA) nos domínios investigados pelos testes de Avaliação Neuropsicológica: análise da interação entre grupo x tempo

5.3.2.1 Desempenho intelectual

Para averiguar possíveis efeitos do treino no Raciocínio Abstrato avaliado por meio da MPC ao que concerne o escore bruto e percentil, foram feitas separadamente duas análises para medidas repetidas ANOVA 3 (grupos: GC, GA e GNA) x 2 (tempo: pré e pós-treino). De acordo com a Tabela 14, os resultados não mostraram efeito de interação entre os Grupos e Tempo nem para MPC percentil [$F(2, 62) = 2,571$, $p = 0,085$, $n^2_p = 0,077$], nem para MPC escore [$F(2, 62) = 1,979$, $p = 0,147$, $n^2_p = 0,060$]. Foi identificada uma diferença em relação ao tempo [$F(1,62) = 5,935$, $p = 0,018$, $n^2_p = 0,086$] para MPC Escore, com médias maiores no pós-treino em relação ao pré-treino.

Tabela 14 - Escores das MPC obtidos pelos grupos no pré e pós-treino

Variável		Pré		Pós		Efeito	F	p-valor	η^2	Post-hoc
		Média	DP	Média	DP					
MPC Escore	GC	24,09	3,566	24,43	4,00	Tempo	5,935	*0,018	0,087	Pós>Pré
	GA	23,70	3,649	24,48	4,61	Tempo*Grupo	1,979	0,147	0,060	
	GNA	24,65	4,923	27,10	5,08	Grupo	1,227	0,300	0,038	
MPC Percentil	GC	73,04	16,837	71,09	19,42	Tempo	0,316	0,576	0,005	
	GA	76,74	11,639	71,04	17,63	Tempo*Grupo	2,571	0,085	0,077	
	GNA	75,90	20,047	80,60	17,47	Grupo	0,855	0,430	0,027	

Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: MPC= Matrizes Progressivas Coloridas de Raven DP=desvio padrão; GC=Grupo Controle; GA=Grupo Adaptativo; GNA=Grupo Não-Adaptativo.

* $p < 0,05$

5.3.2.2 Desempenho escolar

Foi aplicado o teste de Kruskal Wallis para comparações entre os grupos (GA, GC e GNA) nas medidas do pré-treino nos domínios avaliados pelo TDE. Os resultados apontaram que GNA diferiu significativamente dos demais grupos em aritmética ($p < 0,001$).

Para investigar se os grupos divergiam no desempenho escolar, foi realizada uma análise para medidas repetidas MANOVA 3 (grupos: GC, GA e GNA) x 3 (subtestes: Escrita, Aritmética e Leitura). Não foram notados efeitos de interação para os subtestes com relação ao tempo e grupo [$F(4, 124) = 1,24$, $p = 0,29$, $n^2_p = 0,03$]. Além disso, a ANOVA 3 (grupos: GC, GA e GNA) x 2 (Tempo: pré e pós-treino) para medidas repetidas realizadas para a pontuação total do TDE também não apresentou efeito de interação estatisticamente significante entre tempo e grupos [$F(2,62) = 0,059$, $p = 0,943$, $n^2_p = 0,002$]. Houve diferença significativa em

função do Tempo de avaliação nas variáveis total, escrita, aritmética e leitura, com valores significativamente maiores no pós-treino em relação ao pré-treino, independentemente do grupo de intervenção. Destaca-se a melhora de GA para o componente de Aritmética (Tabela 15).

A comparação entre os grupos indicou diferença significativa no TDE Escrita entre os grupos GA e GNA ($p = 0,003$) e GC e GNA ($p < 0,001$). As diferenças foram encontradas pelo post-hoc de Tukey.

Tabela 15 - Escores obtidos pelos grupos no pré e pós-treino para os subtestes e total do TDE

Variável		Pré		Pós		Efeito	F	p-valor	η^2	Post-hoc
		Média	DP	Média	DP					
TDE Escrita	GC	18,13	4,203	20,39	4,64	Tempo	25,807	<0,001	0,294	Pós>Pré
	GA	20,26	5,479	21,48	5,71	Tempo*Grupo	1,639	0,202	0,050	
	GNA	23,55	3,517	26,75	3,58	Grupo	10,917	<0,001	0,260	GNA>GC=GA
TDE Aritmética	GC	9,22	2,662	11,22	2,80	Tempo	64,843	<0,001	0,511	Pós>Pré
	GA	8,96	2,804	12,30	3,36	Tempo*Grupo	2,353	0,104	0,071	
	GNA	9,10	2,532	11,00	2,41	Grupo	0,276	0,760	0,009	
TDE Leitura	GC	63,39	4,629	65,04	3,67	Tempo	9,868	0,003	0,137	Pós>Pré
	GA	62,57	4,971	64,65	3,14	Tempo*Grupo	0,056	0,945	0,002	
	GNA	63,70	3,988	65,85	2,56	Grupo	0,675	0,513	0,021	
TDE Total	GC	90,83	9,094	96,70	8,77	Tempo	43,442	<0,001	0,412	Pós>Pré
	GA	91,78	9,115	98,43	8,91	Tempo*Grupo	0,059	0,943	0,002	
	GNA	96,30	7,197	102,10	10,92	Grupo	2,494	0,091	0,074	

Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: TDE = Teste de Desempenho Escolar; GA = Grupo Adaptativo; GNA = Grupo Não Adaptativo; GC = Grupo Controle; DP = desvio padrão.

5.3.2.3 Cognição numérica

Com relação ao desempenho das crianças em Cognição numérica nas avaliações de pré-treino, os resultados obtidos pela ZAREKI-R apontaram que as crianças da amostra exibiram déficits em todos os componentes da cognição numérica. O desempenho das crianças foi de pelo menos um desvio padrão e meio abaixo dos dados normativos para a idade no escore total, ou no mínimo em três subtestes da bateria ZAREKI-R, o que condiz com os critérios da bateria adotados por Rotzer et al. (2009) para o diagnóstico de DD.

Os desempenhos das crianças nas medidas de cognição numérica foram classificados em: Médio, para resultados esperados conforme a idade; Leve: desempenho em prejuízo de 1 desvio-padrão (1DP) ao esperado; Moderado: desempenho correspondente a 2 desvios-padrão (2DP) abaixo do esperado, e Grave: quando houve prejuízo referente a 3 desvios-padrão (3DP) abaixo do esperado.

A Tabela 16 mostra os resultados obtidos na primeira avaliação (pré-treino) e na segunda avaliação da ZAREKI-R (pós-treino), quanto a classificação do prejuízo (leve, moderado e grave) e desempenho médio, também de acordo com os dados normativos do estudo brasileiro de Santos et al. (2012). Conforme observado na Tabela 12, 2 (3,0%) das crianças apresentaram desempenho médio no Escore Total da ZAREKI-R no pré-treino, 24 (36,3%) Prejuízo Leve, 23 (35%) Prejuízo Moderado e 17 (25,7%) Prejuízo Grave. No Pós Treino, 19 (28,9%) das crianças apresentaram desempenho médio, 24 (36,36%) Prejuízo Leve, 17 (25,75%) Prejuízo Moderado e 6 (9,09%) Prejuízo Grave.

A maioria das crianças apresentou desempenho médio nos subtestes Enumeração de Pontos, Contagem Oral em Ordem Inversa, Ditado de Números, Leitura de Números, Posição dos Números, Comparação Oral, Estimativa Visual e Contextual, Comparação Escrita e Memória de Dígitos em momentos de pré e pós treino. No Pré-treino, no subteste de Problemas aritméticos, 13 (19,7%) das crianças apresentaram desempenho médio, 27 (41%) Prejuízo Leve, e 26 (39,3%) Prejuízo Moderado. No Pós treino, 26 (39,4%) apresentaram desempenho médio, 28 (42,4%) Prejuízo Leve e 12 (18,2%) Prejuízo Moderado. Referente ao Cálculo mental, no momento de pré-treino, 2 (3%) crianças apresentaram desempenho médio, 16 (24%) Prejuízo Leve, 23 (34%) Prejuízo Moderado e 25 (38%) Prejuízo Grave. No Pós-treino, 18 (27%) das crianças apresentaram desempenho na média, 13 (20%) Prejuízo Leve, 23 (35%) Prejuízo Moderado e apenas 12 (18%) Prejuízo Grave.

Nenhuma criança apresentou Prejuízo Grave nos subtestes de Estimativa visual, Estimativa contextual, Problemas Aritméticos e Memória de Dígitos.

Tabela 16 - Desempenho das 66 crianças no pré e pós-treino para ZAREKI-R, considerando a classificação em médio e de acordo com os prejuízos

Subtestes da ZAREKI-R	M F (%)	PL F (%)	PM F (%)	PG F (%)
Enumeração de Pontos				
Pré	50 (75,80%)	15 (22,70%)	1 (1,50%)	-
Pós	57 (86,36%)	7 (10,64%)	2 (3,0%)	-
Contagem Oral em Ordem Inversa				
Pré	31 (46,97%)	18 (27,27%)	14 (21,21%)	3 (4,54%)
Pós	45 (68,2%)	13 (19,7%)	6 (9,1%)	2 (3,0%)
Ditado de Números				
Pré	27 (41,0%)	20 (30,0%)	11 (17,0%)	8 (12,0%)
Pós	29 (44,0%)	25 (38,0%)	9 (13,5%)	3 (4,5%)
Cálculo Mental				

Pré	2 (3,0%)	16 (24,0%)	23 (34,0%)	25 (38,0%)
Pós	18 (27,0%)	13 (20,0%)	23 (35,0%)	12 (18,0%)
Leitura de Números				
Pré	40 (61,0%)	22 (33,0%)	-	4 (6,0%)
Pós	46 (69,7%)	19 (28,8%)	-	1(1,5%)
Posição dos números				
Pré	56 (84,9%)	5 (7,6%)	4 (6,0%)	1 (1,5%)
Pós	63 (95,5%)	3 (4,5%)	-	-
Comparação Oral				
Pré	26 (39,4%)	1 (1,5%)	21 (31,8%)	18 (27,3%)
Pós	29 (43,9%)	1 (1,5%)	21 (31,8%)	15 (22,8%)
Estimativa visual				
Pré	47 (71,2%)	17 (25,8%)	2 (3,0%)	-
Pós	53 (80,3%)	12 (18,2)	1 (1,5%)	
Estimativa contextual				
Pré	25 (38,0%)	36 (54,5%)	5 (7,5%)	
Pós	35 (53,0%)	28 (42,5%)	3 (4,5%)	
Problemas Aritméticos				
Pré	13 (19,7%)	27 (41%)	26 (39,3%)	
Pós	26 (39,4%)	28 (42,4%)	12 (18,2%)	
Comparação Escrita				
Pré	30 (45,5%)	20 (30,3%)	7(10,6%)	9 (13,6%)
Pós	40 (60,7%)	17 (25,7%)	9 (13,6%)	-
Total				
Pré	2 (3,03%)	24 (36,36%)	23 (34,85%)	17 (25,76%)
Pós	19 (28,79%)	24 (36,36%)	17 (25,76%)	6 (9,09%)
Memória Operacional				
Memória de dígitos				
Pré	44 (66,7%)	17 (25,7%)	5 (7,6%)	-
Pós	49 (74,25%)	16 (24,24%)	1 (1,5%)	-

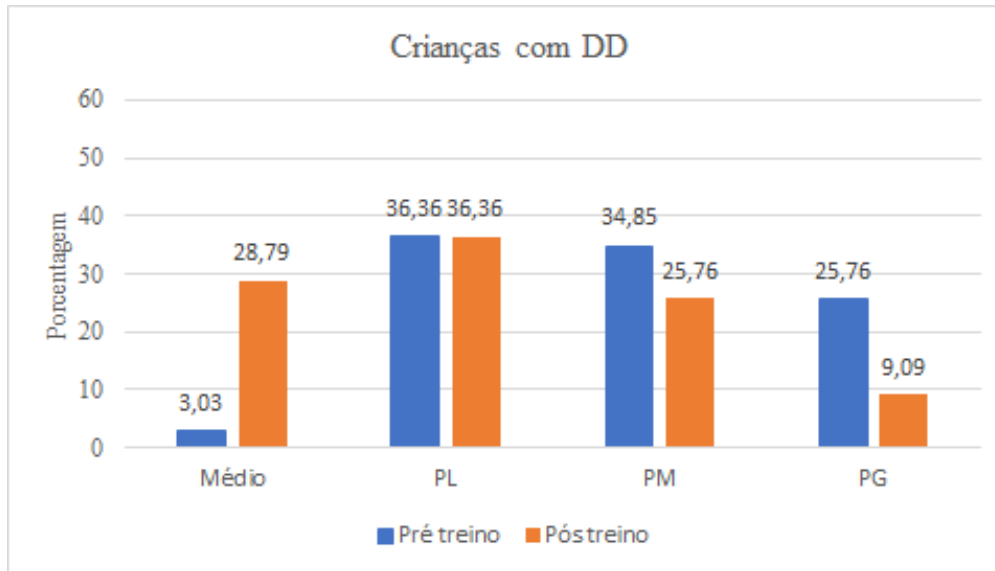
Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: F = Frequência; (%) = Porcentagem; M = Médio; PL (1DP-) = Prejuízo Leve; PM (2DP-) = Prejuízo Moderado; PG (3DP-) = Prejuízo Grave.

Na Figura 5 encontra-se o resultado do desempenho das crianças do grupo GA no total da Zareki-R, nos momentos pré e pós-treino, considerando a classificação média, os prejuízos leve, moderado e severo. Nota-se que houve um aumento de participantes com desempenho médio, o qual melhorou no momento pós, já o percentual de participantes com prejuízo leve

manteve-se o mesmo nos dois momentos, enquanto os percentuais de participantes com prejuízos moderado e severo diminuíram do pré para pós-teste.

Figura 5 - Desempenho das crianças no pré e pós treino para ZAREKI-R, considerando a classificação em médio e de acordo com os prejuízos.



Fonte: Elaborado pela autora.

Foram realizadas comparações entre os grupos para verificar se haveria diferenças entre seus desempenhos no ZAREKI-R no momento do pré-treino. Conforme análises do Kruskal Wallis, observou-se que os grupos não apresentaram diferença significativa em nenhum dos subtestes analisados no momento do pré-treino, o que sugere que seus desempenhos no ZAREKI-R eram inicialmente iguais.

Para analisar os possíveis efeitos da intervenção nos subteste do ZAREKI-R foi feita uma MANOVA para medidas repetidas, no qual não foram encontrados efeitos de interação entre subtestes, tempos e grupos [$F(20,630) = 1,13, p = 0,30, n^2_p = 0,03$]. Além disso, uma ANOVA 3 (Grupo: GC, GA, GNA) x 2 (tempo: pré e pós-treino) para medidas repetidas mostrou efeito de interação para tempo e grupo no total da ZAREKI-R [$F(2, 62) = 9,012, p < 0,001, n^2_p = 0,225$], assim como efeito de tempo [$F(1,62) = 78,041, p < 0,001, n^2_p = 0,557$], em que os resultados no pós-treino foram maiores que no pré-treino (Bonferroni; $p < 0,001$). Não foi encontrado efeito de grupo [$F(2,62) = 0,714, p = 0,493, n^2_p = 0,023$]. As variáveis estão expostas na Tabela 17.

A Tabela 17 mostra a análise em função dos grupos para os escores obtidos na ZAREKI-R pré e pós-treino. Contagem em Ordem Direta e Inversa [$F(1,62) = 10,026, p =$

0,002, $p^2 = 0,139$], Ditado de números [$F(1,62) = 4,402$, $p = 0,040$, $p^2 = 0,066$], Soma [$F(1,62) = 21,877$, $p < 0,001$, $p^2 = 0,261$], Subtração [$F(1,62) = 27,629$, $p < 0,001$, $p^2 = 0,308$], Multiplicação [$F(1,62) = 13,173$, $p = 0,001$, $p^2 = 0,175$], Leitura de números [$F(1,62) = 14,069$, $p < 0,001$, $p^2 = 0,185$], Posição dos números em uma escala analógica [$F(1,62) = 15,496$, $p < 0,001$, $p^2 = 0,200$], Estimativa qualitativa [$F(1,62) = 1,601$, $p = 0,210$, $p^2 = 0,025$], Estimativa contextual [$F(1,62) = 10,974$, $p = 0,002$, $p^2 = 0,150$], Resolução de problemas aritméticos [$F(1,62) = 16,082$, $p < 0,001$, $p^2 = 0,206$] e Comparação numérica escrita [$F(1,62) = 9,002$, $p = 0,004$, $p^2 = 0,127$] apresentaram diferenças em função do tempo com valores significativamente maiores no pós-treino, em relação ao pré-treino, independentemente do grupo de intervenção.

Houve interação entre tempo e grupo para os subtestes de Subtração [$F(2,62) = 3,65$, $p = 0,032$, $p^2 = 0,105$], Problemas Aritméticos [$F(2,62) = 3,908$, $p = 0,025$, $p^2 = 0,112$] e Comparação Oral [$F(2,62) = 5,028$, $p = 0,009$, $p^2 = 0,140$].

As análises de post-hoc confirmaram as diferenças entre os grupos em subtração na avaliação realizada no pós-treino, na qual o GA teve melhores pontuações em comparação ao GC ($p = 0,035$). Apesar de ter ocorrido interação significativa em Comparação oral, as análises post-hoc não demonstraram diferenças entre os grupos no pré ou pós-treino. Foi identificada uma tendência ($p = 0,062$) para o GC possuírem maior pontuação em comparação com o GNA no pré-treino. Com relação ao resultado da interação para Problemas aritméticos, as análises do post-hoc não confirmaram resultados significativos entre os grupos em nenhum dos dois tempos de avaliação. A interação entre o Tempo e o grupo foi estatisticamente significativa apenas para o GA no desempenho Total no teste ZAREKI-R [$F(2,62) = 9,012$, $p < 0,001$, $p^2 = 0,225$]. Também foi identificada interação entre o tempo e o grupo no desempenho total do ZAREKI-R [$F(2,62) = 9,012$, $p < 0,001$, $p^2 = 0,225$], com diferença estatisticamente significativa apenas ao GA no segundo momento de avaliação ($p = .04$).

Já para as variáveis Subtração [$F(2,62) = 3,279$, $p = 0,044$, $p^2 = 0,096$] e Cálculo total [$F(2,62) = 3,335$, $p = 0,042$, $p^2 = 0,097$], observou-se diferença em função do grupo de intervenção, todavia as análises de post-hoc não confirmaram as diferenças.

Tabela 17 - Análise da variável ZAREKI-R em função do grupo de treino e do Tempo de avaliação

Variáveis	Grupo	Pré		Pós		Efeito	F	p-valor	η^2	Post-hoc
		Média	DP	Média	DP					
Enumeração de pontos	GC	3,43	0,788	3,35	0,78	Tempo	0,030	0,863	0,000	
	GA	3,26	0,864	3,17	0,83	Tempo*Grupo	0,637	0,532	0,020	
	GNA	3,15	0,988	3,40	0,75	Grupo	0,641	0,530	0,020	
Contagem ordem direta e inversa	GC	2,39	1,076	2,96	1,11	Tempo	10,02	0,002	0,139	Pós>Pré
	GA	2,43	1,273	3,13	1,25	Tempo*Grupo	0,127	0,881	0,004	
	GNA	2,60	1,465	3,10	1,21	Grupo	0,204	0,816	0,007	
Ditado de números	GC	11,91	3,476	11,57	2,71	Tempo	4,402	0,040	0,066	Pós>Pré
	GA	10,83	2,807	12,13	2,96	Tempo*Grupo	2,264	0,112	0,068	
	GNA	10,50	3,927	12,30	2,68	Grupo	0,097	0,907	0,003	
Soma	GC	4,22	3,789	5,78	4,35	Tempo	21,87	0,000	0,261	Pós>Pré
	GA	5,17	4,366	8,74	4,11	Tempo*Grupo	1,205	0,307	0,037	
	GNA	4,80	3,488	7,40	4,25	Grupo	1,993	0,145	0,060	
Subtração	GC	1,00	1,243	1,70	1,99	Tempo	27,62	<0,001	0,308	Pós>Pré
	GA	1,22	1,808	4,00	3,19	Tempo*Grupo	3,653	0,032	0,105	GA Pós>GC pós
	GNA	2,15	2,739	3,80	3,68	Grupo	3,279	0,044	0,096	p>0,05
Multiplicação	GC	3,57	3,616	4,30	4,30	Tempo	13,17	<0,001	0,175	Pós>Pré
	GA	4,65	3,892	5,83	4,43	Tempo*Grupo	2,529	0,088	0,075	
	GNA	3,95	3,426	7,10	4,18	Grupo	1,418	0,250	0,044	
Cálculo total	GC	8,57	6,430	11,78	7,34	Tempo	49,10	<0,001	0,442	Pós>Pré
	GA	11,04	7,755	18,91	8,84	Tempo*Grupo	2,954	0,059	0,087	
	GNA	10,90	7,210	18,20	9,77	Grupo	3,335	0,042	0,097	p>0,05
Leitura de números	GC	13,57	3,012	14,09	2,04	Tempo	14,06	<0,001	0,185	Pós>Pré
	GA	12,70	3,336	14,26	1,94	Tempo*Grupo	1,500	0,231	0,046	
	GNA	13,20	2,984	14,10	2,55	Grupo	0,126	0,881	0,004	
Posição de números total	GC	16,87	5,651	17,65	4,16	Tempo	15,49	<0,001	0,200	Pós>Pré
	GA	16,43	5,751	19,83	3,81	Tempo*Grupo	2,257	0,113	0,068	
	GNA	14,50	5,424	19,00	4,79	Grupo	0,859	0,428	0,027	
Memorização de dígitos total	GC	18,35	5,382	18,52	3,82	Tempo	3,792	0,056	0,058	
	GA	17,91	5,376	20,96	5,62	Tempo*Grupo	1,404	0,253	0,043	
	GNA	20,50	5,104	21,60	4,57	Grupo	2,274	0,111	0,068	
Comparação Oral	GC	13,09	1,621	11,87	2,63	Tempo	1,661	0,202	0,026	

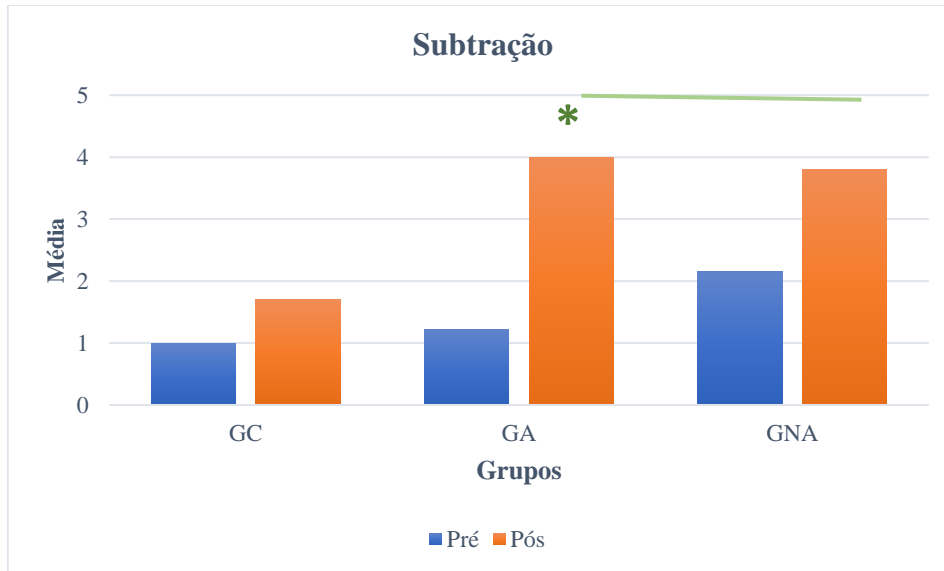
	GA	11,91	2,610	13,04	1,69	Tempo*Grupo	5,028	0,009	0,140	p>0,05
	GNA	11,20	3,397	12,75	2,36	Grupo	0,443	0,644	0,014	
Estimativa Visual	GC	4,70	2,141	4,70	2,38	Tempo	1,601	0,210	0,025	
	GA	4,52	2,020	5,39	1,85	Tempo*Grupo	0,491	0,615	0,016	
	GNA	3,80	2,142	4,30	2,08	Grupo	2,125	0,128	0,064	
Estimativa Qualitativa	GC	8,00	4,513	8,96	4,34	Tempo	10,97	0,002	0,150	Pós>Pré
	GA	6,30	2,914	8,35	4,77	Tempo*Grupo	0,578	0,564	0,018	
	GNA	6,30	3,686	8,10	5,00	Grupo	0,762	0,471	0,024	
Problemas aritméticos	GC	2,83	2,269	2,87	2,32	Tempo	16,08	<0,001	0,206	Pós>Pré
	GA	2,17	2,498	4,43	3,17	Tempo*Grupo	3,908	0,025	0,112	p>0,05
	GNA	2,40	2,624	4,60	2,60	Grupo	0,513	0,601	0,016	
Comparação Numérica	GC	18,70	1,428	18,87	1,46	Tempo	9,002	0,004	0,127	Pós>Pré
	GA	17,30	3,649	19,22	1,31	Tempo*Grupo	1,990	0,145	0,060	
	GNA	17,50	3,171	18,70	1,63	Grupo	0,911	0,407	0,029	
Total Zareki	GC	103,7	15,528	109,30	15,13	Tempo	78,04	<0,001	0,557	Pós>Pré
	GA	100,5	16,381	123,00	20,29	Tempo*Grupo	9,012	<0,001	0,225	GA Pós>GA Pré=GC Pré=GNA Pré; GNA Pós>GNA Pré=GA Pré
	GNA	96,05	19,906	118,15	19,93	Grupo	0,714	0,493	0,023	

Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: GA = Grupo Adaptativo; GNA = Grupo Não Adaptativo; GC = Grupo Controle; DP = desvio padrão.

Houve interação no grupo GA para o subtteste de Subtração [$F(2,62) = 3,65, p = 0,032, \eta^2 = 0,105$]. A Figura 6 ilustra a interação.

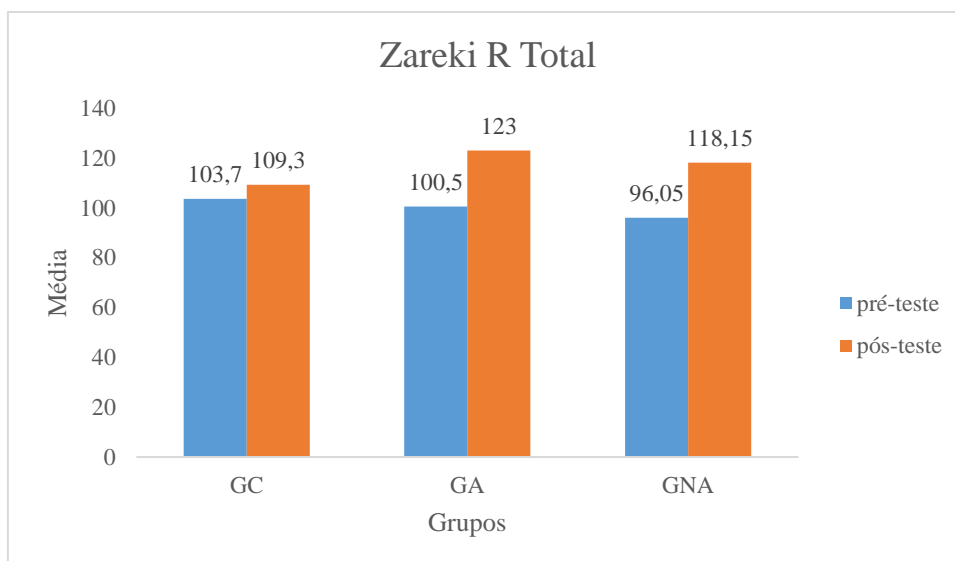
Figura 6 - Desempenho das crianças no pré e pós-treino para Subtração na Zareki-R



Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 7 apresenta o resultado das interações no desempenho do Total do Zareki-R para os 3 grupos (GA, GNA e GC).

Figura 7 - Desempenho das crianças no pré e pós-treino para Total no Zareki-R



Fonte: Elaborado pela autora.

5.3.2.4 Desempenho Intelectual: MPC x subtestes WISC IV

As análises realizadas para investigar os possíveis efeitos do Calcularis® nas habilidades avaliadas pelas Matrizes Progressivas Coloridas de Raven (MPC), subtestes do WISC IV e MPC não apontaram diferenças significativas, porém, melhores escores são observados para o escore total, e em todos os componentes do teste. O aprimoramento do GA se destaca pelo componente de Aritmética.

5.3.2.5 Aritmética e cálculo mental

Para investigar se os grupos divergiam no desempenho escolar, foi realizada uma análise para medidas repetidas MANOVA 3 (grupos: GC, GA e GNA) x 3 (3 subtestes: Escrita, Aritmética e Leitura). Não foram encontrados efeitos de interação para os subtestes para tempo e grupo [$F(4, 124) = 1,24, p = 0,29, n^2_p = 0,03$]. Além disso, a ANOVA 3 (grupos: GC, GA e GNA) x 2 (Tempo: pré e pós-treino) para medidas repetidas realizada para a pontuação total do TDE também não mostrou efeito de interação estatisticamente significante entre tempo e grupos [$F(2,62) = 0,059, p = 0,943, n^2_p = 0,002$]. Contudo, observam-se melhores pontuações para o Escore total, e em todos os componentes do teste no pós-treino em relação ao pré-treino, independentemente do grupo de intervenção. Destaca-se a melhora de GA para o componente de Aritmética (Tabela 18).

Os desempenhos das crianças de cada grupo no subteste de Aritmética do WISC IV foram considerados como parte do domínio de Aritmética e Cálculo Mental. Observaram-se diferenças em função do efeito grupo, sendo que para Pontuação aritmética ponderada [$F(2,62) = 4,138, p = 0,021, n^2_p = 0,118$], o GNA apresentou valores significativamente maiores que o GC ($p = 0,018$).

Tabela 18 - Escores obtidos pelos grupos no pré e pós-treino para os subtestes e total do TDE e para o subteste Aritmética do WISC-IV

Variável	Grupo	Pré		Pós		Efeito	F	P-valor	η^2	Post-hoc
		Média	DP	Média	DP					
TDE Total	GC	90,83	9,094	96,70	8,77	Tempo	43,442	<0,001	0,412	Pós>Pré
	GA	91,78	9,115	98,43	8,91	Tempo*Grupo	0,059	0,943	0,002	
	GNA	96,30	7,197	102,10	10,92	Grupo	2,494	0,091	0,074	
TDE Escrita	GC	18,13	4,203	20,39	4,64	Tempo	25,807	<0,001	0,294	Pós>Pré
	GA	20,26	5,479	21,48	5,71	Tempo*Grupo	1,639	0,202	0,050	
	GNA	23,55	3,517	26,75	3,58	Grupo	10,917	<0,001	0,260	GNA>GC =GA

TDE Aritmética	GC	9,22	2,662	11,22	2,80	Tempo	64,843	<0,001	0,511	Pós>Pré
	GA	8,96	2,804	12,30	3,36	Tempo*Grupo	2,353	0,104	0,071	
	GNA	9,10	2,532	11,00	2,41	Grupo	0,276	0,760	0,009	
TDE Leitura	GC	63,39	4,629	65,04	3,67	Tempo	9,868	<0,001	0,137	Pós>Pré
	GA	62,57	4,971	64,65	3,14	Tempo*Grupo	0,056	0,945	0,002	
	GNA	63,70	3,988	65,85	2,56	Grupo	0,675	0,513	0,021	
WISC Pontuação ponderada aritmética	GC	6,30	1,521	6,04	1,72	Tempo	1,962	0,166	0,031	
	GA	7,00	3,275	7,22	2,04	Tempo*Grupo	3,216	0,047	0,094	
	GNA	6,85	2,540	8,70	2,90	Grupo	4,138	0,021	0,118	GNA>GC

Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: TDE = Teste de Desempenho Escolar; GA = Grupo Adaptativo; GNA = Grupo Não Adaptativo; GC = Grupo Controle; DP = desvio padrão. ANOVA de medidas pareadas a dois critérios e Teste de Tukey

5.3.2.6 Memória operacional

Para investigar as três tarefas de Memória operacional foi realizada ANOVA 3 (Grupos: GC, GA e GNA) x 2 (tempo: pré e pós-treino) para BCPR, MOV e MOVE.

A Tabela 19 também apresenta a análise do desfecho AWMA em função do grupo de intervenção e do Tempo de avaliação. A análise realizada mostrou uma interação entre momento e grupo para o escore de MOV Memory score – Recordação de contagem [$F(2,62) = 3,635$, $p = 0,032$, $n^2_p = 0,105$]. No entanto, os resultados não foram confirmados nos testes de comparação múltipla. Houve diferença significativa em função do Tempo de avaliação nas variáveis MOVE para pontuação em memória (discriminação de formas) [$F(1,62) = 18,843$, $p < 0,001$, $n^2_p = 0,233$] e referente a precisão no escore MOVE [$F(1,62) = 10,211$, $p = 0,002$, $n^2_p = 0,141$], com valores significativamente maiores no pós-treino, em relação ao pré-treino, independentemente do grupo de intervenção.

Com relação ao desempenho das crianças no Teste de Repetição de Pseudopalavras para crianças brasileiras (BCPR) existiu diferença em função do Tempo de avaliação [$F(1,62) = 20,037$, $p < 0,001$, $n^2_p = 0,244$], com valores significativamente maiores após o treino (Tabela 19). Não foi observada interação entre tempo e grupo [$F(2,62) = 0,599$, $p = 0,553$, $n^2_p = 0,019$].

A avaliação da Memória Operacional das crianças também contemplou os seus desempenhos no subtteste Sequência de Números e Letras (SNL) do WISC-IV. A Tabela 19 apresenta diferença significativa para a variável SNL ponderado [$F(1,62) = 5,762$, $p = 0,019$, $n^2_p = 0,085$], em função do Tempo de avaliação, com valores significativamente maiores após a intervenção. Também foi identificada diferença significativa entre os grupos no desempenho do subtteste SNL ponderado [$F(2,62) = 5,278$, $p = 0,008$, $n^2_p = 0,145$]. As análises de post-hoc

mostraram que a diferença ocorreu entre os grupos GC e GNA ($p = 0,006$) com maior média para GNA.

Tabela 19 - Média, desvio padrão e ANOVA 3 (Grupos: GC, GA e GNA) x 2 (tempo: pré e pós-treino) para MOV, MOVE, BCPR e SNL

Variável	Grupo	Pré		Pós		Efeito	F	P-valor	η^2	Post-hoc
		Média	DP	Média	DP					
MOV Memory score - Recordação de contagem	GC	14,83	3,353	13,30	2,67	Tempo	0,048	0,828	0,001	
	GA	15,13	3,659	16,09	3,72	Tempo*Grupo	3,635	0,032	0,105	$p > 0,05$
	GNA	14,95	3,677	15,80	4,19	Grupo	1,919	0,155	0,058	
MOV Precision Score - Recordação de contagem	GC	37,35	12,76	34,43	10,5	Tempo	0,002	0,966	0,000	
	GA	40,96	14,66	42,87	14,6	Tempo*Grupo	0,586	0,560	0,019	
	GNA	41,15	14,59	41,95	17,5	Grupo	2,087	0,133	0,063	
MOVE Memory score - Discrimi de formas	GC	13,39	3,394	14,09	3,48	Tempo	18,843	<0,001	0,233	Pós>Pré
	GA	14,00	3,618	16,65	2,90	Tempo*Grupo	2,226	0,117	0,067	
	GNA	14,60	3,455	16,50	4,26	Grupo	2,270	0,112	0,068	
MOVE Precision Score - Discriminaçã o de formas	GC	32,65	11,17	36,57	12,4	Tempo	10,211	0,002	0,141	Pós>Pré
	GA	36,70	13,38	45,83	10,3	Tempo*Grupo	1,469	0,238	0,045	
	GNA	37,40	12,41	40,15	11,8	Grupo	2,944	0,060	0,087	
BCPR	GC	35,35	3,563	37,65	2,04	Tempo	20,037	<0,001	0,244	Pós>Pré
	GA	34,91	2,557	37,26	1,98	Tempo*Grupo	0,599	0,553	0,019	
	GNA	35,95	4,211	37,20	1,94	Grupo	0,382	0,684	0,012	
Sequência de números e letras pontuação ponderada	GC	6,35	2,328	7,04	2,58	Tempo	5,762	0,019	0,085	Pós>Pré
	GA	7,78	2,315	7,87	2,80	Tempo*Grupo	1,255	0,292	0,039	
	GNA	7,85	2,277	9,55	2,98	Grupo	5,278	0,008	0,145	GNA>GC

Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: DP=desvio padrão; GC=Grupo Controle; GA=Grupo Adaptativo; GNA=Grupo Não-Adaptativo. ANOVA de medidas pareadas a dois critérios e Teste de Tukey.

5.3.2.7 Velocidade de processamento da informação

Este domínio foi formado pela pontuação obtida pelas crianças nos subtestes Código, Procurar Símbolos e Cancelamento do WISC-IV. A Tabela 20 apresenta a análise do desfecho pontuação nos subtestes citados em função do grupo de intervenção e do Tempo de avaliação. Não foram observadas interações significativas entre o tempo e o grupo para as variáveis investigadas. O Código ponderado [$F(1,62) = 13,838$, $p < 0,001$, $\eta^2_p = 0,182$], Procurar Símbolos ponderado [$F(1,62) = 15,537$, $p < 0,001$, $\eta^2_p = 0,200$] e Cancelamento ponderado

[$F(1,62) = 11,780$, $p = 0,001$, $n^2_p = 0,160$] apresentaram diferenças significativas em função do Tempo de avaliação, com valores significativamente maiores após o treino. Com relação ao grupo de intervenção, para a pontuação Cancelamento ponderado o GA apresentou resultados significativamente maiores que o GC ($p = 0,005$). Para Procurar Símbolos ponderado o GC apresentou resultados significativamente menores que o GA ($p = 0,027$) e o GNA ($p = 0,030$), todos independentemente do Tempo de avaliação. Para a variável pontuação Código ponderado, o teste de comparações múltiplas não confirmou o resultado.

Tabela 20 - Média, desvio padrão e ANOVA 3 (Grupos: GC, GA e GNA) x 2 (tempo: pré e pós-treino) para as pontuações nos subtestes Código, Procurar Símbolos e Cancelamento do WISC-IV

Variável	Grupo	Pré		Pós		Efeito	F	P-valor	η^2	Post-hoc
		Média	DP	Média	DP					
Código Pontuação Ponderado	GC	8,26	2,240	8,57	2,33	Tempo	13,838	<0,001	0,182	Pós>Pré
	GA	9,17	2,640	10,57	2,63	Tempo*Grupo	2,052	0,137	0,062	
	GNA	9,10	2,918	10,85	2,25	Grupo	3,671	0,031	0,106	p>0,05
Procurar símbolos Pontuação ponderado	GC	7,91	2,021	9,22	2,54	Tempo	15,537	<0,001	0,200	Pós>Pré
	GA	9,57	2,711	11,04	2,18	Tempo*Grupo	0,069	0,934	0,002	
	GNA	9,60	2,088	10,75	2,65	Grupo	5,309	0,007	0,146	GC<GA=GNA
Cancelam Pontuação ponderado	GC	6,96	2,495	8,04	2,60	Tempo	11,780	0,001	0,160	Pós>Pré
	GA	9,39	2,840	10,35	2,19	Tempo*Grupo	0,066	0,936	0,002	
	GNA	9,00	2,224	10,40	2,80	Grupo	8,731	<0,001	0,220	GA>GC

Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: DP=desvio padrão; GC=Grupo Controle; GA=Grupo Adaptativo; GNA=Grupo Não-Adaptativo. ANOVA de medidas pareadas a dois critérios e Teste de Tukey.

5.3.2.8 Atenção visual

Os subtestes Procurar Símbolos e Cancelamento do WISC-IV também fizeram parte do domínio da atenção visual. Conforme descrito no subtópico anterior e apresentado na Tabela 21, não foram observados efeitos de interação entre tempo e grupo e observaram-se diferenças significativas em função do Tempo de avaliação para os subtestes Procurar Símbolos ponderado [$F(1,62) = 15,537$, $p < 0,001$, $n^2_p = 0,200$] e Cancelamento ponderado [$F(1,62) = 11,780$, $p = 0,001$, $n^2_p = 0,160$], com valores significativamente maiores após o treino. O GA apresentou resultados significativamente maiores que GC ($p = 0,005$) nas pontuações de Cancelamento ponderado. Em Procurar Símbolos ponderado o GC apresentou resultados significativamente menores que o GA ($p = 0,013$) e o GNA ($p = 0,028$), todos independentemente do Tempo de avaliação.

Tabela 21 - Média, desvio padrão e ANOVA 3 (Grupos: GC, GA e GNA) x 2 (tempo: pré e pós-treino) para as pontuações nos subtestes Procurar Símbolos e Cancelamento do WISC-IV

Variável	Grupo	Pré		Pós		Efeito	F	P-valor	η^2	Post-hoc
		Média	DP	Média	DP					
Procurar símbolos Pontuação ponderado	GC	7,91	2,02	9,22	2,54	Tempo	15,537	<0,001	0,200	Pós>Pré
	GA	9,57	2,711	11,04	2,18	Tempo*Grupo	0,069	0,934	0,002	
	GNA	9,60	2,08	10,75	2,65	Grupo	5,309	0,007	0,146	GC<GA=GNA
Cancelam Pontuação ponderado	GC	6,96	2,49	8,04	2,60	Tempo	11,780	0,001	0,160	Pós>Pré
	GA	9,39	2,840	10,35	2,19	Tempo*Grupo	0,066	0,936	0,002	
	GNA	9,00	2,22	10,40	2,80	Grupo	8,731	<0,001	0,220	GA>GC

Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: DP=desvio padrão; GC=Grupo Controle; GA=Grupo Adaptativo; GNA=Grupo Não-Adaptativo. ANOVA de medidas pareadas a dois critérios e Teste de Tukey.

5.3.2.9 Flexibilidade mental

A Flexibilidade mental foi avaliada a partir do desempenho das crianças no *Five Digit Test* (FDT). A análise da variável dependente FDT em função do Tempo de avaliação e do grupo de intervenção em crianças pode ser observada na Tabela 22. Diferença significativa em função do grupo de treino foi observada nos percentis de Leitura [$F(2,62) = 3,803$, $p = 0,028$, $n^2_p = 0,109$] e Contagem [$F(2,62) = 3,999$, $p = 0,023$, $n^2_p = 0,114$]. Todavia, a análise de comparações múltiplas confirmou apenas valores significativamente maiores para GA em comparação ao GNA ($p = 0,021$) na variável Leitura percentil. Já em relação ao efeito Tempo, observou-se diferença para as variáveis Escore percentil [$F(1,62) = 11,841$, $p = 0,001$, $n^2_p = 0,160$], Alternância percentil [$F(1,62) = 12,646$, $p = 0,001$, $n^2_p = 0,169$], INIB percentil [$F(1,62) = 14,360$, $p < 0,001$, $n^2_p = 0,188$] e Flex percentil [$F(1,62) = 13,735$, $p < 0,001$, $n^2_p = 0,181$], com valores significativamente maiores no Tempo pós-treino, em relação ao Tempo pré-treino. Para a variável Alternância percentil também foi observada diferença em função da interseção tempo e grupo [$F(2,62) = 3,860$, $p = 0,026$, $n^2_p = 0,111$], em que o momento de pré-intervenção o GNA apresentou valores significativamente menores do que o momento pós-intervenção dos grupos GNA e GA. Foi identificada diferença entre os grupos GA e GNA em Contagem percentil [$F(2,62) = 3,999$, $p = 0,023$, $n^2_p = 0,114$] com maior média para GA ($p = 0,048$).

Tabela 22 - Desempenho das crianças no FDT e análise em função do Tempo de avaliação e do grupo de intervenção

Variável		Pré		Pós		Efeito	F	p-valor	η ²	Post-hoc
		Média	DP	Média	DP					
FDT Leitura Pontuação Tempo	GC	32,35	6,58	33,52	6,37	Tempo	2,760	0,102	0,043	
	GA	32,32	6,41	39,30	21,84	Tempo*Grupo	0,378	0,687	0,012	
	GNA	37,15	7,25	38,90	7,17	Grupo	2,741	0,072	0,081	
FDT Leitura Percentil	GC	48,04	32,21	38,48	27,98	Tempo	1,074	0,304	0,017	
	GA	49,77	28,96	51,09	34,28	Tempo*Grupo	0,925	0,402	0,029	
	GNA	34,25	28,52	27,50	23,98	Grupo	3,803	0,028	0,109	GA>GN A
FDT Contagem Pontuação Tempo	GC	48,17	15,00	48,04	13,28	Tempo	0,206	0,651	0,003	
	GA	47,27	10,56	45,52	12,86	Tempo*Grupo	1,080	0,346	0,034	
	GNA	48,05	9,64	53,15	17,19	Grupo	0,927	0,401	0,029	
FDT Contagem Percentil	GC	30,87	22,74	38,70	26,38	Tempo	1,839	0,180	0,029	
	GA	44,35	33,55	58,04	30,29	Tempo*Grupo	3,064	0,054	0,090	
	GNA	38,25	30,49	30,75	21,72	Grupo	3,999	0,023	0,114	GA>GN A
FDT Esc Pontuação Tempo	GC	79,43	17,32	77,26	28,53	Tempo	0,610	0,438	0,010	
	GA	81,22	20,92	74,30	23,32	Tempo*Grupo	0,870	0,424	0,027	
	GNA	77,40	12,99	80,05	21,23	Grupo	0,003	0,997	0,000	
FDT Esc Percentil	GC	35,43	22,85	45,00	31,08	Tempo	11,84 1	0,001	0,160	Pós>Pré
	GA	37,43	31,40	57,39	32,05	Tempo*Grupo	2,624	0,081	0,078	
	GNA	39,30	26,82	42,75	28,40	Grupo	0,720	0,491	0,023	
FDT Alternân Pontuação Tempo	GC	91,22	22,61	90,57	58,42	Tempo	0,032	0,858	0,001	
	GA	88,26	30,52	80,00	30,33	Tempo*Grupo	0,670	0,515	0,021	
	GNA	86,25	16,88	93,05	37,70	Grupo	0,165	0,848	0,005	
FDT Alternân Percentil	GC	36,30	24,73	57,39	31,15	Tempo	12,64 6	0,001	0,169	Pós>Pré
	GA	45,00	31,29	64,35	33,42	Tempo*Grupo	3,860	0,026	0,111	GC Pré<GC Pós=GA Pós
	GNA	49,25	28,34	47,50	27,65	Grupo	0,843	0,435	0,026	
FDT INIB Pontuação Tempo	GC	47,74	14,87	43,78	26,62	Tempo	2,184	0,145	0,034	
	GA	50,00	19,49	38,96	17,13	*Grupo	2,040	0,139	0,062	
	GNA	40,75	14,14	43,60	21,14	Grupo	0,306	0,737	0,010	
FDT INIB Percentil	GC	38,48	26,08	52,83	32,26	Tempo	14,36 0	<0,001	0,188	Pós>Pré
	GA	33,70	25,50	60,87	33,83	Tempo*Grupo	3,064	0,054	0,090	
	GNA	54,00	35,19	58,25	32,82	Grupo	0,966	0,386	0,030	
FDT Flex Pontuação Tempo	GC	59,52	20,57	55,91	56,09	Tempo	0,284	0,596	0,005	
	GA	59,22	24,83	47,26	25,64	Tempo*Grupo	1,458	0,241	0,045	
	GNA	49,25	17,92	58,00	34,56	Grupo	0,394	0,676	0,013	
FDT Flex Percentil	GC	38,48	26,17	64,78	32,46	Tempo	13,73 5	<0,001	0,181	Pós>Pré
	GA	43,04	30,10	63,91	35,45	Tempo*Grupo	2,244	0,115	0,068	
	GNA	57,75	31,93	61,00	31,31	Grupo	0,527	0,593	0,017	

Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: DP=desvio padrão; GC=Grupo Controle; GA=Grupo Adaptativo; GNA=Grupo Não-Adaptativo. ANOVA de medidas pareadas a dois critérios e Teste Post-hoc de Tukey.

Também foram realizadas análises considerando o domínio emocional: humor e comportamento composto por resultados obtidos pelas crianças de cada grupo na Escala de Stress Infantil (ESI), no Questionário de autoeficácia para crianças (SEQ-C), na Escala de Ansiedade Matemática (EAM) e na Entrevista de Ansiedade Matemática (MAI). Os resultados não foram significativos, desse modo optou-se por apresentá-los no Apêndice B. Dados do domínio emocional foram detalhadamente discutidos em Nascimento (2019).

5.4 DISCUSSÃO

O presente estudo verificou os efeitos do Treino Cognitivo Computadorizado *Calcularis*®, em crianças identificadas com DD, em momentos pré e pós-treino, comparando-se três grupos GA (adaptativo), GC (controle) e GNA (não adaptativo). Os objetivos secundários foram comparar as habilidades intelectuais, mnemônicas, executivas, acadêmicas, pós-treino e compreender os ganhos na cognição numérica desses alunos que apresentam dificuldades significativas na aprendizagem da matemática. Considera-se o diferencial deste estudo a pesquisa ser de caráter avaliativo e interventivo, ter utilizado um delineamento RCT, bem como ser inédito quanto às análises cognitivas, com relação aos estudos interventivos no Brasil frente à DD.

5.4.1 Cognição Numérica

Este é o primeiro estudo brasileiro duplo-cego randomizado com simulação e intervenção realizado com crianças com DD de cinco escolas públicas. Com relação à eficácia do treino *Calcularis*®, no domínio da cognição numérica os resultados alcançados são promissores e mostram que houve efeito de transferência, especificamente, para as crianças pertencentes ao apresentaram melhora significativa na subtração e desempenho total no ZAREKI-R. Este resultado demonstra a eficácia do treinamento realizado e que utilizou um protocolo mais curto (20 sessões) quando comparado a literatura internacional que utilizou o protocolo original com um mínimo de 24 sessões (KÄSER et al., 2013; RAUSCHER et al., 2016), sendo o estudo de Kohn et al. (2020) utilizando mais de 42 sessões. Isso corrobora a hipótese de que o *Calcularis*® pode ser usado efetivamente por crianças para melhorar o seu desempenho aritmético (RAUSCHER et al., 2016) e auxiliar crianças com DD a melhorar suas habilidades aritméticas (KOHN et al., 2020).

No pré-treino, não houve diferenças estatisticamente significativas entre os três grupos (GA, GNA e GC) nas tarefas realizadas ou testes aplicados, o que garantiu que os grupos seriam

comparáveis sem viés de desempenho. Além disso, garantiu-se que o grupo GNA não foi capaz de distinguir entre estimulação real e simulada, pela própria programação do *software*, o que permitiu descartar outras causas para eventuais alterações no desempenho pós-treino não associadas à própria intervenção (COZBY, 2003; GANDIGA; HUMMEL; COHEN, 2006).

Pode-se dizer que o treino produziu efeitos e gerou transferência de aprendizagem proximal, pois as habilidades de subtração, estimuladas pelo treino melhoraram significativamente nos pós-treino, corroborando os resultados de outros estudos, como de Käser et al. (2013), von Aster et al. (2015), Rauscher et al. (2016) e Kohn et al. (2020). Estudos anteriores (KÄSER, 2013; RAUSCHER et al., 2016) evidenciaram que a melhoria na subtração é considerada um benefício sólido desse treinamento.

Dehaene (2011) considera que a descoberta da melhora em subtração devido a uma dada intervenção, deve ser apontada como uma forte medida para o desenvolvimento da representação numérica espacial. A aritmética mental, como a adição e, em particular, a subtração são facilitadas pela crescente linha numérica mental (KAUFMANN; VON ASTER, 2012; LINSEN et al., 2014).

Os resultados desta pesquisa, bem como os encontrados por Käser et al. (2013), Rauscher et al. (2016) e Kohn et al. (2020), demonstraram que não há efeitos em relação às medidas de desempenho aritmético para adição. Nesse caso, sugere-se analisar a estrutura hierárquica da *Calcularis®* (DYBUSTER CALCULARIS, 2016).

O treinamento de adição/subtração do *Calcularis®* é realizado em faixas de números ascendentes começando com o intervalo de números baixos de 0-10, 0-20, 0-100, 0-1000, sendo 17 jogos em um total de 48 variedades diferentes (DYBUSTER CALCULARIS®, 2016). Em cada um dos intervalos de números, a criança trabalha em três áreas diferentes: processamento, adição e subtração de números, multiplicação e divisão. A criança só avança no jogo caso demonstre competências aritméticas (adição/subtração) para uma probabilidade específica, sendo que as tarefas de adição e subtração são treinadas em paralelo para cada nível de dificuldade. Possivelmente os escores brutos do pré-treino demonstraram que as crianças tiveram um desempenho melhor além da subtração, o que indica que elas já eram boas na adição, todavia, o programa forneceu em seu desenho adaptativo mais treinamento em subtração, levando a efeitos maiores em subtração do que em adição (KÄSER et al., 2013; KOHN et al., 2020; RAUSCHER et al., 2016).

Além disso, o conceito do programa de treinamento deve ser levado em consideração, pois equilibra o tempo de treinamento entre a área de representações numéricas e as operações aritméticas. Ademais, há uma grande variedade de habilidades que são treinadas na área de

representações de números. Portanto, algumas habilidades são treinadas apenas por um curto período de tempo ou principalmente no início do treinamento. No entanto, o resultado relativo à comparação de magnitude é promissor, uma vez que tempos de reação mais rápidos em comparações simbólicas e não simbólicas estão relacionados a maior fluência de cálculo (DE SMEDT et al., 2013; KOHN et al., 2020).

Os achados da presente investigação, assim como os descritos por Käser et al. (2013), Kohn et al. (2020) e Rauscher et al. (2016) mostram que as crianças foram reavaliadas após um intervalo de 3 meses. Esse intervalo foi determinante para garantir a estabilidade dos efeitos do treinamento. Limitação esta do estudo de Käser et al. (2013) no qual não foram realizadas medições após um período de descanso de 12 semanas.

Além do presente estudo ser o primeiro estudo brasileiro de caráter avaliativo e interventivo frente à DD, outro diferencial ocorreu em relação aos estudos internacionais de relevância para área, uma vez que teve três grupos de comparação: grupo adaptativo (grupo de estimulação real), grupo controle (não treinado), grupo não adaptativo (grupo de estimulação simulada). A implementação do terceiro grupo permitiu o delineamento de efeitos de treinamento específicos para efeitos de desenvolvimento e escolaridade, diferentemente das pesquisas de Käser et al. (2013) e Kohn et al. (2020) que não tinham esse grupo de comparação.

Um achado interessante foi que a intervenção produziu um efeito de transferência distante para habilidades não treinadas, ou seja, as crianças neste estudo apresentaram melhor desempenho em habilidades alternadas, em uma medida de flexibilidade cognitiva. Além disso, houve uma melhora na execução das operações numéricas - a contagem implícita e a retenção de informações, podem estar associadas a ganhos na eficiência do processamento numérico (KARBACH; UNGER, 2014). Isso pode sugerir mecanismos potenciais pelos quais o treinamento melhora o desempenho.

Os resultados mostraram que *Calcularis®* foi eficaz causando quase transferência apenas para o grupo GA, especificamente mostrando melhora significativa na subtração e desempenho total no ZAREKI-R. É importante ressaltar que estes achados foram alcançados usando um protocolo mais curto (20 sessões) quando comparados à literatura internacional (KÄSER et al., 2013; KOHN et al., 2020; RAUSCHER et al., 2016), corroborando nossa hipótese de que *Calcularis®* poderia ser usado de forma eficaz para melhorar o desempenho das crianças em aritmética (RAUSCHER et al., 2016) e apoiando crianças com discalculia de desenvolvimento para melhorar suas habilidades aritméticas (KOHN et al., 2020).

5.4.2 Habilidades Cognitivas

5.4.2.1 Inteligência Fluida

Em raciocínio abstrato, constructo da inteligência fluida, o presente estudo não encontrou alterações em relação ao tempo e grupo, uma vez que os grupos mantiveram classificação médio superior nas duas etapas investigadas. A discrepância entre medidas de cognição numérica (aquém do esperado para faixa etária e escolaridade) e de inteligência (equivalente à idade) é relevante para o diagnóstico de DD. Portanto, conforme os critérios do CID-10 (OMS-2004), o diagnóstico pressupõe a ausência de atraso intelectual (QI <70) (SANTOS, 2007).

Com relação aos níveis de habilidade intelectual em nível de base, o resultado foi menos substancial. Isso estaria em conformidade com os achados dos estudos apresentados por Nemmi et al. (2016). Em contraste com este estudo, o desempenho aritmético inicial dos grupos analisados na presente pesquisa, não previu os níveis individuais de resposta.

Neste estudo, as crianças com DD apresentaram pontuação para classificação de intelectualmente médio superior (ANGELINI et al., 1999). Portanto, os déficits nos testes subsequentes de avaliação neuropsicológica não podem ser justificados pela capacidade de inteligência de acordo com a capacidade de covariância. Este resultado discorda de outros estudos já realizados nos quais mencionam as dificuldades em aritmética associada à QI abaixo da média (KOLLE, 2009; LANDERL et al., 2009; SHALEV et al., 1998; SILVA; SANTOS, 2011).

Algumas pesquisas mostraram a correlação entre inteligência e desempenho acadêmico em aritmética (LU et al., 2011; STOCK; DESOETE; ROEYERS, 2009). Os resultados específicos à matemática também foram sinalizados por Stock et al. (2009) demonstrando que o raciocínio sequencial (ou habilidade de seriação) e classificação são pré-requisitos necessários para o desenvolvimento das habilidades aritméticas nos anos iniciais do Ensino Fundamental I.

5.4.2.2 Memória Operacional

Quanto à memória operacional, este estudo não apresentou evidência para efeito de transferência em tarefas computadorizadas de memória operacional, entretanto numa tarefa de lápis e papel houve evidência de transferência, portanto, seria sugestivo de ganhos na memória fonológica.

Referente ao teste de memória operacional da AWMA, o presente estudo mostrou uma transferência distal (ganho cognitivo em tarefa não treinada especificamente) na memória

fonológica. O processamento fonológico está associado, especialmente, com aspectos simbólicos da matemática, assim como a automação de fatos aritméticos, resolução de problemas matemáticos e transcodificação numérica (ROTZER et al., 2009). Todas essas habilidades melhoraram diretamente no pós-treino.

Não foram encontradas diferenças entre os grupos no teste de repetição de pseudopalavras (BCPR), os grupos apresentaram pontuação dentro da normalidade para a faixa etária (SANTOS; BUENO, 2003), teste esse que avalia a capacidade de memória operacional fonológica, especificamente a alça fonológica, portanto inferencialmente as dificuldades das crianças com DD não estariam diretamente relacionadas com a capacidade para a aquisição de vocabulário, habilidade de leitura ou mesmo compreensão da língua materna (BADDELEY, 1986; BADDELEY; GATHERCOLE; PAPAGNO, 1998).

Dessa forma, compreende-se que, as crianças do grupo treinado (GA) não apresentavam déficits em memória operacional fonológica no pré-treino, porém com o treino elas obtiveram transferência distal o que impacta diretamente em melhor desempenho nos aspectos simbólicos da matemática.

5.4.2.3 Flexibilidade Mental

Com relação à flexibilidade mental, as crianças deste estudo apresentaram melhor desempenho em habilidades de alternância nas funções executivas, o que implica efeito de transferência para o funcionamento cognitivo relacionado à execução de operações mentais em raciocínio espacial abstrato e de funcionamento fluido (SIEGLER; BOOTH, 2004). Além disso, a melhora para habilidades executivas e mnemônicas verbal, relacionadas a execução de operações numéricas, a contagem implícita, e retenção de informações verbais, pode se associar aos ganhos na eficiência do processamento numérico (KARBACH; UNGER, 2014). Isso pode indicar mecanismos potenciais pelos quais o treinamento melhora o desempenho.

Apesar de vários estudos apresentarem as Funções Executivas como um possível déficit associado à DD (PENG et al., 2012; TOLL et al., 2011), neste estudo os grupos apresentaram desempenho de acordo com os dados normativos referentes à faixa etária no componente flexibilidade cognitiva (CUNHA et al., 2005). Participantes exibiram dificuldades apenas no subcomponente da alternância de foco, corroborando com os estudos de Rubinstein e Henik (2008). Isto sugere que as dificuldades das crianças com DD deste estudo estão relacionadas a prejuízos particularmente compatíveis com as representações simbólicas, especificamente de números (ALLOWAY; PASSOLUNGI, 2011). No entanto, no pós-treino, observa-se que as

crianças com DD apresentaram transferência distal para transcodificação de números, pois melhoraram no componente de alternância de foco das funções executivas, possivelmente porque os estímulos do teste utilizado são numerais.

5.4.3 Desempenho acadêmico

Quanto ao desempenho acadêmico das crianças investigadas no teste de desempenho escolar (TDE), não foram identificadas interações entre tempo e grupo. O grupo GA obteve melhoras em Aritmética no pós-treino e os outros grupos (GC e GNA) se mantiveram estáveis, o que pode sugerir a transferência de aprendizagem proximal, visto que habilidades básicas de matemática, como soma, subtração, multiplicação e divisão foram treinadas pelo *Calcularis* (DYBUSTER CALCULARIS, 2018) de acordo com o progresso de cada criança, pois respeita o desenvolvimento da aprendizagem ao mesmo tempo que incentiva e estimulava a novos desafios.

5.5 CONCLUSÃO

Como esperado, os resultados mostraram que o *Calcularis*® produziu melhora em habilidades específicas e gerou efeitos de transferência, pois a habilidade de subtração, estimulada pelo treinamento melhorou significativamente no pós-treino, corroborando os resultados de outros estudos, como Käser et al. (2013), von Aster et al. (2015) e Rauscher et al. (2016). O que significa que essas habilidades foram adquiridas por generalizações, o que novamente enfatiza a importância e amplitude dos ganhos de treinamento, uma vez que generalizações são menos frequentes de acontecer (KIM et al., 2018).

Os resultados mostraram que *Calcularis*® foi eficaz causando quase transferência apenas para o grupo GA, especificamente mostrando melhora significativa na subtração, e desempenho total no ZAREKI-R. É importante ressaltar que estes achados foram alcançados por meio de um protocolo mais curto (20 sessões) quando comparado com a literatura internacional que utilizou 24 sessões (KÄSER et al., 2013; RAUSCHER et al., 2016). Corroborando a hipótese de que *Calcularis*® poderia ser usado efetivamente para melhorar o desempenho das crianças em aritmética (RAUSCHER et al., 2006) e apoiando crianças com discalculia de desenvolvimento para melhorar suas habilidades aritméticas (KOHN et al., 2000). Além disso, o grupo adaptativo melhorou em habilidades não treinadas, como habilidades mnemônicas executivas e verbais. Portanto, parece uma ferramenta valiosa para auxiliar o professor.

O *software*, baseado nas descobertas da neurociência, tem o potencial de otimizar o aprendizado e transcender os limites do horário escolar. Neste estudo, o Calcularis® revelou-se um valioso complemento à boa prática de ensino da matemática, permitindo estimular as características individuais de cada criança e aumentar a sua motivação para a realização de atividades matemáticas. No entanto, diversos desafios foram enfrentados para a conclusão deste estudo, como a falta de acesso a computadores e *internet* nas escolas e materiais necessários para que os treinamentos se desenvolvessem.

No Brasil, a maioria das crianças é iletrada digitalmente no início da idade escolar, diferentemente dos países desenvolvidos, alguns participantes nunca haviam utilizado um *tablet* antes de participar desta pesquisa. Além disso, os professores ainda desconhecem a DD, seu impacto individual e social a longo prazo e as abordagens eficazes para facilitar a aprendizagem. Portanto, ressalta-se a necessidade de investimento no desenvolvimento contínuo dos professores e em recursos tecnológicos.

O diagnóstico é provavelmente a base para melhores perspectivas para os indivíduos que têm DD. Faltam especialistas para diagnosticar e tratar a DD. Ainda não está claro se intervenções precoces e adequadamente direcionadas podem transformar um indivíduo com DD em um calculador típico. A DD pode ser como a dislexia, no sentido de que a intervenção precoce pode melhorar a eficácia prática e tornar o processamento cognitivo semelhante ao desenvolvimento normal (BUTTERWORTH et al., 2011).

Por fim, é fundamental mencionar que este é o primeiro estudo duplo-cego, randomizado, realizado no Brasil, com três grupos controle, ativo e passivo, possuindo poder e tamanho amostral adequado para mensuração dos tamanhos de efeito. Foram administrados uma breve intervenção em pequenos grupos nas escolas para crianças com DD com escassos recursos tecnológicos. Neste estudo o RCT encontrou efeitos de transferência próximos e distantes relativos à cognição numérica, funções executivas e memória operacional. Essa estratégia parece ser eficaz para os países em desenvolvimento e possui a vantagem de proporcionar a socialização, o que reduz o estigma.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo demonstra que o programa de treinamento adaptativo *Calcularis®*, *software* este baseado nas descobertas da neurociência, pode ser usado efetivamente para ajudar as crianças no desenvolvimento numérico e para melhorar o desempenho na subtração.

Kozma (2001) argumenta que não há ferramenta (como os programas computadorizados, por exemplo) que substitua um ensino de qualidade e a presença de um professor capacitado. Von Aster et al. (2016) complementam dizendo que o programa de treinamento é uma ferramenta valiosa para complementar e apoiar os professores, além de criar um ambiente de ensino mais diferenciado e inclusivo.

Infelizmente, as estruturas física e técnica das escolas no Brasil não favorecem esses tipos de programas computadorizados, visto não ter computadores funcionando nas escolas, rede de *internet* e consentimento dos professores sobre a importância do mesmo no desenvolvimento matemático de seus alunos.

Crianças com DD apresentaram baixo rendimento em escrita e aritmética, o que sugere um perfil de DD Secundária, por provável comorbidade. Contudo, as crianças que apresentaram prejuízos moderados na cognição numérica, também apresentaram ansiedade elevada à matemática, sendo ambos mais acentuada no sexo feminino. A DD pode ser como a dislexia, no sentido de que a intervenção precoce pode melhorar a eficácia prática e tornar o processamento cognitivo semelhante ao desenvolvimento normal (BUTTERWORTH et al., 2011).

Em recentes anos, a quantidade de intervenções baseadas em evidências científicas tem aumentado internacionalmente, entretanto, poucas opções com eficácia reconhecida se encontram sob investigação, ou comercializadas no meio. É necessário fomentar pesquisas na área da trajetória de desenvolvimento dos transtornos neurocognitivos, especialmente aqueles que levam aos transtornos específicos como a dislexia e discalculia, uma vez que geram profundo impacto nas oportunidades de vida dos alunos afetados. Além disso, professores e especialistas da saúde precisam ser treinados para identificar e entender a DD e a desenhar percursos individuais de aprendizagem para cada aluno acometido.

Foram encontradas limitações neste estudo como a impossibilidade de realizar uma avaliação de acompanhamento após o término do treinamento por diversos motivos, tais como: término do ano letivo escolar, transferência dos alunos de escola e a própria falta de recursos e materiais humanos para continuidade do processo.

Devido à alta adaptabilidade do Calcularis®, cada criança segue uma trajetória de formação diferente. Uma vez que não é óbvio quais aspectos do treinamento levam a qual melhoria de desempenho, testes modulares ou análises mais profundas dos caminhos individuais podem ser benéficos.

Algumas dificuldades encontradas são relevantes de serem citadas. No início da coleta de dados, o maior dificultador foi a falta de estrutura nas escolas e de recursos disponíveis, como computadores em bom funcionamento e acesso à internet. A coordenadora da pesquisa, juntamente com as psicólogas responsáveis procuraram outras possibilidades para resolver tal problema referente ao uso da sala de informática.

Foram encontrados recursos nas bibliotecas próximo às escolas, no entanto o transporte dessas crianças até o local poderia implicar em riscos relacionados ao próprio deslocamento do ambiente escolar, segurança e possibilidade de processo ético. Foi feito contato com a Secretaria Municipal da Educação para solicitar benfeitorias para tais escolas, no entanto, o retorno obtido foi que não tinham recursos financeiros para o conserto dos computadores. Dessa forma, a neuropsicóloga buscou ajuda junto aos representantes da empresa Dybuster. Resolvido esses problemas, para completar a amostra que não era suficiente, buscou-se a continuidade com uma nova coleta de dados no ano de 2018.

Outra dificuldade relaciona-se aos professores das escolas, em especial da matemática que apresentaram resistência em liberar os alunos para participar do treino 5 vezes por semana. Faz-se extremamente necessário, um curso de capacitação para professores e pais sobre o assunto além da divulgação científica e técnica sobre a DD e suas comorbidades, assunto ainda tão desconhecido no meio educacional.

Conclui-se que o estudo demonstrou benefícios às habilidades associadas à representação numérica promovidos pelo TCC, corroborando estudos internacionais. Além disto, a melhora para habilidades executivas e mnemônicas verbal, relacionadas a execução de operações numéricas, a contagem implícita e retenção de informações verbais, pode se associar aos ganhos na eficiência do processamento numérico; ademais salientando a relevância do presente estudo comparando-se a outros estudos desenvolvidos com um período maior de protocolo.

REFERÊNCIAS

ALLOWAY, T. P.; PASSOLUNGI, M. C. The relationship between working memory. IQ and mathematical skills in children. **Learning and Individual Differences**, v. 21, n. 1, p. 133-137, 2011.

ALLOWAY, T. P. **Automated Working Memory Assessment**: Translated and reproduced by permission of Harcourt Assessment, 2007.

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. **Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5)**. Arlington, VA: American Psychiatric Association, 2013.

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. **Manual Diagnóstico e Estatístico em Saúde Mental**. Revisado. Porto Alegre: Artmed, 2002. 4a ed.

ANGELINI, A. L.; ALVES, I. C. B.; CUSTÓDIO, E. M.; DUARTE, W. F.; DUARTE, J. L. M. **Matrizes progressivas coloridas de Raven**. Manual. São Paulo: CETEPP, 1999.

ARIAS RODRIGUEZ, I. **Treino musical como proposta para a estimulação da cognição numérica em crianças de idade escolar**. 2015. Dissertação (Mestrado em Psicologia do Desenvolvimento e Aprendizagem) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2015.

ASHCRAFT, M. H.; KIRK, E. P. The relationships among working memory, math anxiety, and performance. **Journal of Experimental Psychology: General**, v. 130, n. 2, p. 224-237, 2001.

ASHCRAFT, M. H.; RIDLEY, K. S. **Math anxiety and its cognitive consequences: A tutorial review**. Psychology Press New York and Hove. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESA DE PESQUISA. **Critério de Classificação Econômica no Brasil**. São Paulo: ABEP, 2018. Disponível em: <http://www.abep.org/new/criterioBrasil.aspx>. Acesso em: 24 jul. 2018.

AVILA, A. A. H. S.; SCHMIDT, F. G.; WINGERT, M.; KLEIN, D. H. Discalculia e aprendizagem: um olhar psicopedagógico. **Revista Conhecimento Online**, v. 3, p. 41-56, 2018.

BADDELEY, A. D. **Working Memory**. New York: Oxford University Press, 1986.

BADDELEY, A. D.; GATHERCOLE, S. E.; PAPAGNO, C. The phonological loop as a language learning device. **Psychological Review**, v. 105, n. 1, p. 158-173, 1998.

BADIAN, N. Dyscalculia and nonverbal disorders of learning. In: MYKLEBUST, H. R. (Ed.). **Progress in learning disabilities**, v. 5. New York: Grune & Stratton, 1983, p. 235-264.

BARNER, D.; ALVAREZ, G.; SULLIVAN, J.; BROOKS, N.; SRINIVASAN, M.; FRANK, M. C. Learning mathematics in a visuospatial format: a randomized, controlled trial of mental abacus instruction. **Child Development**, v. 87, p. 1146-1158, 2016.

BASTOS, J. A.; CECATO, A. M. T.; MARTINS, M. R. I.; GRECCA, K. R. R.; PERINI, R. The prevalence of developmental dyscalculia in Brazilian public school system. **Arquivos de Neuropsiquiatria**, v. 74, n. 3, p. 201-206, 2016.

BRYANT, D.; BRYANT, B. R.; ROBERTS, G.; VAUGHN, S.; PFANNENSTIEL, K. H.; PORTERFIELD, J.; GERSTEN, R. Early numeracy intervention program for first-grade students with mathematics difficulties. **Exceptional Children**, v. 78, n. 1, p. 7-23, 2011.

BUTTERWORTH, B. **The mathematical brain**. London: Macmillan, 1999.

BUTTERWORTH, B. Developmental dyscalculia. In: CAMPBELL, J. I. (Ed.). **Handbook of mathematical cognition**. New York: Psychology Press, 2005, p. 455-467.

BUTTERWORTH, B.; KOVAS, Y. Understanding neurocognitive developmental disorders can improve education for all. **Science**, v. 340, n. 6130, p. 300-305, 2013.

BUTTERWORTH, B.; VARMA, S.; LAURILLARD, D. Dyscalculia: from brain to education. **Science**, v. 332, p. 1049-1053, 2011.

CAPELLINI, S. A.; SILVA, C.; PINHEIRO, F. H. (2009). Avaliação e diagnóstico fonoaudiológico nos distúrbios de aprendizagem e dislexias. In: ZORZI, J.; CAPELLINI, S. A. (Eds.), **Dislexia e outros distúrbios da leitura e escrita: Letras desafiando a aprendizagem**, São José dos Campos, SP: Pulso, 2009, p. 81-94.

CARGNELUTTI, E.; TOMASETTO, C.; PASSOLUNGI, M. C. How is anxiety related to math performance in young students? A longitudinal study of Grade 2 to Grade 3 children. **Cognition and Emotion**, 2017. DOI: 10.1080/02699931.2016.1147421

CARMO, J. S.; FIGUEIREDO, R. M. E. Aprendizagem, emoção e ansiedade à matemática: indícios e vestígios de histórias de punição e fracasso no ensino da matemática. **Trilhas – revista do Centro de Ciências Humanas e Educação**, v. 7, n. 15, p. 85-93, 2005.

CARMO, J. S.; SIMIONATO, A. M. Reversão de ansiedade à matemática: alguns dados da literatura. **Psicologia em Estudo**, v. 17, n. 2, p. 317-327, 2012.

CARMO, S.; GRIS, G.; SANTOS, L. Mathematics Anxiety: Definition, Prevention, Reversal Strategies and School Setting Inclusion. In: KOLLOSCH, D.; MARCONE, R.; KNIGGE, M.; PENTEADO, M. G.; SKOVSMOSE, O. (Eds.). **Inclusive Mathematics Education**. Springer, Cham, 2019, p. 403-418.

CARVALHO, A. P. V. de; SILVA, V.; GRANDE, A. J. Avaliação do risco de viés de ensaios clínicos randomizados pela ferramenta da colaboração Cochrane. **Diagnóstico e Tratamento**, v. 18, n. 1, p. 38-44, 2013.

CHODURA, S.; KUHN, J. B.; HOLLING, H. Interventions for Children with Mathematical difficulties: a meta-analysis. **Zeitschrift für Psychologie**, v. 223, n. 2, p. 129-144, 2015.

COHEN, J. A power primer. **Psychological bulletin**, v. 112, n. 1, p. 155, 1992.

COZBY, P. C. **Métodos de pesquisa em ciências do comportamento**. São Paulo: Atlas, 2003.

CUNHA, J. A. et al. **Teste Wisconsin de Classificação de Cartas – Adaptação e Padronização Brasileira**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2005.

DE SMEDT, B.; NOEL, M. P.; GILMORE, C.; ANSARI, D. How do symbolic and non-symbolic numerical magnitude processing skills relate to individual differences in children's mathematical skills? A review of evidence from brain and behavior. **Trends and Neuroscience and Education**, v. 2, n. 2, p. 48-55, 2013.

DE TOLEDO BENASSI, M.; SOUZA, Y. M. R. de; BASQUERA, A. P.; AZZI, R. G. Ensino de Matemática no Ensino Fundamental II: as avaliações padronizadas e os resultados brasileiros. **Ensino da Matemática em Debate**, v. 2, n. 1, 2015.

DEHAENE, S. Précis of the number sense. **Mind & Language**, v. 16, n. 1, p. 16-36, 2001.

DEHAENE, S. *The number sense: How the mind creates mathematics*. New York: Oxford University Press, 1992.

DEHAENE, S.; TZOURIO, N.; FRAK, V.; RAYNAUD, L.; COHEN, L.; MEHLER, J.; MAZOYER, B. Cerebral activations during number multiplication and comparison: a PET study. **Neuropsychology**, v. 34, n. 11, p. 1097-1106, 1996.

DELLATOLAS, G.; VON ASTER, M.; WILLADINO-BRAGA, L.; MEIER, M.; DELOCHE, G. Number processing and mental calculation in school children age 7 to 10 years: a transcultural comparison. **European Child & Adolescent Psychiatric**, v. 9, n. 2, p. 102-110, 2000.

DESOETE, A. Comorbidity in mathematical learning disabilities: Rule or Exception? **The Open Rehabilitation Journal**, v. 1, p. 15-26, 2008.

DEVINE, A.; HILL, F.; CAREY, E.; SZÚCS, D. Cognitive and emotional math problems largely dissociate: Prevalence of developmental dyscalculia and mathematics anxiety. **Journal of Educational Psychology**, v. 110, n. 3, p. 431, 2017.

DEVINE, A.; SOLTÉSZ, F.; NOBES, A.; GOSWAMI, U.; SZÚCS, D. Gender differences in developmental dyscalculia depend on diagnostic criteria. **Learning and Instruction**, v. 27, p. 31-19, 2013.

DOCKRELL, J.; MCSHANE, J. **Crianças com dificuldades de aprendizagem: uma abordagem cognitiva**. Trad. de Andrea Negreda. Porto Alegre: Artmed, 2000.

DOWKER, A. D. Interventions in numeracy: individualized approaches. In: THOMPSON, I. (Ed.). **Enhancing primary mathematics teaching**. Maidenhead, UK: Open University Press, 2003, p. 127-138.

DOWKER, A. Numeracy recovery: a pilot scheme for early intervention with young children with numeracy difficulties. In: WATSON, A.; HOUSSART, J.; ROAF, C. **Supporting Mathematical Thinking**. Routledge, 2001, p. 38-48.

DOWKER, A. **Individual differences in arithmetic**: Implications for psychology neuroscience and education. New York: Psychology Press, 2004.

DOWER, A.; KAUFMANN, L. Atypical development of numerical cognition: characteristics of developmental dyscalculia. **Cognitive development**, v.24, p. 339-342, 2009.

DOWKER, A.; SARKAR, A.; LOOI, C. Y. Mathematics anxiety: what have we learned in 60 years? **Frontiers in Psychology**, v. 7, p. 508, 2016.

DRIGAS, A. S.; PAPPAS, M. A.; LYTRAS, M. Emerging technologies for ICT based education for dyscalculia: implications for computer engineering education. **International Journal of Engineering Education**, v. 32, n. 4, p. 1604-1610, 2016.

DYBUSTER CALCULARIS. **Dybuster Calcularis**. Quick Guide for sales and customers services. United States: Pearson Education, 2016.

FAUL, F. et al. G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. **Behavior Research Methods**, v. 39, p. 175-191, 2007.

FEIGENSON, L.; DEHAENE, S.; SPELKE, E. Core systems of number. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 8, n. 7, p. 307-314, 2004.

FERNANDES, R. **Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB)**: metas intermediárias para a sua trajetória no Brasil, estados, municípios e escolas. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2007.

FLETCHER, J. M.; LYON, G. R.; FUCHS, L. S.; BARNES, M. A. **Learning disabilities**: from identification to intervention. New York: The Guilford Press, 2006.

FORTES, I. S.; PAULA, C. S.; OLIVEIRA, M. C., JESUS-MARI, I.; ROHDE, L. A. A cross-sectional study to assess the prevalence of DSM-5 specific learning disorders in representative school samples from the second to sixth grade in Brazil. **Eur. Child Adolesc. Psychiatry**, v. 25, p. 195-207, 2016.

FUCHS, D.; MOCK, D.; MORGAN, P. L.; YOUNG, C. L. Responsiveness-to-intervention: definitions, evidence, and implications for the learning disabilities construct. **Learning Disabilities Research & Practice**, v. 18, n. 3, p. 157-171, 2006.

FUCHS, L. S.; COMPTON, D. L.; FUCHS, D.; PAULSEN, K.; BRYANT, J. D.; HAMLETT, C. L. The prevention, identification, and cognitive determinants of math difficulty. **Journal of Educational Psychology**, v. 97, n. 3, p. 493-513, 2005.

GANDIGA, C.; HUMMEL, C.; COHEN, G. Transcranial DC stimulation (tDCS): a tool for double-blind sham-controlled clinical studies in brain stimulation. **Clinical Neurophysiology**, v. 117, n. 4, p. 845-850, 2006.

GEARY, D. C. Reflections of evolution and culture in children's cognition: implications for mathematical development and instruction. **American Psychologist**, v. 50, n. 1, p. 24-37, 1993.

GEARY, D. C. From infancy to adulthood: the development the numerical abilities. **European Child and Adolescent Psychiatric**, v. 9, p. 11-16, 2000.

GEARY, D. C.; HOARD, M. K.; BYRD-CRAVEN, J.; NUGENT, L.; NUMTEE, C. Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. **Child development**, v. 78, n. 4, p. 1343-1359, 2007.

GEARY, D. C.; HAMSON, C. O.; HOARD, M. K. Numerical and mathematical cognition: a longitudinal study of process and concept deficits in children with learning disability. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 77, p. 236-263, 2011.

GINDRI, G. et al. Métodos em reabilitação neuropsicológica. In: LANDEIRA-FERNANDEZ, J.; FUKUSIMA, S. (Orgs.). **Métodos em neurociência**, São Paulo, Manole, 2012, p. 343-375.

GROSS-TSUR, V.; MANOR, O.; SHALEV, R. S. Developmental dyscalculia: prevalence and demographic features. **Developmental Medicine e Child Neurology**, v. 38, n. 1, p. 25-33, 1996.

GUIMARAES, M. N.; MONTEIRO, R. A. Intervenção neuropsicológica com crianças e adolescentes - uma revisão da literatura. **Revista Psicologia e Saúde**, v. 11, n. 2, p. 131-144, 2019.

HAASE, V. G.; COSTA, D. de S.; MICHELI, L. R.; OLIVEIRA, L. de F. S.; WOOD, G. O estatuto nosológico da discalculia do desenvolvimento. In: CAPOVILLA, F. C. (Org.). **Transtornos de aprendizagem 2: da análise laboratorial e da reabilitação clínica para as políticas públicas de prevenção pela via da educação**. São Paulo: Memnon, 2011, p. 139-144.

HAASE, V. G.; SANTOS, F. H. Transtornos específicos de aprendizagem: dislexia e discalculia. In: FUENTES, D.; MALLOY DINIZ, L. F.; CAMARGO, C. H. P.; COSENZA, R. M. (orgs.). **Neuropsicologia: teoria e prática**. 2a ed. Porto Alegre: Artmed, 2014, 432p.

HAASE, V. G.; JULIO-COSTA, A.; SANTOS, F. H. dos. Discalculia do desenvolvimento. In: SANTOS, F. H.; ANDRADE, V. M.; BUENO, O. F. A. (Orgs.). **Neuropsicologia hoje**. Porto Alegre: Artmed, 2015, p.160-168.

HADFIELD, O. D.; MACNEIL, K. The relationship between Myers-Briggs personality type and mathematics anxiety among preservice elementary teachers. **Journal of Instructional Psychology**, v. 21, n. 4, p.375-184, 1994.

HALBERDA, J.; MAZZOCCO, M. M.; FEIGENSON, L. Individual differences in non-verbal number acuity correlate with math's achievement. **Nature**, v. 455, n. 7213, p. 665-668, 2008.

HARARI, R.; VUKOVIC, K.; BAILEY, P. Mathematics anxiety in young children: an exploratory study. **The Journal of Experimental Education**, v. 81, n. 4, p. 538-555, 2013.

HARTWRIGHT, C. E.; LOOI, C.Y.; SELLA, F.; INUGGI, A.; SANTOS, F. H.; GONZÁLEZ-SALINAS, C.; SANTOS, G.; KADOSH, R. C.; FUENTES, L. J. The neurocognitive architecture of individual differences in math anxiety in typical children. **Scientific Reports**, v. 8, n. 8500, p. 1-10, 2018.

HASKELL, S. H. The determinants of arithmetic skills in young children: some observations. **European Child & Adolescent Psychiatry**, v. 9, n. 2, p. 77-89, 2000.

HOWICK, J.; CHALMERS, I.; GLASZIOU, P.; GREENHALGH, C. H.; LIBERATI, A.; MOSCHETTI, I.; PHILLIPS, B.; THORNTON, H. **The 2011 Oxford CEBM evidence levels of evidence (Introductory Document)**. Oxford Centre for Evidence-Based Medicine, 2011. Disponível em: <<http://www.cebm.net/index.aspx?o=5653>>. Acesso em: 24 jul. 2020.

IBGE. **PNAD Contínua TIC 2017**: Internet chega a três em cada quatro domicílios do país. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/23445-pnad-continua-tic-2017-internet-chega-a-tres-em-cada-quatro-domicilios-do-pais>>. Acesso em: 20 out. 2019.

IDEB. **Ministério da Educação**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/conheca-o-ideb>>. Acesso em: 02 mai. 2018.

IDH. **Lista de Municipais do Brasil por IDH**. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_de_munic%C3%ADpios_do_Brasil_por_IDH>. 2018 Acesso em: 02 mai. 2018.

ISCHEBECK, A.; ZAMARIAN, L.; SIEDENTOPF, C.; KOPPELSTÄTTER, F.; BENKE, T.; FELBER, S.; DELAZER, M. How specifically do we learn? Imaging the learning of multiplication and subtraction. **Neuroimage**, v. 30, n. 4, p. 1365-1375, 2006.

IUCULANO, T. Neurocognitive accounts of developmental dyscalculia and its remediation. **Progress in brain research**, v. 227, p. 305-333, 2016.

- KARBACH, J.; UNGER, K. Executive control training from middle childhood to adolescence. **Frontiers in psychology**, v. 5, p. 390, 2014.
- KÄSER, T. Modelling and optimizing the process of learning mathematics. In: CERRI, S. A.; CLANCEY, W. J.; PAPADOURAKIS, G.; PANOURGIA, K. (Eds.). **Intelligent Tutoring Systems**. ITS 2012. Lecture Notes in Computer Science, v. 7315. Berlin: Springer, 2012.
- KÄSER, T.; BASCHERA, G. M.; KOHN, J.; KUCIAN, K.; RICHTMANN, V.; GROND, U.; GROSS, M.; VON ASTER, M. Design and evaluation of the computer-based training program Calcularis for enhancing numerical cognition. **Frontiers in Psychology**, v. 4, p. 489, 2013.
- KAUFMANN, L. et al. Dyscalculia from a developmental and differential perspective. **Frontiers in Psychology**, v. 4, p. 1-5, 2013.
- KAUFMANN, L.; VON ASTER, M. The diagnosis and management of dyscalculia. **Deutsches Ärzteblatt International**, v. 109, n. 45, p. 767, 2012.
- KIM, N.; JANG, S.; CHO, S. Testing the Efficacy of Training Basic Numerical Cognition and Transfer Effects to Improvement in Children´s Math Ability. **Frontiers in Psychology**, v. 9, n. 2, p. 1775-1887, 2018.
- KOHN, J.; RAUSCHER, L.; KUCIAN, K.; KASER, T.; WYSCHKON, A.; ESSER, G.; VON ASTER, M. Efficacy of a computer-based learning program in children with developmental dyscalculia. **Frontiers in Psychology**, v. 11, p. 1-14, 2020.
- KOHN, J.; RICHTMANN, V.; RAUSCHER, L.; KUCIAN, K.; KÄSER, T.; GROND, U.; ESSER, G.; VON ASTER, M. Das Mathematikangstinterview (MAI): Erste psychometrische Gütekriterien. **Lernen und Lernstörungen**, v. 2, n. 3, p. 177-189, 2013.
- KOONTZ, K. L., BERCH, D. B. Identifying simple numerical stimuli: Processing inefficiencies exhibited by arithmetic learning disabled children. **Mathematical Cognition**, v. 2, p. 1-24, 1996.
- KOUMOULA, A. et al. An epidemiological study of number processing and mental calculation in Greek schoolchildren. **Journal of Learning Disabilities**, v. 37, n. 5, p. 377-388, 2004.
- KOZMA, R. B. Technology and Classroom Practices. **Journal of Research on Technology in Education**, v. 36, n. 1, p. 1-14, 2001.
- KUCIAN, K.; GROND, U.; ROTZER, S.; HENZI, B.; SCHÖNMANN, B.; PLANGGER, F.; GÄLLI, M.; MARTIN, E.; VON ASTER, M. Mental number line training in children with developmental dyscalculia. **Neuroimage**, v. 57, n. 3, p. 782-795, 2011.
- KUCIAN, K.; KAUFMANN, L. A developmental model of number representation. **Behavior and Brain Sciences**, v. 32, p. 340-341, 2009.

KUCIAN, K.; LOENNEKER, T.; DIETRICH, T.; DOSCH, M.; MARTIN, E.; VON ASTER, M. Impaired neural networks for approximate calculation in dyscalculic children: a functional MRI study. **Behavioral and Brain Functions**, v. 2, n. 31, 2006.

KUCIAN, K.; GROND, U.; ROTZER, S.; HENZI, B.; SCHONMANN, C.; PLANGGER, F.; GALLI, M.; MARTIN, E.; VON ASTER, M. Mental number line training in children with developmental dyscalculia. **Neuroimage**, v. 57, p. 782-795, 2011.

KUCIAN, K.; VON ASTER, M. Developmental dyscalculia. **European Journal of Pediatrics**, v. 174, n. 1, p. 1-13, 2015.

KUHN, S. et al. Positive association of video game playing with left frontal cortical thickness in adolescents. **PLoS Online**, v. 3, 2016.

KULIK, C. L. C.; KULIK, J. A. Effectiveness of computerbased instruction: an updated analysis. **Computers in Human Behavior**, v. 7, p. 75-94, 1991.

LANDERL; MOLL, 2010. Comorbidity of learning disorders: prevalence and familial transmission. **J Child Psychol Psychiatry**, v 51, n. 3, p. 287-294, 2010.

LANDERL, K.; KOLLE, C. Typical and Atypical development of basic numerical skills in elementar school. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 103, n. 4, p. 546-565, 2009.

LANDERL, K. How specific is the specific disorder of arithmetic skills? in **The Routledge international handbook of dyscalculia and mathematical learning difficulties**. Ed. Chinn, S, p.115=124. Routledge, 2015.

LENHARD, A.; LENHARD, W.; SCHUG, M.; KOWALSKI, A. Computer based math training with "Rechenspiele mit Elfe und Mathis I": presentation and evaluation of a computer program for first to third graders. **Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie**, v. 43, n. 2, p. 79-88, 2011.

LEONARDI, J.; MEYER, S. B. Prática baseada em evidência em Psicologia e a história da busca pelas provas empíricas da eficácia das psicoterapias. **Psicologia: Ciência e Profissão**, v. 35, n. 4, p. 1139-1156, 2015.

LEWIS, C.; HITCH, G.; WALKER, P. The prevalence of specific arithmetic difficulties and specific reading difficulties in 9-to 10-year old boys and girls. **Journal of Child Psychologist and Psychiatry**, p. 289-292, 1994.

LEWIS-PRESSER, A.; CLEMENTS, M.; GINSBURG, H. P.; ERTLE, B. Big Math for Little Kids: the effectiveness of a preschool and kindergarten mathematics curriculum. **Early Education and Development**, v. 26, p. 399-426, 2015.

LINSEN, S.; VERSCHAFFEL, L.; REYNVOET, B.; De SMEDT, B. The association between children's numerical magnitude processing and mental multi-digit subtraction. **Acta Psychologica**, v. 145, p. 75-83, 2014.

LOPES-SILVA, J. B.; MOURA, R.; WOOD, G.; HAASE, V. Processamento fonológico e desempenho em aritmética: uma revisão da relevância para as dificuldades de aprendizagem. **Temas em Psicologia**, v. 23, n. 1, p. 157-173, 2018.

LOPES-SILVA, J. B.; MOURA, R.; JÚLIO-COSTA, A.; HAASE, V. G.; WOOD, G. M. de O. Phonemic awareness as a pathway to number transcoding. **Frontiers in Psychology**, v. 5, p. 13, 2014.

LU, L.; WEBER, H. S.; SPINATH, F. M. S. J. Predicting school achievement from cognitive and non-cognitive variables in a Chinese sample of elementary school children. **Intelligence**, v. 39, p. 130-140, 2011.

LUCANGELI, D.; TRESSOLDI, P.; CANDIA, C. de. Education and treatment of calculation abilities of low achieving students and students with dyscalculia: whole class and individual implementations. **Advances in Learning and Behavioural Disabilities**, v. 18, p. 199-225, 2005.

LUCARELLI, M. D. M.; LIPP, M. E. N. Validação do inventário de sintomas de stress infantil-ISS-I. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 12, n. 1, 1999.

MA, X.; XU, J. The causal ordering of the mathematics anxiety and mathematics achievement: a longitudinal panel analysis. **Journal of Adolescence**, v. 27, n. 2, p. 165-179, 2004.

MACHIN, D.; FAYERS, P. M. **Randomized clinical trials: design, practice and reporting**. Wiley-Blackwell, 2010.

MARTINEZ, Z. Metanálise de ensaios clínicos controlados aleatorizados: aspectos quantitativos. **Medicina (Ribeirao Preto Online)**, v. 40, n. 2, p. 223-235, 2007.

MAZZOCCO, M. M.; HANICH, L. B.; EARLY, M. C. Cognitive characteristics of children with mathematics learning disability (MLD) vary as a function of the cutoff criterion used to define MLD. **Journal of Learning Disabilities**, v. 40, n. 5, p. 458-478, 2007.

MAZZOCCO, M. M.; MCCLOSKEY, M. Math performance in girls with Turner or Fragile X syndrome. In: CAMPBELL, J. (Org.). **Handbook of Mathematical Cognition**. Hove, East Sussex, Great Britain: Psychologist Press, 2005, p. 269-297.

MAZZOCCO, M. M.; RÄSÄNEN, P. Contributions of longitudinal studies to evolving definitions and knowledge of developmental dyscalculia. **Trends in neuroscience and education**, v. 2, n. 2, p. 65-73, 2013.

MCCLOSKEY, M.; CARAMAZZA, A.; BASILI, A. Cognitive mechanisms in number processing and calculation: Evidence from dyscalculia. **Brain and cognition**, v. 4, n. 2, p. 171-196, 1985.

MCNEIL, N. M.; FYFE, E. R.; DUNWIDDIE, A. E. Arithmetic practice can be modified to promote understanding of mathematical equivalence. **Journal of Educational Psychology**, v. 107, n. 2, p. 423-436, 2015.

MELNIK, T.; SOUZA, W. F. de; CARVALHO, M. R. A importância da prática da psicologia baseada em evidências: aspectos conceituais, níveis de evidência, mitos e resistências. **Revista Costarricense de Psicología**, v. 33, n. 2, p. 79-92, 2014.

MICHELS, L.; O'GORMAN, R.; KUCIAN, K. Functional hyperconnectivity vanishes in children with developmental dyscalculia after numerical intervention. **Developmental Cognitive Neuroscience**, v. 30, p. 291-303, 2018.

MOLL, K.; KUNZE, S.; NEUHOFF, N.; BRUDER, J.; SCHULTE-KÖRNE, G. Specific learning disorder: prevalence and gender differences. **PLoS One**, v. 9, n. 7, p. 1-8, 2014.

MORRIS, R. D. et al. Subtypes of reading disability: variability around a phonological core. **Journal of educational psychology**, v. 90, n. 3, p. 347-373, 1998.

MOUSINHO, R.; ALVES, L. M.; NAVAS, A. L.; SALGADO-AZONI, C.; CELESTE, L. C.; CAPELLINI, S.; AVILA, C. B.; SANTOS, F. H. (Orgs). **Leitura, escrita e matemática: do desenvolvimento aos transtornos específicos da aprendizagem**. São Paulo: ABCD, 2020, p. 111-125.

MURPHY, M.; MAZZOCCO, M. M. M.; HANICH, L. B.; EARLY, M. C. Cognitive characteristics of children with mathematics learning disability (MLD) vary as a function of the cutoff criterion used to define MLD. **Journal of learning disabilities**, v. 40, n. 5, p. 458-478, 2007.

NASCIMENTO, J. M. **Efeitos de uma intervenção computadorizada sobre a ansiedade à matemática em crianças com Discalculia do Desenvolvimento**. 2019. Dissertação (Mestrado em Psicologia do Desenvolvimento e Aprendizagem) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2019.

NEMMI, F. et al. Behavior and neuroimaging at baseline predict individual response to combined mathematical and working memory training in children. **Developmental Cognitive Neuroscience**, v. 20, p. 43-51, 2016.

NEUMÄRKER, K. J. Mathematics and the brain. Uncharted territory? **European Child and Adolescent Psychiatric**, v. 9, n. 2, 2000.

NOGUEIRA, J. **Validation of a measure of Self-Efficacy for Youngsters**. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, 2003.

NÚCLEO DE INFORMAÇÃO E COORDENAÇÃO DO PONTO BR. **TIC educação**. Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil – CGI.br, 2020.

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO - OCDE. Brasil, 2015

OLIVEIRA, M. A. P. de; PARENTE, R. C. M. Entendendo ensaios clínicos randomizados. **Brazilian Journal of Videoendoscopic Surgery**, v. 3, n. 4, p. 176-180, 2010.

OMOTE, S. Deficiência: da diferença ao desvio. In: MANZINI, E. J.; BRANCATTI, P. R. (Orgs.). **Educação especial e estigma: corporeidade, sexualidade e expressão artística**. Marília: Unesp – Marília Publicações, 1999, p. 3-21.

OMOTE, S.; OLIVEIRA, A. A. S. de; BALEOTTI, L. R.; MARTINS, S. E. S. de O. Mudança de atitudes sociais em relação à inclusão. **Paidéia**, v. 15, n. 32, p. 387-398, 2005.

ORBACH, L.; HERZOG, M.; FRITZ, A. Relation of State-and Trait-Math Anxiety to Intelligence, Math Achievement and Learning Motivation. **Psycharchives**, v. 5, n. 3, 2019.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **PISA 2018 results in focus**. 2012.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Classificação de transtornos mentais e de comportamento da CID-10**: descrições clínicas e diretrizes diagnósticas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **CID-10. Classificação estatística internacional de doenças**. São Paulo: Edusp, 2004.

PASSOLUNGI, M. C.; CAVIOLA, S.; AGOSTINI, R. de; PERIN, C.; MAMMARELLA, I. C. Mathematics anxiety, working memory, and mathematics performance in secondary-school children. **Frontiers in psychology**, v. 7, n. 42, 2016.

PENG, P.; CONGYING, S.; BEILEI, L.; SHA, T. Phonological storage and executive function deficits in children with mathematics difficulties. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 112, n. 4, p. 452-466, 2012.

PRICE, G. R.; ANSARI, D. Developmental dyscalculia. **Handbook of clinical neurology**, v. 111, p. 241-244, 2012.

PRIGATANO, P. A brief overview of four principles of neuropsychological rehabilitation. In: CHRISTENSEN, A-L.; UZZELL, B. P. (Eds.). **International handbook of neuropsychological rehabilitation**. Boston: Springer, 2000, p. 115-125.

RAMIREZ, G.; GUNDERSON, E. A.; LEVINE, S. C.; BEILock, S. L. Math anxiety, working memory and math achievement in early elementary school. **Journal of Cognition and Development**, v. 14, n. 2, p. 187-202, 2013.

RAUSCHER, L.; KOHN, J.; KÄSER, T.; MAYER, V.; KUCIAN, K.; McCASKEY, U.; ESSER, G.; VON ASTER, M. Evaluation of a computer-based training program for enhancing arithmetic skills and spatial number representation in primary school children. **Frontiers, in Psychologist**, v. 7, p. 913, 2016.

RIBEIRO, F. **O efeito do treino musical sobre a capacidade de memória operacional e da cognição numérica de crianças com discalculia do desenvolvimento**. 2013. Dissertação (Mestrado em Psicologia do Desenvolvimento e Aprendizagem) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2013.

RIBEIRO, F. S.; SANTOS, F. H. Métodos específicos para impulsionar a memória operacional. **Neuropsicologia hoje**, v. 2, p. 299-306, 2015.

RIBEIRO, F. S.; SANTOS, F. H. Persistent effects of musical training on mathematical skills of children with developmental dyscalculia. **Frontiers in Psychology**, v. 10, n. 2888, 2020.

RITCHIE, S. J.; BATES, T. C.; DER, G.; STARR, J. M.; DEARY, I. J. Education is associated with higher later life IQ scores, but not with faster cognitive processing speed. **Psychology and Aging**, v. 28, p. 515-521, 2013.

ROSSELLI, M.; ARDILA, A.; MATUTE, E.; INOZEMTSEVA, O. Gender differences and cognitive correlates of mathematical skills in school-aged children. **Child neuropsychology**, v. 15, n. 3, p. 216-231, 2009.

ROTZER, S.; LOENNEKER, T.; KUCIAN, K.; MARTIN, E.; KLAVER, P.; VON ASTER, M. Dysfunctional neural network of spatial working memory contributes to developmental dyscalculia. **Neuropsychologia**, v. 47, n. 13, p. 2859-2865, 2009.

RUBINSTEIN, O.; HENIK, A. Automatic activation of internal magnitudes: a study of developmental dyscalculia. **Neuropsychology**, v. 19, p. 641-648, 2005.

RUBINSTEN, O.; TANNOCK, R. Mathematics anxiety in children with developmental dyscalculia. **Behavioral and Brain functions**, v. 6, n. 1, p. 46, 2010.

RUBINSTEN, O.; HENIK, A. Developmental dyscalculia: heterogeneity might not mean different mechanisms. **Trends in cognitive sciences**, v. 13, n. 2, p. 92-99, 2008.

RUBINSTEN, O.; HENIK, A. Developmental dyscalculia: Heterogeneity might not mean different mechanisms. **Trends in cognitive sciences**, v. 13, n. 2, p. 92-99, 2009.

RUBINSTEN, O.; TANNOCK, R. Mathematics anxiety in children with developmental dyscalculia. **Behavioral and Brain functions**, v. 6, n. 1, p. 46, 2010.

SACK, J; CHANG; J.T., FINK, A. Reporting randomised, controlled trials: where quality of reporting may be improved. **Dis Colon Rectum**, v. 45, p. 443-447, 2002.

SANTOS, F. H. **Memória operacional de crianças normais e com lesões congênitas: Desenvolvimento Cognitivo e Reorganização Cerebral**. 2002. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de São Paulo, Escola de Medicina, São Paulo, 2002.

SANTOS, F. H.; BUENO, O. F. A. Validation of the Brazilian Children's Test of Pseudoword Repetition in portuguese speakers aged 4 to 10 years. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 36, n. 11, p. 1533-1547, 2003.

SANTOS, F. H.; ENGEL, P. M. J. Adaptação Brasileira da AWMA: "Automated Working by Memory Assessment". In: ORTIZ, L.; MENDONÇA, A.; FOZ, C. B.; SANTOS, C. B. dos; FUENTES, D.; AZAMBUJA, D. A. de. **Avaliação Neuropsicológica: panorama interdisciplinar dos estudos atuais na normatização e validação de instrumentos no Brasil**. São Paulo: Vetor, 2008.

SANTOS, F. H.; SILVA, P. A. da; RIBEIRO, F. S.; DIAS, A. L. R. P.; FRIGÉRIO, M. C.; DELLATOLAS, G.; VON ASTER, M. Number processing and calculation in Brazilian children aged 7-12 years. **The Spanish Journal of Psychology**, v. 15, n. 2, p. 513-525, 2012.

SANTOS, F. H. dos. **Discalculia do Desenvolvimento**. São Paulo: Pearson Clinical Brasil, 2017.

SANTOS, F. H. Aprendizagem da matemática: uma linguagem à parte. In: MOUSINHO, R.; ALVES, L. M.; NAVAS, A. L.; SALGADO-AZONI, C.; CELESTE, L. C.; CAPELLINI, S.; AVILA, C. B.; SANTOS, F. H. (Orgs). **Leitura, escrita e matemática: do desenvolvimento aos transtornos específicos da aprendizagem**. São Paulo: ABCD, 2020, p. 111-125.

SANTOS, F. H. Funções executivas. In: SANTOS, F. H.; ANDRADE, V. M.; BUENO, O. F. A. (orgs.). **Neuropsicologia hoje**. Porto Alegre: Artmed, 2015, 2ª ed., p. 68-75.

SANTOS, F. H. Pediatric neuropsychology: a cross-cultural challenge in Brazil. **International Neuropsychological Society Liaison Committee Newsletter**, v. 19, p. 1-3, 2007.

SÃO PAULO (Estado). **Secretaria da Educação. Matrizes de referência para avaliação do Saesp: documento básico/Secretaria da Educação**. São Paulo: SEE, 2009.

SCHOPPEK, W.; TULIS, M. Enhancing arithmetic and word problem solving skills efficiently by individualized computer-assisted practice. **Journal of Education Research**, v. 103, 2010, p. 239-252.

SEDÓ, M.; PAULA, J. J.; MALLOY-DINIZ, L. F. **O teste dos cinco dígitos**. São Paulo: Hogrefe CETEPP, 2016.

SHALEV, R. S.; MANOR, O.; GROSS-TSUR, V. Developmental dyscalculia: a prospective six-year follow up. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 47, p. 121-125, 2005.

SHALEV, R. S. Developmental Dyscalculia. **Journal of Child Neurology**, v. 19, p. 765-771, 2004.

SHALEV, R. S.; GROSS-TSUR, V. Developmental dyscalculia. **Pediatric Neurology**, v. 24, n. 5, p. 337-342, 2001.

SHALEV, R. S.; AUERBACH, J. Á.; MANOR, O. Developmental dyscalculia: prevalence and prognosis. **European Child & Adolescent Psychiatry**, v. 9, suppl 2, p. II59-II64, 2000.

SHALEV, R. S.; MANOR, O.; AUERBACH, J.; GROSS-TSUR, V. Persistence of developmental dyscalculia: what counts? Results from a 3-year prospective follow-up study. **Journal of Pediatrics**, v. 133, p. 358-362, 1998.

SHALEV, R. S.; VON ASTER, M. Identification, classification, and prevalence of development of dyscalculia. **Canadian Language & Literacy Research Network**, 2008.

SIEGLER, R. S.; BOOTH, J. L. Development of numerical estimation in young children, **Child Development**, v. 75, n. 2, p. 428-444, 2004.

SILVA, P. A.; SANTOS, F. H. Discalculia do Desenvolvimento: avaliação da representação numérica pela ZAREKI-R. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 27, n. 2, p. 169-177, 2011.

SISTEMA DE AVALIAÇÃO DE RENDIMENTO ESCOLAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. SARESP (2019). **Sumário Executivo SARESP 2019**, 2019. Disponível em: <https://saresp.fde.sp.gov.br/Arquivos/SEED1903_sumario_2019_final_v2.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2021.

SKAGERLUND, K.; ÖSTERGREN, R.; VÄSTFJÄLL, D.; TRÄFF, U. How does mathematics anxiety impair mathematical abilities? Investigating the link between math anxiety, working memory, and number processing. **PloS one**, v. 14, n. 1, p. e0211283, 2019.

SKAGERLUND, K.; TRÄFF, U. Development of magnitude processing in children with developmental dyscalculia: space, time, and number. **Frontiers in Psychology**, v. 5, p. 675, 2016.

SKINNER, B. F. **Ciência e comportamento humano**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

STEIN, L. M. **TDE - Teste de Desempenho Escolar**: manual para aplicação e interpretação. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1994.

STOCK, P.; DESOETE, A.; ROEYERS, H. Predicting Arithmetic Abilities: The Role of Preparatory Arithmetic Markers and Intelligence. **Journal of Psychoeducational Assessment**, v. 27, p. 237-251, 2009.

SZUCS, D.; MYERS, T. A critical analysis of design, facts, bias and inference in the approximate number system training literature: a systematic review. **Trends in Neuroscience and Education**, p.2-37, 2016.

SZÚCS, D.; DEVINE, A.; SOLTESZ, F.; NOBES, A.; GABRIEL, F. Cognitive components of a mathematical processing network in 9-year-old children. **Developmental Science**, v. 17, n. 4, p. 506-524, 2014.

SZÚCS, D.; GOSWAMI, U. Developmental dyscalculia: fresh perspectives. **Trends in Neuroscience and Education**, v. 2, n. 2, p. 33-37, 2013.

TOLL, S. W. M. Executive functions as predictors of math learning disabilities. **Journal of Learning Disabilities**, v. 44, n. 6, p. 521- 532, 2011.

VAN LUIT, J. E. H.; NAGLIERI, J. A. Effectiveness of the MASTER program for teaching special children multiplication and division. **Journal of Learning Disabilities**, v. 32, n. 2, p. 98-107, 1999.

VON ASTER, M. et al. Calcularis-evaluation of a computer-based learning program for enhancing numerical cognition for children with developmental dyscalculia. In: **62nd Annual Meeting of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry**, 2015.

VON ASTER, M. G.; SHALEV, R. S. Number development and developmental dyscalculia. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 49, n. 11, p. 868-873, 2007.

VON ASTER, M.; DELLATOLAS, G. **ZAREKI-R-Batterie pour l'évaluation du traitement des nombres et du calculchez l'enfant**. Paris: ECPA, 2006.

VON ASTER, M. G., SCHWEITER, M., ZULAUF, W. M. Rechenstorungen bei Kindern. Voularfer, Pravalenz und psychische Symptome. **Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und pädagogische Psychologie**, v. 39, p. 85-96, 2007.

WECHSLER, D. **Escala Wechsler de Inteligência para crianças: WISC IV**. Manual Técnico. 4 ed. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2013.

WEINSTEIN, M. C. A. **Coruja PROMAT**: roteiro para sondagem de habilidades matemáticas do ensino fundamental 1. São Paulo: Pearson Clinical Brasil, 2016.

WESTWOOD, P. **What teachers need to know about numeracy**. Camberwell, Victoria: ACER press, 2008.

WILSON, J.; REVKIN, S. K.; COHEN, D.; DEHAENE, S. An open trial assessment of" The Number Race", an adaptive computer game for remediation of dyscalculia. **Behavioral and brain functions**, v. 2, n. 1, p. 20, 2006.

WILSON, J; DEHAENE, S. Number Sense and Developmental Dyscalculia. In: COCH, D.; DAWSON, G.; FISHER, K. W. (Org.) **Human Behavior, Learning, and Developing Brain: Atypical Development**. New York: Guilford Press, 2007.

WU, S. S.; WILLCUTT, E. G.; ESCOVAR, E.; MENON, V. Mathematics achievement, anxiety, and their relation to internalizing and externalizing behaviors. **Journal of Learning Disabilities**, v. 47, n. 6, p. 503-514, 2014.

YOUNG, B.; WU, S.; MENON, V. The neurodevelopmental basis of math anxiety. **Psychological Science**, v. 23, n. 5, p. 492-501, 2012.

YUSHA'U, M.A. **Diagnosing and remediating mathematics learning difficulties of senior of secondary school in Sokoto State**. Unplished. Dissertation - Usmamu Danfodiyo University, Sokoto, 2004.

YUSHA'U. Investigating and remediating gender difference in mathematics performance among dyslexic and dyscalculic learners in Sokoto. **Journal of Education and Practice**, v. 4, n. 8, p. 15-22, 2013.

ANEXO A - Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa.

UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS CAMPUS DE BAURU
- JÚLIO DE MESQUITA FILHO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeitos de um treino cognitivo computadorizado em crianças com Discalculia do Desenvolvimento: uma análise neuropsicológica

Pesquisador: Flávia Heloísa Dos Santos

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 68497617.3.0000.5398

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.100.060

Apresentação do Projeto:

Trata-se de investigação do campo psicopedagógico em que serão utilizados vários inventários e testes padronizados para avaliar o desempenho cognitivo relacionado à matemática com 60 crianças e, posteriormente, serão escolhidas 20 para a realização de sessões de treino cognitivo computadorizado (Calcularis), 20 realização um treino placebo e 20 não farão qualquer tipo de treino. Espera-se utilizar ferramentas estatísticas para o estabelecimento de correlação entre o treino e o desempenho cognitivo (cognição numérica e memória operacional, por exemplo) nas tarefas investigadas.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo é investigar as correlações entre o treino cognitivo computadorizado e desempenhos cognitivos relacionados à matemática.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos são baixos e estão relacionados à possibilidade de identificação das crianças participantes e de sua participação na pesquisa torná-las alvos de discriminação por parte de professores e colegas. Este risco especificamente não está previsto no projeto e poderia ser melhor considerado, tomando-se as medidas para preveni-lo. Os benefícios estão relacionados à possibilidade de melhora nas funções cognitivas relacionadas ao desempenho escolar.

Endereço: Av. Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01

Bairro: CENTRO

CEP: 17.033-360

UF: SP

Município: BAURU

Telefone: (14)3103-6087

Fax: (14)3103-6087

E-mail: arimaia@fc.unesp.br

UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS CAMPUS DE BAURU
- JÚLIO DE MESQUITA FILHO



Continuação do Parecer: 2.100.060

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

investigações sobre correlação entre treinos cognitivos específicos e o desempenho de tarefas escolares são relevantes porque podem dar ensejo ao desenvolvimento de novas tecnologias educativas, mas é também fundamental considerar que a instituição escolar é complexa e envolve muitos outros aspectos não considerados.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

o TCLE e o TALE estão elaborados em linguagem adequada e contém todas as informações que garantem os direitos dos participantes previstos na Resolução 466/12

Recomendações:

nada a declarar

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

nada a declarar

Considerações Finais a critério do CEP:

O projeto em pauta se encontra elaborado em acordo com os parâmetros éticos presentes na Resolução 466/12 tanto em sua dimensão metodológica como em respeito aos direitos dos sujeitos envolvidos na investigação.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_903270.pdf	25/04/2017 13:44:09		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_detalhado.doc	25/04/2017 13:41:24	Jéssica Mendes do Nascimento	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.docx	25/04/2017 13:39:20	Jéssica Mendes do Nascimento	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	25/04/2017 13:39:03	Jéssica Mendes do Nascimento	Aceito
Outros	autorizacao_pesquisa_escolas_bauru_municipio.pdf	25/04/2017 13:37:29	Jéssica Mendes do Nascimento	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto_flaviahdossantos.pdf	24/04/2017 19:24:37	Jéssica Mendes do Nascimento	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BAURU, 05 de Junho de 2017

Assinado por:
Alessandro Moura Zagatto
(Coordenador)

ANEXO B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para pais e responsáveis.

(Capítulo IV, itens 1 a 3 da Resolução 196/96 – Conselho Nacional de Saúde)

Título do Projeto: Efeitos cognitivos e emocionais de um treino cognitivo computadorizado em crianças com Discalculia do Desenvolvimento

O menor sob sua responsabilidade foi convidado a participar de uma pesquisa cujo objetivo é estudar a experiência de um treino cognitivo computadorizado para estimulação da cognição numérica e habilidades matemáticas em crianças em idade escolar. Participarão do estudo 60 crianças, matriculadas no 3º e 4º ano do ensino fundamental em escolas do município de Bauru, com Discalculia do Desenvolvimento (Transtorno Específico da Habilidade em Aritmética), previamente identificadas. Os participantes serão divididos em três grupos: grupo de treino adaptativo, grupo de treino não adaptativo e grupo controle. O treino será ministrado sob a supervisão das pesquisadoras responsáveis (Jéssica Mendes do Nascimento e Liene Regina Rossi), de 4 a 5 vezes por semana durante 20 minutos, por um período aproximado de dois meses, na própria escola e com a autorização prévia da direção. Cada criança realizará duas avaliações cognitivas individuais, uma antes, do treino computadorizado, depois do treino para constatar a eficiência. Estas avaliações possuem caráter preventivo. Os riscos são mínimos já que os procedimentos não sujeitarão as crianças a riscos maiores do que os encontrados nas suas atividades cotidianas. O tempo médio para cada avaliação será de 130 minutos com intervalos quando necessário, e conforme o ritmo individual dos participantes. Serão utilizados testes psicológicos que avaliam a memória, o cálculo e a inteligência. A criança receberá inicialmente todas as explicações sobre cada uma das provas que ela irá realizar. Os materiais utilizados, objetos, palavras e figuras pertencem ao universo infantil, e não oferecem danos às dimensões moral, cultural, espiritual ou social das mesmas. No mais, o Sr.(a) será solicitado(a) a prestar informações sobre o desenvolvimento e qualidade de vida da criança. Esta entrevista é breve e não será necessário mais do que vinte minutos para realizá-la.

A participação do menor sob sua responsabilidade _____ (nome da criança) neste estudo é voluntária e sigilosa. A decisão de não participar não acarretará nenhum problema. As informações obtidas neste estudo serão usadas exclusivamente para fins de pesquisa. Essas informações serão confidenciais, sendo tomadas todas as precauções para preservá-las, não sendo divulgada, em hipótese alguma, a identificação da criança. Para esclarecimentos, informamos que, por se tratar de uma pesquisa que será realizada no local de estudo da criança (escola), o (a) senhor (a) não terá despesas extras com transporte e alimentação, não havendo necessidade de ressarcimento de gastos. Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo. Também não há compensação financeira relacionada a sua participação. Se o seu (sua) filho (a) ou seus familiares tiverem qualquer dúvida sobre os procedimentos, riscos, benefícios ou outros assuntos relacionados ao estudo, poderão solicitar esclarecimentos adicionais, em qualquer Tempo da pesquisa. Este termo constará de duas cópias, uma para o pesquisador e outra para o senhor (a). Qualquer dúvida adicional, o senhor (a) poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa, que está localizado na Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01; Bairro: Vargem Limpa, CEP 17033-360 – Bauru – SP. Telefone/Fax: (14) 3103-6000. Responsável pela pesquisa Profa Dra Flávia Heloísa Santos, telefone: (14) 3103-6077, e-mail: pospsi@fc.unesp.br.

DECLARAÇÃO

Conversei com a **Jéssica Mendes do Nascimento e Liene Regina Rossi** sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Certifico que li o presente termo de consentimento e entendi o seu conteúdo. Compreendi quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, bem como as garantias de confidencialidade. Entendi também que minha participação é isenta de despesas e que não haverá compensação financeira por minha participação no estudo. Fui informado (a) de que minha identidade e do menor sob minha responsabilidade não serão reveladas em nenhuma publicação desta pesquisa. Estou ciente de sou livre para recusar minha participação neste estudo ou para desistir a qualquer Tempo, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste serviço. Minha assinatura demonstra que autorizo a participação do menor sob minha responsabilidade no estudo, que concordo livremente em participar deste estudo e que consinto na publicação dos resultados do estudo para propósitos científicos.

Assinatura do Representante Legal da criança: _____ Data: _____

ANEXO C - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.

Termo de Assentimento Livre Esclarecido (TALE) -Resolução 466/12 – Conselho Nacional de Saúde

Olá! Nossos nomes são Jéssica Mendes do Nascimento e Liene Regina Rossi e somos psicólogas. Estamos aqui na sua escola para estudar como um programa computadorizado pode ajudar no conhecimento dos números e habilidades matemáticas. Eu já conversei com a Diretora e com seus pais/responsáveis. Por isso que te chamamos para conversar e saber se você quer participar.

Serão três partes: na primeira, veremos alguns de seus conhecimentos e habilidades como: atenção para fazer as atividades, como você utiliza os números e as quantidades, como usa sua memória (aquilo que você se lembra) e, para isso, usaremos palavras, números, figuras e também um computador. Na segunda parte, você vai realizar algumas tarefas envolvendo jogos computadorizados com outras crianças de sua escola; e, ao final, na terceira parte, os seus conhecimentos e habilidades serão novamente vistos para sabermos mais sobre o que você aprendeu participando destas atividades. Na primeira e última parte, cada amigo(a) vai de uma vez, sozinho, para fazer atividades com as psicólogas. O treino no computador será realizado sob a nossa supervisão. Este treino será de 4 a 5 vezes por semana, com 20 minutos de duração, e vai acontecer durante dois meses, na sua escola e durante seu horário escolar. Seus resultados nos jogos e atividades não serão comunicados aos seus colegas ou professores. A sua participação neste estudo é livre, sendo possível desistir em qualquer parte das atividades. Se você ou seus familiares tiverem alguma dúvida sobre como vai ser, se pode dar algum problema, o que pode melhorar ou outros assuntos sobre estas tarefas, poderão conversar conosco em qualquer horário em que eu estiver na escola. Nós já deixamos os contatos com eles (telefone e email).

Participante

Eu aceito participar, voluntariamente, desta pesquisa sabendo que poderei a qualquer Tempo, antes ou durante, sem pagar nada por isso e sem perder qualquer aprendizado que possa ter conseguido com o estudo.

ANEXO D - Autorização da Secretaria Municipal da Educação



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE BAURU
Estado de São Paulo

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO
Fone – (014) 3234-1977
End: Rua Padre João nº 8-48 – Vila Régis
CEP- 17014-003



Bauru, 31 de março de 2017.

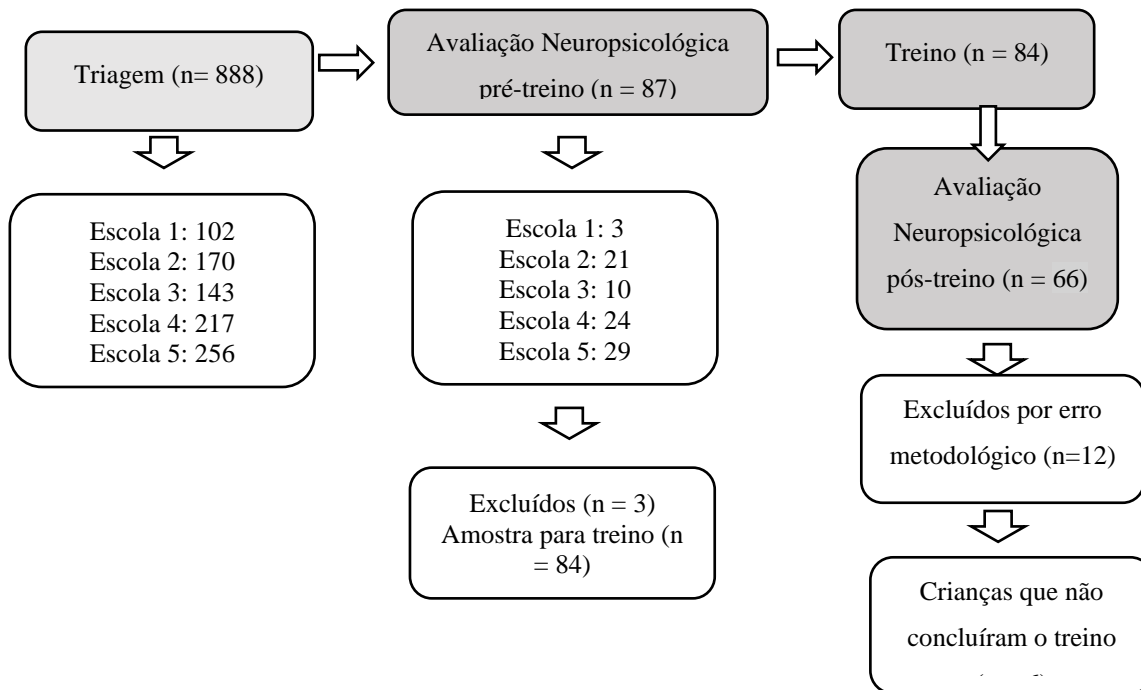
AUTORIZAÇÃO

A Secretaria Municipal da Educação, por meio do Departamento de Planejamento, Projetos e Pesquisas Educacionais, Divisão de Pesquisas e Projetos Educacionais autoriza a Prof.^a Dr.^a Flávia Heloísa dos Santos (orientadora) e as alunas de mestrado e doutorado do programa de Pós-graduação em Psicologia do Desenvolvimento e Aprendizagem, da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, campus de Bauru, Jéssica Mendes do Nascimento (mestrado) e Liene R. Rossi (doutorado) a desenvolverem as investigações da pesquisa **“Efeitos de um treino cognitivo computadorizado em crianças com discalculia do desenvolvimento: uma análise neuropsicológica”**, junto aos estudantes de 3º e 4º ano do ensino fundamental das unidades escolares de Bauru.

Salientamos que a equipe da unidade escolar tem autonomia para analisar e autorizar o desenvolvimento do projeto, de acordo com a disponibilidade da escola.

Atenciosamente,

Prof.ª Dr.ª Andréia Melanda Chirinéa
Diretora de Divisão de Pesquisas e Projetos Educacionais
RG. 28.420.051-7

APÊNDICE A – Descrição da triagem e percurso amostral

APÊNDICE B – Aspectos emocionais e comportamentais das crianças do estudo

RESULTADOS E DISCUSSÃO DO DOMÍNIO EMOCIONAL: HUMOR E COMPORTAMENTO.

No Estudo 02 também foram investigados os aspectos emocionais e comportamentais das crianças de cada grupo. As análises não indicaram resultados significativos para a interação tempo*grupo, deste modo optou-se por apresentá-las como apêndice. A seguir encontram-se as descrições dos instrumentos utilizados, os resultados encontrados e a discussão para esse domínio.

Instrumentos para avaliar aspectos emocionais, humor e comportamentos das crianças constam no Quadro 1³.

Quadro 1 – Escalas de Ansiedade e Emocionais

Teste	Autor	Objetivo	Correção
Escala de Stress Infantil (ESI)	LUCARELLI; LIPP, 1999	Determinar qual tipo de stress é mais frequente: física, psicológica, psicológica com componente depressivo e psicofisiológica e em qual nível	A pontuação é gerada somando os 35 itens conforme a escala Likert, com pontuações variando de 0 (nunca) a 4 (sempre).
Questionário de autoeficácia para Crianças (SEQ-C)	NOGUEIRA, 2003	Avaliar a <i>eficácia acadêmica</i> , <i>eficácia social</i> e <i>eficácia emocional</i>	O questionário tem formato de escala Likert, no qual 1 equivale a nunca e 5 a sempre.
Escala de Ansiedade Matemática (EAM)	CARMO; FIGUEIREDO, 2005.	Avaliar o nível de ansiedade das crianças quando são deparadas a situações que envolvem a matemática	A pontuação é feita pela soma dos itens, variando entre (1) nenhuma ansiedade a (5) extrema ansiedade, conforme escala Likert.
Entrevista de Ansiedade a matemática (MAI)	KOHN et al., 2013.	Mensurar, através de situações computadorizadas a Ansiedade Matemática (AM)	O valor total é determinado pela soma de todos os itens (faixa de 0 a 60), com valores mais altos associados a maior ansiedade. Divide-se o escore pelo desvio-padrão apresentado: Nenhuma ansiedade, sintomas de ansiedade e AM

Fonte: Elaborado pela autora.

³ Tais instrumentos são os mesmos utilizados por Nascimento (2019).

RESULTADOS

Emocional: humor e comportamento

Este domínio foi composto pelos resultados obtidos pelas crianças de cada grupo na Escala de Stress Infantil (ESI), no Questionário de autoeficácia para crianças (SEQ-C), na Escala de Ansiedade Matemática (EAM) e na Entrevista de Ansiedade Matemática (MAI).

A Tabela 1 apresenta as médias de cada grupo nas avaliações de pré e pós-treino para cada domínio investigado pela ESI e pela SEQ-C. Com relação às médias da ESI, no domínio Reações Físicas as médias do GC e GA permaneceram semelhantes entre o pré e o pós-treino e as de GNA diminuíram. Nos domínios Reações Psicológicas e Reações Psicológicas com componente depressivo as médias de GC e GNA diminuíram no pós-treino e de GA aumentaram, ou seja, as crianças que pertenciam ao GA apresentaram mais ansiedade nestes domínios após a realização do treino. As médias de GC diminuíram no pós-treino na dimensão Reações Psicofisiológicas, as de GA aumentaram no pós-treino, as crianças apresentaram mais ansiedade nesse domínio no pós-treino, e de GNA mantiveram-se semelhantes entre as duas avaliações. Quanto ao Total, GC e GNA tiveram médias menores no pós-treino e GA maiores, isto é, as crianças do GA apresentaram mais ansiedade no pós-treino.

No que se refere ao SEQ-C, as crianças do GC apresentaram médias menores no pós-treino na dimensão Acadêmica, as crianças do GA aumentaram as médias nessa dimensão no pós-treino, isto é, aumentaram suas capacidades em eficácia acadêmica, e as de GNA apresentaram médias semelhantes no pré e pós-treino. No domínio social, as médias de GC e GNA diminuíram no pós-treino e as de GA permaneceram semelhantes entre as avaliações. Por fim, na dimensão Emocional, GC e GNA tiveram médias menores no pós-treino e GA maiores, as crianças de GA aumentaram eficácia emocional no pós-treino.

Tabela 1 - Média e desvio-padrão do desempenho das crianças dos grupos GC, GA e GNA na ESI e no SEQ-C antes e após o treino.

	Pré-treino			Pós-treino		
	GC (n = 23)	GA (n = 23)	GNA (n = 20)	GC (n = 23)	GA (n = 23)	GNA (n = 20)
	Média(DP)	Média(DP)	Média(DP)	Média(DP)	Média(DP)	Média(DP)
ESI						
RF	10,04 (7,09)	8,17 (5,34)	10,65 (6,44)	10,43 (6,39)	8,17 (6,11)	9,45 (6,27)
RP	15,65 (7,32)	13,13 (6,74)	17,05 (6,05)	12,91 (7,87)	14,04 (7,74)	14,40 (6,29)
RPCD	7,96 (7,12)	6,17 (5,71)	8,00 (3,47)	8,91 (7,19)	7,61 (5,64)	7,90 (5,97)

RPF	10,43 (6,45)	9,39 (5,10)	10,50(4,09)	9,30 (6,44)	10,52 (6,15)	10,40 (6,29)
Total	44,09 (24,72)	36,57 (19,81)	46,20 (16,12)	41,57 (23,65)	40,35 (22,04)	42,15 (19,18)
SEQ-C						
Acadêmica	26,65 (6,51)	28,17 (6,60)	24,20 (5,52)	24,96 (7,76)	29,13 (6,69)	24,25 (7,41)
Social	24,61 (5,67)	26,17 (4,86)	26,40 (5,10)	23,78 (8,12)	26,26 (7,56)	23,25 (8,58)
Emocional	22,78 (6,78)	22,96 (4,99)	23,65 (5,95)	21,35 (7,37)	23,65 (7,22)	20,70 (7,05)

Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: GC: grupo controle; GA: grupo adaptativo; GNA: grupo não adaptativo; ESI: Escala de Estresse Infantil; RF: Reações físicas; RP: Reações psicológicas; RPCD: Reações psicológicas com componente depressivo e RPF: Reações psicofisiológicas.

A Tabela 2 apresenta os resultados das crianças na ESI em função do Tempo de avaliação e do grupo de intervenção. Não foram identificadas diferenças significativas para esse desfecho nas dimensões investigadas: Reações Físicas [$F(2,62) = 0,282$, $p = 0,755$, $n^2_p = 0,009$], Reações Psicológicas [$F(2,62) = 1,363$, $p = 0,263$, $n^2_p = 0,042$], Reações Psicológicas com componente depressivo [$F(2,62) = 0,408$, $p = 0,667$, $n^2_p = 0,013$], Reações Psicofisiológicas [$F(2,62) = 1,119$, $p = 0,333$, $n^2_p = 0,035$] e Total de Estresse Infantil [$F(2,62) = 0,925$, $p = 0,402$, $n^2_p = 0,029$].

Tabela 2 - Média, desvio padrão, ANOVA 3 (Grupos: GC, GA e GNA) x 2 (Tempo: pré e pós-treino) para as pontuações na ESI.

Variável	Grupo	Pré		Pós		Efeito	F	p-valor	η^2	Post-hoc
		Média	DP	Média	DP					
Reações Físicas	GC	10,04	7,093	10,43	6,39	Tempo	0,036	0,851	0,001	
	GA	8,17	5,340	8,17	6,12	Tempo*Grupo	0,282	0,755	0,009	
	GNA	10,65	6,442	9,45	6,28	Grupo	0,885	0,418	0,028	
Reações Psicológicas	GC	15,65	7,321	12,91	7,87	Tempo	2,080	0,154	0,032	
	GA	13,13	6,744	14,04	7,75	Tempo*Grupo	1,363	0,263	0,042	
	GNA	17,05	6,057	14,40	6,29	Grupo	0,600	0,552	0,019	
Reações Psicológicas com componente depressivo	GC	7,96	7,125	8,91	7,20	Tempo	1,144	0,289	0,018	
	GA	6,17	5,718	7,61	5,65	Tempo*Grupo	0,408	0,667	0,013	
	GNA	8,00	3,479	7,90	5,97	Grupo	0,387	0,681	0,012	
Reações Psicofisiológicas	GC	10,43	6,451	9,30	6,45	Tempo	0,015	0,903	<0,001	
	GA	9,39	5,106	10,52	6,16	Tempo*Grupo	1,119	0,333	0,035	
	GNA	10,50	4,097	10,40	6,29	Grupo	0,072	0,931	0,002	
Total Estresse Infantil	GC	44,09	24,720	41,57	23,65	Tempo	0,054	0,817	0,001	
	GA	36,57	19,817	40,35	22,04	Tempo*Grupo	0,925	0,402	0,029	
	GNA	46,20	16,120	42,15	19,19	Grupo	0,418	0,660	0,013	

Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: DP=desvio padrão; GC=Grupo Controle; GA=Grupo Adaptativo; GNA=Grupo Não-Adaptativo. ANOVA de medidas pareadas a dois critérios e Teste de Tukey

A Tabela 3 mostra a análise do SEQ-C em função do Tempo de avaliação e do grupo de treino. Observou-se que a variável Autoeficácia acadêmica mostrou diferença significativa em função do grupo [$F(2,62) = 3,864$, $p = 0,026$, $n^2_p = 0,111$]. O teste de comparações múltiplas apontou que o GA obteve resultados significativamente maiores que o GNA ($p = 0,022$), independentemente do Tempo de avaliação, o que sugere que as crianças tinham uma percepção maior em relação a eficácia acadêmica.

Tabela 3 - Análise da variável SEQ-C em função do Tempo de avaliação e do grupo de intervenção em crianças.

Variável		Pré		Pós		Efeito	F	p-valor	η^2	Post-hoc
		Média	DP	Média	DP					
Auto eficácia Acadêmica	GC	26,65	6,513	24,96	7,77	Tempo	0,078	0,780	0,001	
	GA	28,17	6,603	29,13	6,70	Tempo*Grupo	0,401	0,672	0,013	
	GNA	24,20	5,521	24,25	7,42	Grupo	3,864	0,026	0,111	GA>GNA
Auto eficácia social	GC	24,61	5,679	23,78	8,13	Tempo	1,588	0,212	0,025	
	GA	26,40	5,103	23,25	8,59	Tempo*Grupo	0,674	0,513	0,021	
	GNA	26,17	4,868	26,26	7,57	Grupo	0,977	0,382	0,031	
Auto eficácia Emocional	GC	22,78	6,789	21,35	7,38	Tempo	1,413	0,239	0,022	
	GA	22,96	4,995	23,65	7,22	Tempo*Grupo	0,907	0,409	0,028	
	GNA	23,65	5,950	20,70	6,43	Grupo	0,589	0,558	0,019	

Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: DP=desvio padrão; GC=Grupo Controle; GA=Grupo Adaptativo; GNA=Grupo Não-Adaptativo. ANOVA de medidas pareadas a dois critérios e Teste de Tukey.

Com relação as respostas das crianças na EAM e na MAI, a Tabela 4 mostra os resultados das análises em função do tempo de avaliação e do grupo de treino. Conforme observado, a Pontuação geral da EAM mostrou diferença significativa em função do tempo de avaliação [$F(1,62) = 5,025$, $p = 0,029$, $n^2_p = 0,075$], com redução significativa do tempo pré para o pós-treino, independente do grupo. Não foram identificadas diferenças significante para MAI [$F(1,62) = 0,160$, $p = 0,690$, $n^2_p = 0,003$].

Tabela 4 - ANOVA 3 (Grupos: GC, GA e GNA) x 2 (Tempo: pré e pós-treino) para as pontuações nas crianças na EAM e na MAI.

Variável		Pré		Pós		Efeito	F	p-valor	p ²	Post-hoc
		Média	DP	Média	DP					
EAM Pontuação Geral	GC	62,35	25,720	61,04	20,03	Tempo	5,025	0,029	0,075	Pré>Pós
	GA	74,65	19,385	62,61	22,40	Tempo*Grupo	1,138	0,327	0,035	
	GNA	75,10	18,029	68,85	20,05	Grupo	1,826	0,170	0,056	
MAI total	GC	27,0870	9,32613	25,157	11,59	Tempo	0,160	0,690	0,003	
	GA	25,2235	12,33438	24,822	15,00	Tempo*Grupo	0,223	0,801	0,007	
	GNA	26,5950	11,46117	26,955	12,59	Grupo	0,145	0,865	0,005	

Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda: DP=desvio padrão; GC=Grupo Controle; GA=Grupo Adaptativo; GNA=Grupo Não-Adaptativo.

DISCUSSÃO

Aspectos emocionais, de ansiedade e comportamentais

No que se refere à ansiedade matemática e aos aspectos emocionais e comportamentais, o presente estudo demonstrou que as crianças deste estudo ficaram mais ansiosas após o treino. Compreende-se este resultado com o fato de que elas também melhoraram a percepção em relação a sua eficácia acadêmica, conseqüentemente se tornaram mais conscientes de suas reais dificuldades. Outra hipótese para se compreender o motivo de ficarem mais ansiosas está no fato de que ansiedade matemática surgiria de memórias desagradáveis em relação ao desempenho prejudicado na disciplina (HADFIELD; MACNEIL, 1994; MA; XU, 2004).

Neste sentido, pode-se considerar a Profecia Autorrealizadora discutida por Omote (2005) e que possibilita a compreensão de que as crianças criam expectativas em relação a algum acontecimento e inclinam-se a articular o seu comportamento, de tal maneira que sua atitude acaba por colaborar com a manifestação do fenômeno que anteriormente esperava. Em outras palavras, por acreditar tanto que aprender matemática é difícil, age como se esta aprendizagem fosse inatingível e, por isso, colabora para a sua produção do fracasso escolar pela falta de investimento na própria aprendizagem – mesmo que não perceba sua participação nesse processo. E, é o meio social que define se um determinado comportamento será tratado como desvio ou não (OMOTE, 1999), neste sentido, compreende-se que quando as crianças com DD não se acham capazes de aprender, dificultam ainda mais o processo e se tornam conseqüentemente mais ansiosas.

As crianças que sofrem de ansiedade matemática tendem a evitar tarefas relacionadas à matemática (ASHCRAFT et al., 2005). Portanto, assim como refere Kohn et al. (2020), ao longo do treinamento, as crianças muito ansiosas tendem a se confrontar menos com as tarefas oferecidas, podendo demonstrar um processamento menos elaborado do conteúdo.

O fato de apresentarem desempenhos inferiores ao fazer exercícios na sala de aula, lições de casa, ou responder erroneamente a questões do professor, pode causar controles aversivos, que se ocorrem repetidas vezes provocam uma estimulação aversiva continuada (CARMO; SIMIONATO, 2012). Uma criança que tem prejuízo em habilidades matemáticas é mais susceptível a desenvolver à AM porque percebe a situação como menos controlável (WU et al., 2014; HARARI et al., 2013; RAMIREZ et al., 2013; CARMO; SIMIONATO, 2012; CARMO; GRIS; SANTOS, 2019; ORBACH; HERZOG; FRITZ, 2019). Por outro lado, crianças com DD sem um distúrbio adicional de leitura/escrita, bem como aquelas com resultados baixos de ansiedade matemática, apresentam pontuações de melhoria mais altas após a realização de treino (KOHN et al., 2020).

Poucos estudos foram realizados para compreender intervenções para prevenção, ou remediação específicas do campo da AM. Para estudos de intervenção no campo da DD, e da melhora das habilidades aritméticas, a redução da AM é um objetivo indireto (KUCIAN et al., 2011; KOHN et al., 2013, RIBEIRO, 2013; ARIAS RODRIGUEZ, 2015). Recomenda-se ações direcionadas aos professores, pais, e escola como um todo, para possibilitar o desenvolvimento de estratégias e habilidades para lidar com a AM (CARGNELUTTI, TOMASETTO; PASSOLUNGI, 2017).

APÊNDICE C – Relatório Modelo 1: MELHOR DESEMPENHO

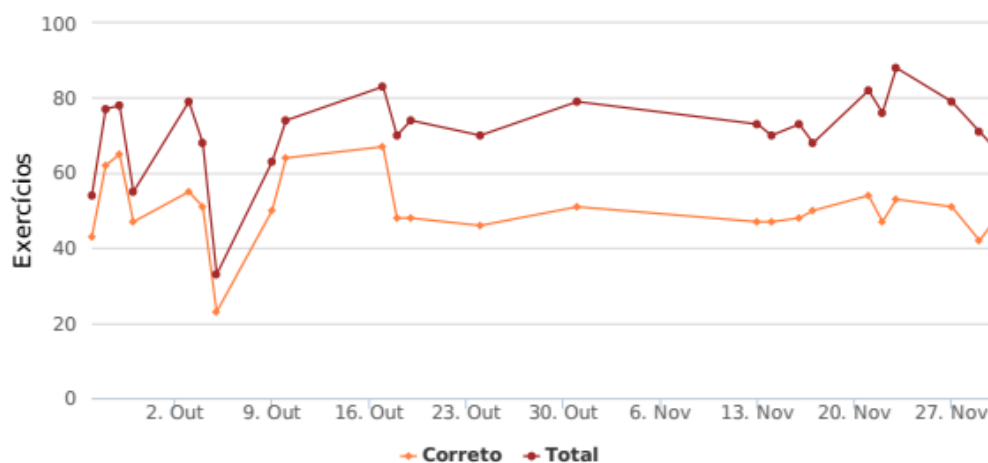


Dybuster
Calcularis

UNESP
Liene Rossi
Bauru campus São Paulo

Exercícios de

26 de setembro de 2017 - 30 de novembro de 2017



Atividades treinadas	Intervalo Numérico	Número de exercícios	Correto	Acertos em %	Tempo de Treino
Subitizing	0 a 10	9	7	78	0:02 h
Distância	0 a 10	6	6	100	0:02 h
Sequência Numérica	0 a 100	19	14	74	0:04 h
Balança: Decomposição	0 a 20	11	11	100	0:04 h
Tabuada	0 a 20	19	18	95	0:11 h
Balança: Decomposição	0 a 20	3	3	100	0:01 h
Conclusão	0 a 10	6	5	83	0:01 h
Balança: Comparação	0 a 100	138	126	91	0:29 h
Definir comparação	0 a 20	52	46	88	0:08 h
Calculadora: Multiplicação	0 a 20	4	4	100	0:02 h
Saltar para trás	0 a 20	8	6	75	0:02 h



Dybuster
Calcularis

UNESP

Liene Rossi

Bauru campus São Paulo



Atividades treinadas	Intervalo Numérico	Número de exercícios	Correto	Acertos em %	Tempo de Treino
Calculadora	0 a 100	126	70	56	0:47 h
Calculadora	0 a 20	3	2	67	0:01 h
Distância	0 a 20	13	9	69	0:05 h
Mais- menos	0 a 20	9	7	78	0:05 h
Mais- menos	0 a 100	10	2	20	0:10 h
Sequência Numérica	0 a 10	9	5	56	0:04 h
Balança: Decompo- sição	0 a 10	37	36	97	0:15 h
Definir compara- ção	0 a 10	6	5	83	0:01 h
Conversão	0 a 100	27	24	89	0:07 h
Pouso Cer- teiro	0 a 10	23	15	65	0:05 h
Calculadora	0 a 20	155	112	72	0:46 h
Estimativa na reta numérica	0 a 100	9	7	78	0:01 h
Conversão	0 a 10	3	3	100	0:01 h
Balança: Decompo- sição	0 a 10	12	12	100	0:05 h
Prateleira: altura aleatória	0 a 20	16	14	88	0:05 h
Conclusão	0 a 20	5	5	100	0:01 h
Calculadora	0 a 100	5	2	40	0:02 h
Pouso Cer- teiro	0 a 100	9	1	11	0:02 h
Representação da Multi- plicação	0 a 20	15	8	53	0:09 h
Pouso Cer- teiro	0 a 100	425	224	53	1:34 h
Prateleira: altura es- pecificada	0 a 20	5	5	100	0:02 h
Régua de Calculo	0 a 10	17	15	88	0:07 h
Estimativa na reta numérica	0 a 20	11	10	91	0:02 h



Dybuster
Calcularis

UNESP

Liene Rossi

Bauru campus São Paulo

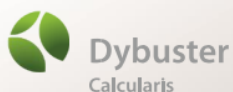
Atividades treinadas	Intervalo Numérico	Número de exercícios	Correto	Acertos em %	Tempo de Treino
Estimativa	0 a 100	3	3	100	0:00 h
Calculadora: Divisão	0 a 20	54	25	46	0:13 h
Número Secreto	0 a 100	3	3	100	0:03 h
Sequência Numérica	0 a 20	6	6	100	0:01 h
Representação da Multi- plicação	0 a 20	10	7	70	0:07 h
Conversão	0 a 100	13	12	92	0:03 h
Definir compara- ção	0 a 100	5	5	100	0:00 h
Definir compara- ção	0 a 20	16	14	88	0:02 h
Calculadora	0 a 10	25	22	88	0:07 h
Pouso Cer- teiro	0 a 20	41	26	63	0:08 h
Conclusão	0 a 10	3	3	100	0:01 h
Conversão	0 a 20	33	29	88	0:07 h
Pouso Cer- teiro	0 a 20	60	43	72	0:12 h
Distribuição	0 a 20	7	6	86	0:04 h
Divisão	0 a 20	13	11	85	0:05 h
Conversão	0 a 10	41	32	78	0:11 h
Estimativa na reta numérica	0 a 20	9	7	78	0:04 h
Estimativa	0 a 100	16	12	75	0:03 h
Definir compara- ção	0 a 100	15	14	93	0:02 h
Estimativa na reta numérica	0 a 100	5	5	100	0:01 h
Distância	0 a 100	11	8	73	0:03 h
Número Secreto	0 a 20	6	2	33	0:07 h
Prateleira: altura aleatória	0 a 20	9	8	89	0:04 h
Balança: Conversão	0 a 10	11	11	100	0:02 h



Dybuster
Calcularis

UNESP
Liene Rossi
Bauru campus São Paulo

Atividades treinadas	Intervalo Numérico	Número de exercícios	Correto	Acertos em %	Tempo de Treino
Régua de Cálculo	0 a 10	10	10	100	0:03 h
Mais-menos	0 a 100	15	12	80	0:07 h
Diferença	0 a 20	13	10	77	0:03 h
Definir comparação	0 a 10	4	2	50	0:01 h
Pouso Certo	0 a 10	3	2	67	0:01 h
Conversão	0 a 20	19	17	89	0:04 h



UNESP
 Liene Rossi
 Bauru campus São Paulo

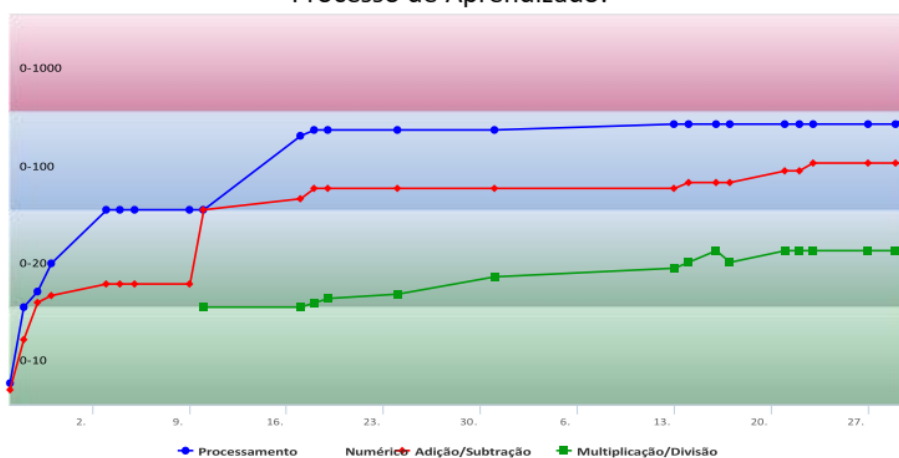
Relatório: GV

Tempo Total: 8:02 h Exercícios (total): 1704
 No de dias treinados: 24 Correto: 1206

Habilidades mais fortes:

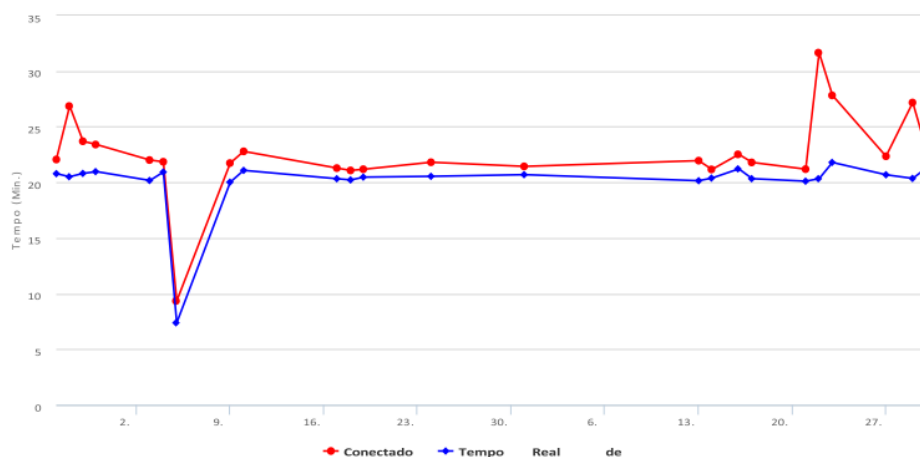
Processamento Numérico: Reta numérica 0 - 100
 Adição e subtração: Subtração 2,1
 Multiplicação e divisão: Divisão 0 - 20

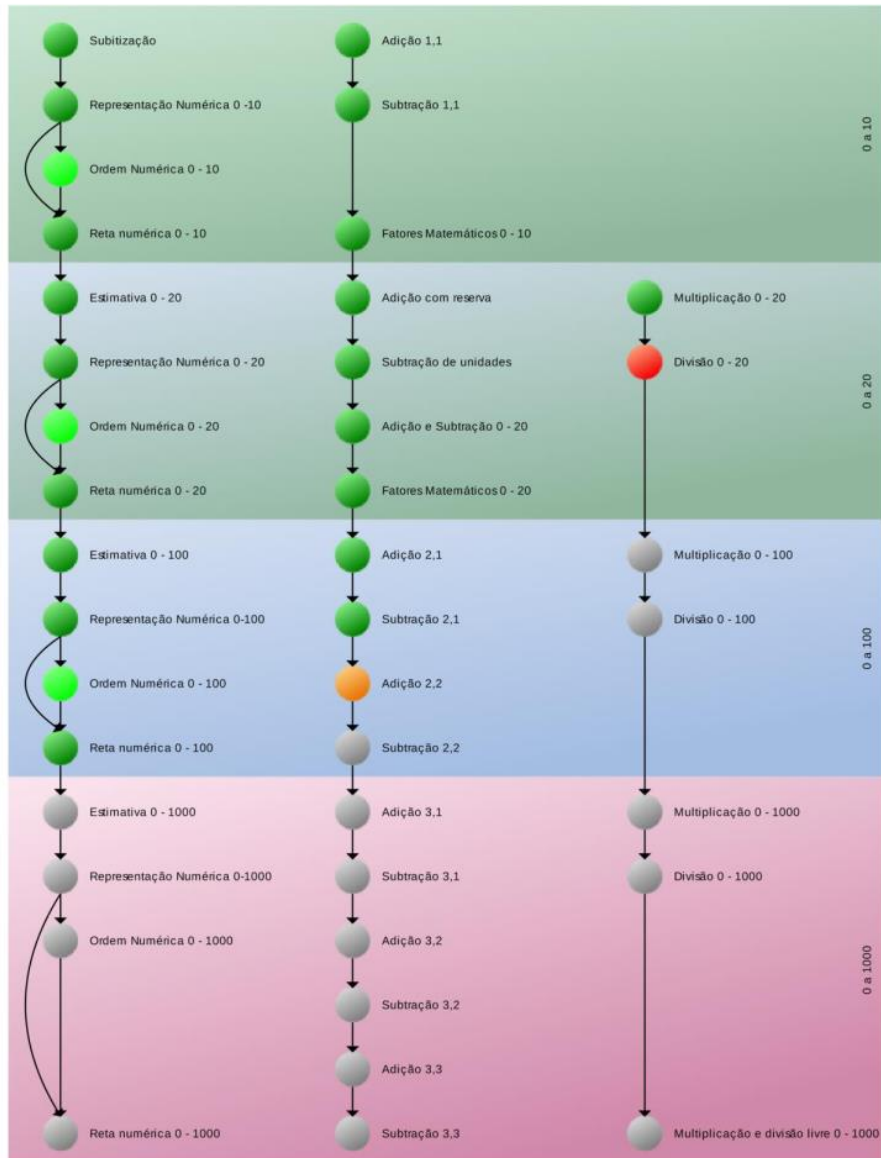
Processo de Aprendizado:



Tempo de treino:

Habilidades:





Glossário - Habilidades

Subitização	Perceber quantidades até 4 elementos sem contar.
Representação Numérica 0-10	Compreender quantidades em numerais arábicos ou representação escrita.
Ordem Numérica 0 - 10	Ordenar números em ordem crescente ou decrescente.
Reta numérica 0 - 10	Localizar números corretamente em uma reta numérica, desenvolver uma reta numérica mental e incorporar representações numéricas.
Estimativa 0 - 20	Distinguir quantidades sem contar.
Representação Numérica 0 -20	Compreender quantidades em numerais arábicos ou representação escrita.
Ordem Numérica 0 - 20	Ordenar números em ordem crescente ou decrescente.
Reta numérica 0 - 20	Localizar números corretamente em uma reta numérica, desenvolver uma reta numérica mental e incorporar representações numéricas.
Estimativa 0 - 100	Distinguir quantidades sem contar.
Representação Numérica 0-100	Compreender quantidades em numerais arábicos ou representação escrita.
Ordem Numérica 0 - 100	Ordenar números em ordem crescente ou decrescente.
Reta numérica 0 - 100	Localizar números corretamente em uma reta numérica, desenvolver uma reta numérica mental e incorporar representações numéricas.
Estimativa 0 - 1000	Distinguir quantidades sem contar.
Representação Numérica 0-1000	Compreender quantidades em numerais arábicos ou representação escrita.
Ordem Numérica 0 - 1000	Ordenar números em ordem crescente ou decrescente.
Reta numérica 0 - 1000	Localizar números corretamente em uma reta numérica, desenvolver uma reta numérica mental e incorporar representações numéricas.
Adição 1,1	Adição de unidades (sem reserva).
Subtração 1,1	Subtração de unidades sem empréstimos (na casa das unidades)
Fatores Matemáticos 0 - 10	Adição rápida de unidades.
Adição com reserva	Adição de unidades (sem reserva).
Subtração de unidades	Subtração de unidades e dezenas com empréstimos (na casa das dezenas)
Adição e Subtração 0 - 20	Somar e subtrair números até 20.
Fatores Matemáticos 0 - 20	Adição rápida de unidades e dezenas.
Adição 2,1	Soma de unidades e dezenas.
Subtração 2,1	Subtração de unidades e dezenas.
Adição 2,2	Soma de dezenas.

Subtração 2,2	Subtração de dezenas.
Adição 3,1	Soma de unidades e centenas.
Subtração 3,1	Subtração de unidades e centenas.
Adição 3,2	Soma de dezenas e centenas.
Subtração 3,2	Subtração de dezenas e centenas.
Adição 3,3	Soma de centenas.
Subtração 3,3	Subtração de centenas.
Multiplicação 0 – 20	Multiplicação de números até 20 com resultado na mesma faixa numérica.

Divisão 0 - 20 Divisão (sem resto) de números até 20 com resultado na mesma faixa numérica.

Multiplicação 0 - 100 Multiplicação de números até 100 com resultado na mesma faixa numérica.

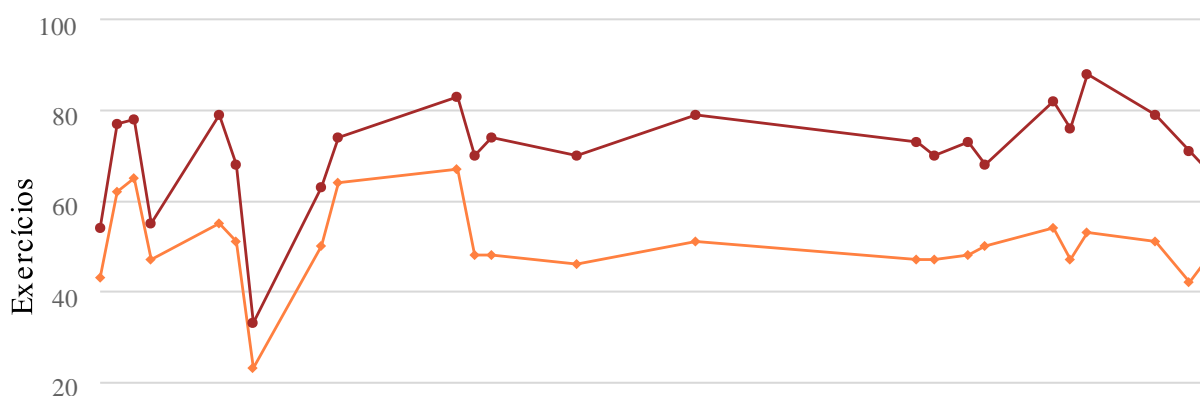
Divisão 0 - 100 Divisão (sem resto) de números até 100 com resultado na mesma faixa numérica.

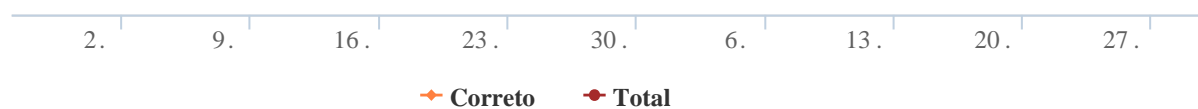
Multiplicação 0 - 1000 Multiplicação de números até 1000 com resultado na mesma faixa numérica.

Divisão 0 - 1000 Divisão (sem resto) de números até 1000 com resultado na mesma faixa numérica.

Multiplicação e divisão livre 0 Multiplicação e divisão (sem resto) de números aleatórios na faixa de

0 - 1000.





Exercícios (total): 1389

Correto: 1014

Habilidades mais fortes:

Processamento Numérico:

Adição e subtração:


Multiplicação e divisão:

Reta numérica 0 - 20

Subtração de unidades

Nenhum

APÊNDICE D – Relatório Modelo 2: PIOR DESEMPENHO

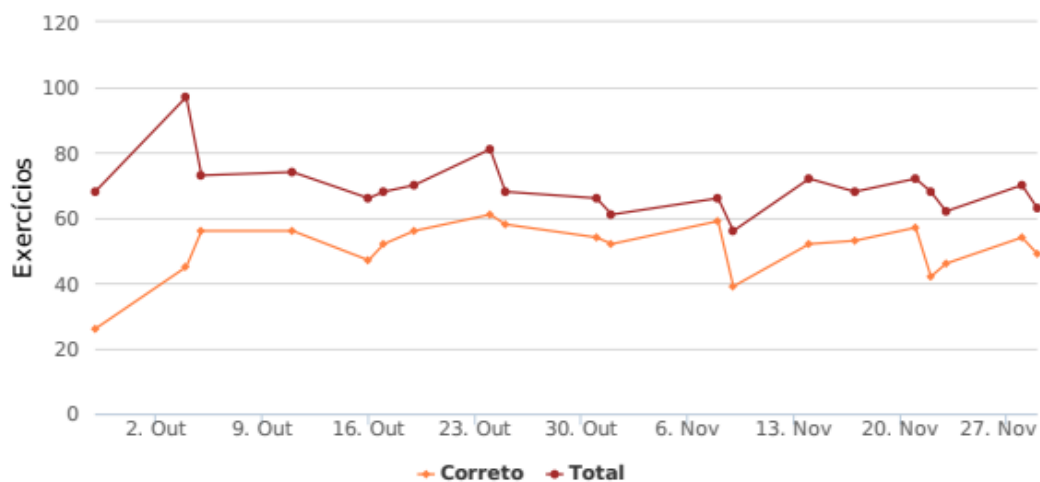


Dybuster
Calcularis

UNESP
Liene Rossi
Bauru campus São Paulo

Exercícios de

28 de setembro de 2017 - 29 de novembro de 2017



Atividades treinadas	Intervalo Numérico	Número de exercícios	Correto	Acertos em %	Tempo de Treino
Subitizing	0 a 10	138	37	27	0:24 h
Mais-menos	0 a 20	85	73	86	0:38 h
Estimativa na reta numérica	0 a 20	13	11	85	0:04 h
Número Secreto	0 a 10	4	3	75	0:04 h
Sequência Numérica	0 a 20	12	11	92	0:02 h
Definir comparação	0 a 20	19	17	89	0:02 h
Calculadora	0 a 10	37	29	78	0:10 h
Pouso Certo	0 a 20	106	84	79	0:19 h
Conclusão	0 a 10	11	10	91	0:04 h
Conversão	0 a 20	93	89	96	0:19 h
Pouso Certo	0 a 20	74	59	80	0:14 h
Conclusão	0 a 10	5	5	100	0:02 h
Conversão	0 a 10	44	38	86	0:09 h



Dybuster
Calcularis

UNESP
Liene Rossi
Bauru campus São Paulo



Atividades treinadas	Intervalo Numérico	Número de exercícios	Correto	Acertos em %	Tempo de Treino
Definir comparação	0 a 20	59	59	100	0:07 h
Estimativa na reta numérica	0 a 20	6	5	83	0:02 h
Distância	0 a 20	20	19	95	0:06 h
Calculadora	0 a 20	35	29	83	0:10 h
Número Secreto	0 a 20	7	7	100	0:08 h
Distância	0 a 20	52	46	88	0:17 h
Mais-menos	0 a 20	12	11	92	0:05 h
Balança: Conversão	0 a 10	32	32	100	0:06 h
Régua de Calculo	0 a 10	28	28	100	0:06 h
Subitizing	0 a 10	3	0	0	0:01 h
Balança: Decomposição	0 a 10	82	80	98	0:29 h
Definir comparação	0 a 10	28	17	61	0:06 h
Pouso Certo	0 a 10	40	25	63	0:10 h
Calculadora	0 a 20	270	124	46	1:50 h
Conversão	0 a 10	10	10	100	0:02 h
Balança: Decomposição	0 a 10	19	19	100	0:06 h
Definir comparação	0 a 10	1	1	100	0:00 h
Conversão	0 a 20	18	17	94	0:05 h
Régua de Calculo	0 a 10	26	19	73	0:10 h



Dybuster
Calcularis

UNESP
Liene Rossi
Bauru campus S^o Paulo

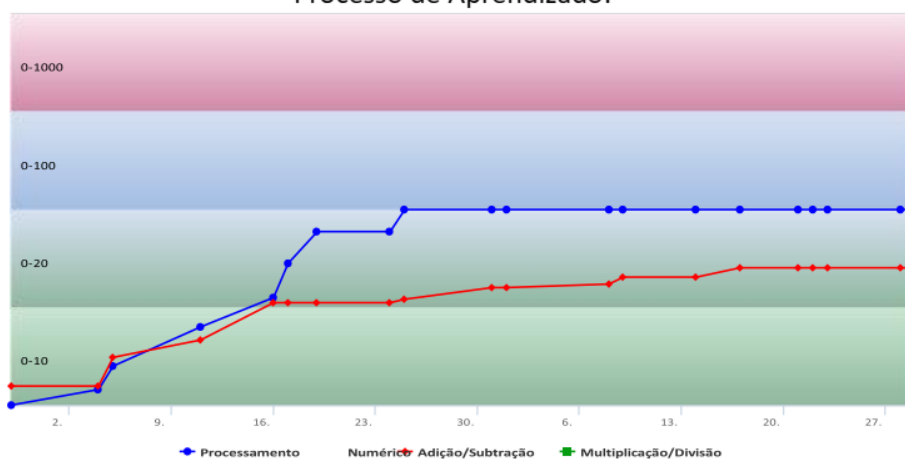
Relatório: AJBS

Tempo Total: 6:48 h Exercícios (total): 1389
No de dias treinados: 20 Correto: 1014

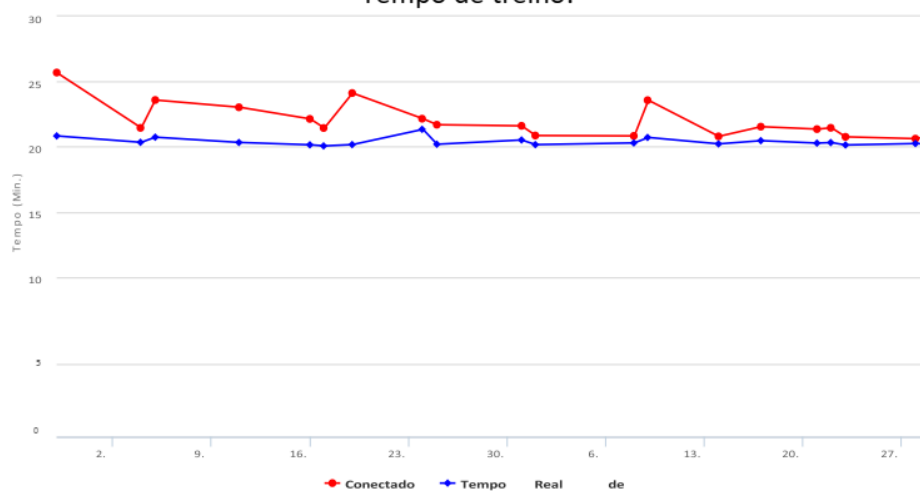
Habilidades mais fortes:

Processamento Numérico: Reta numérica 0 - 20
Adição e subtração: Subtração de unidades
Multiplicação e divisão: Nenhum

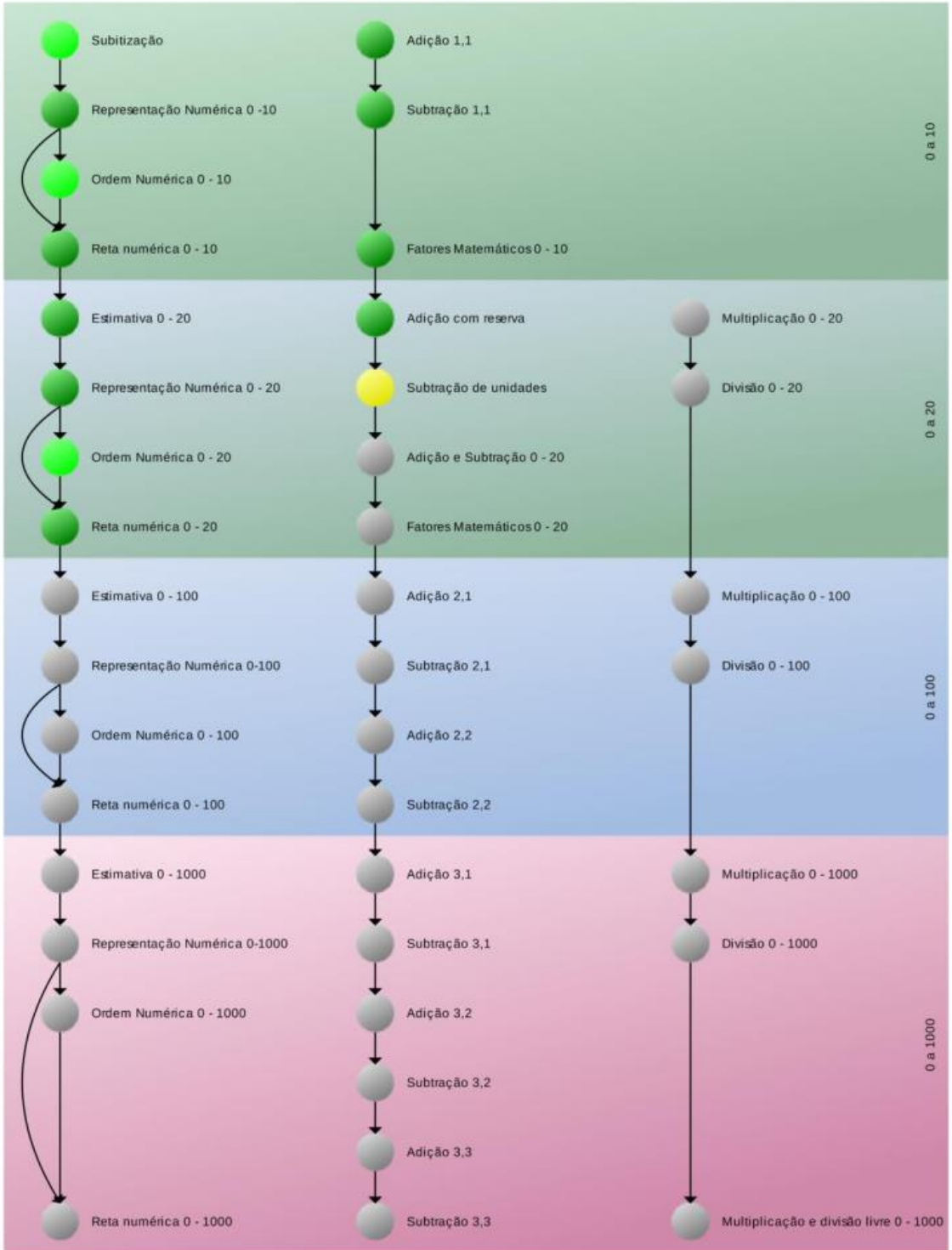
Processo de Aprendizado:



Tempo de treino:



Habilidades:



Glossário - Habilidades

Representação Numérica 0-10	Compreender quantidades em numerais arábicos ou representação escrita.
Ordem Numérica 0 - 10	Ordenar números em ordem crescente ou decrescente.
Reta numérica 0 - 10	Localizar números corretamente em uma reta numérica, desenvolver uma reta numérica mental e incorporar representações numéricas.
Estimativa 0 - 20	Distinguir quantidades sem contar.
Representação Numérica 0 - 20	Compreender quantidades em numerais arábicos ou representação escrita.
Ordem Numérica 0 - 20	Ordenar números em ordem crescente ou decrescente.
Reta numérica 0 - 20	Localizar números corretamente em uma reta numérica, desenvolver uma reta numérica mental e incorporar representações numéricas.
Estimativa 0 - 100	Distinguir quantidades sem contar.
Representação Numérica 0- 100	Compreender quantidades em numerais arábicos ou representação escrita.
Ordem Numérica 0 - 100	Ordenar números em ordem crescente ou decrescente.
Reta numérica 0 - 100	Localizar números corretamente em uma reta numérica, desenvolver uma reta numérica mental e incorporar representações numéricas.
Estimativa 0 - 1000	Distinguir quantidades sem contar.
Representação Numérica 0- 1000	Compreender quantidades em numerais arábicos ou representação escrita.
Ordem Numérica 0 - 1000	Ordenar números em ordem crescente ou decrescente.
Reta numérica 0 - 1000	Localizar números corretamente em uma reta numérica, desenvolver uma reta numérica mental e incorporar representações numéricas.
Adição 1,1	Adição de unidades (sem reserva).
Subtração 1,1	Subtração de unidades sem empréstimos (na casa das unidades)
Fatores Matemáticos 0 - 10	Adição rápida de unidades.
Adição com reserva	Adição de unidades (sem reserva).
Subtração de unidades	Subtração de unidades e dezenas com empréstimos (na casa das dezenas)
Adição e Subtração 0 - 20	Somar e subtrair números até 20.
Fatores Matemáticos 0 - 20	Adição rápida de unidades e dezenas.
Adição 2,1	Soma de unidades e dezenas.
Subtração 2,1	Subtração de unidades e dezenas.
Adição 2,2	Soma de dezenas.

Subtração 2,2	Subtração de dezenas.
Adição 3,1	Soma de unidades e centenas.
Subtração 3,1	Subtração de unidades e centenas.
Adição 3,2	Soma de dezenas e centenas.
Subtração 3,2	Subtração de dezenas e centenas.
Adição 3,3	Soma de centenas.
Subtração 3,3	Subtração de centenas.
Multiplicação 0 – 20	Multiplicação de números até 20 com resultado na mesma faixa numérica. Divisão 0 - 20 Divisão (sem resto) de números até 20 com resultado na mesma faixa numérica.
	Multiplicação 0 - 100 Multiplicação de números até 100 com resultado na mesma faixa numérica. Divisão 0 - 100 Divisão (sem resto) de números até 100 com resultado na mesma faixa numérica.
	Multiplicação 0 - 1000 Multiplicação de números até 1000 com resultado na mesma faixa numérica. Divisão 0 - 1000 Divisão (sem resto) de números até 1000 com resultado na mesma faixa numérica.
Multiplicação e divisão livre 0 faixa de - 1000	Multiplicação e divisão (sem resto) de números aleatórios na 0 - 1000.