

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

Camila Peres Nogue

**PRECURSORES DO DESEMPENHO ARITMÉTICO EM CRIANÇAS DE 3º E 4º
ANOS: DA IDENTIFICAÇÃO À INTERVENÇÃO**

Porto Alegre

2021

CAMILA PERES NOGUES

PRECURSORES DO DESEMPENHO ARITMÉTICO EM CRIANÇAS DE 3º E 4º ANOS:
DA IDENTIFICAÇÃO À INTERVENÇÃO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para a obtenção do título de Doutora em Educação.

Orientadora: Prof^a. Dra. Beatriz Vargas Dorneles

Linha de Pesquisa: Aprendizagem e Ensino

Porto Alegre

2021

CIP - Catalogação na Publicação

Nogues, Camila Peres
PRECURSORES DO DESEMPENHO ARITMÉTICO EM CRIANÇAS DE
3º E 4º ANOS: da identificação à intervenção / Camila
Peres Nogues. -- 2021.
168 f.
Orientadora: Beatriz Vargas Dorneles.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Faculdade de Educação, Programa de
Pós-Graduação em Educação, Porto Alegre, BR-RS, 2021.

1. Desempenho aritmético. 2. Cognição Numérica. 3.
Habilidades cognitivas preditoras. 4. Intervenção em
raciocínio quantitativo . I. Dorneles, Beatriz Vargas,
orient. II. Título.

Camila Peres Nogueis

PRECURSORES DO DESEMPENHO ARITMÉTICO EM CRIANÇAS DE 3º E 4º ANOS:
DA IDENTIFICAÇÃO À INTERVENÇÃO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para a obtenção do título de Doutora em Educação.

Orientadora: Prof^a. Dra. Beatriz Vargas Dorneles

Banca Examinadora:

Prof^a. Dra. Beatriz Vargas Dorneles (UFRGS) – Orientadora

Prof^a. Dra. Luciana Vellinho Corso (UFRGS - PPGEDU)

Prof^a. Dra. Helena Vellinho Corso (UFRGS)

Prof^a. Dra. Rosane da Conceição Vargas (Externo)

Prof. Dr. José Orrantia Rodríguez (Universidad de Salamanca)

DEDICATÓRIA

À minha avó Anna Maria e aos meus pais (*in
memoriam*) que foram minha fonte de força,
motivação e amor.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer às pessoas e às instituições que de alguma forma permitiram ou apoiaram para que a realização desta tese fosse possível. Agradeço, então:

À minha orientadora, Prof^a. Dra. Beatriz Dorneles, pelo acompanhamento competente e cuidadoso que foi imprescindível para a condução desta pesquisa, bem como pelo incentivo e pelas tantas aprendizagens que me foram proporcionadas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela oportunidade de bolsa, o que permitiu uma dedicação exclusiva e eficiente para a pesquisa.

Às escolas e aos alunos que participaram da pesquisa, pela disponibilidade e recepção, os quais foram essenciais para a concretização dos estudos.

Ao grupo de pesquisa pela atenção e carinho durante o curso, seja pela parceria na coleta de dados ou na leitura cuidadosa do meu trabalho. Também pela companhia e tantas trocas de conhecimentos.

Ao Fábio Jardim pela companhia e apoio em boa parte do curso, pela paciência em me ensinar estatística e pelo cuidado e atenção nas análises.

À Évelin de Assis por toda a parceria acadêmica, pela amizade construída durante a pós-graduação e pelos momentos de desabafos e de risadas. Também por todo o apoio e carinho dentro e fora da academia, pelas palavras de incentivo e por ser essa amiga/colega ideal.

À Natali Brandt pela amizade, por me mostrar um lado mais emocional das situações, por estar comigo desde o início da minha trajetória acadêmica e por, em algumas vezes, acreditar mais em mim do que eu mesma.

Ao Renato Levin pelo apoio incondicional, pelo carinho e preocupação, pelos ensinamentos sobre a vida e por me incentivar a valorizar o presente. Também pelas tantas manhãs e tardes de “sprint” para que o foco nos estudos fosse mantido nesse período tão delicado de pandemia.

À minha família por acreditar em mim, por me incentivar a ir em busca dos meus objetivos e por entender meus longos momentos ausente. Também pelo suporte e dedicação na minha educação e por se fazerem presentes mesmo na distância.

E, por fim, a todos aqueles que me apoiaram de alguma forma, que compartilharam comigo momentos de estudo, de descontração, de acolhimento e de compreensão durante esses anos.

RESUMO

A aprendizagem da matemática, e especificamente da aritmética, envolve diversas habilidades cognitivas que incluem tanto habilidades de domínio geral quanto de domínio específico. Conhecer quais habilidades melhor predizem o desempenho aritmético é importante para prevenir dificuldades futuras que podem ser enfrentadas pelos estudantes. Há um crescente interesse da área da cognição numérica em investigar como ocorre o processo de aprendizagem da matemática e quais habilidades são subjacentes a tal processo. Porém, os resultados são diversos e nem sempre existe convergência entre eles. Isso dificulta a compreensão ampla sobre quais são as habilidades mais frequentemente relatadas que influenciam o desempenho aritmético. Além disso, o foco geralmente está na avaliação de alunos no início da escolarização com a intenção de prevenir dificuldades de aprendizagem futuras, entretanto resta saber se os preditores do desempenho matemático permanecem os mesmos em alunos já inseridos há mais tempo no contexto escolar. Assim, esta tese investigou por meio de três estudos complementares as habilidades preditoras do desempenho aritmético em estudantes brasileiros já alfabetizados. O primeiro estudo contemplou uma revisão sistemática da literatura acerca das habilidades cognitivas de domínio geral e específico que são precursoras do desempenho matemático de alunos da Educação Infantil até 5º ano do Ensino Fundamental, incluindo o total de 62 artigos para análise. O segundo estudo avaliou habilidades cognitivas de domínio geral (consciência fonêmica, memória de trabalho e compreensão leitora) e de domínio específico (transcodificação numérica, estimativa numérica e raciocínio quantitativo) como preditoras do desempenho aritmético em 127 estudantes de 3º e 4º ano do Ensino Fundamental, avaliados no início e no final do mesmo ano letivo. O terceiro estudo investigou os efeitos de uma intervenção em raciocínio quantitativo, com 40 alunos participantes do estudo anterior, porém quando estavam no 4º e 5º anos. Como principais resultados, destaca-se que a maioria dos artigos incluídos na revisão sistemática consideraram alunos de Educação Infantil em suas avaliações e que as habilidades preditoras relatadas com maior frequência foram memória de trabalho e habilidades numéricas iniciais, permanecendo as mesmas ao longo de todos os Anos Iniciais e apesar do desempenho matemático considerado. Entre os alunos brasileiros, as habilidades cognitivas explicativas da proficiência aritmética foram transcodificação numérica, raciocínio quantitativo e consciência fonêmica. A partir da intervenção, o grupo experimental não diferiu significativamente do grupo controle, entretanto apresentou avanços significativos do pré para o pós-teste, sendo mais evidenciado entre estudantes do 5º ano. A complementaridade dos estudos permitiu um conhecimento abrangente sobre o assunto, o que contribui para a compreensão de quais habilidades influenciam a aprendizagem matemática posterior. As evidências encontradas destacam que o desenvolvimento dessas habilidades no ensino escolar poderá beneficiar a aprendizagem dos alunos a longo prazo. Além disso, ressalta-se que um investimento especificamente no ensino do sistema numérico e do raciocínio quantitativo, mesmo em estudantes com mais tempo de escolarização, poderá favorecer a remediação e prevenção de dificuldades nessa área do conhecimento.

Palavras-chave: Desempenho aritmético. Habilidades cognitivas preditoras. Intervenção em raciocínio quantitativo. Cognição numérica.

ABSTRACT

Learning mathematics, and specifically arithmetic, involves several cognitive skills that include both general and specific domain. Knowing which skills best predict arithmetic performance is important to prevent future difficulties that may be faced by students. There is a growing interest in the area of numerical cognition in investigating how the mathematics learning process occurs and what skills underlie it. However, the results are diverse and there is not always convergence between them. This makes it difficult to comprehend broadly what are the most frequently reported skills that influence arithmetic performance. In addition, the focus is usually on the assessment of students at the beginning of primary school with the intention of preventing future learning difficulties. However, it remains to be seen whether the predictors of mathematical performance remain the same in students who have been in the school context for a longer time. Thus, this thesis investigated, through three complementary studies, the predictive skills of arithmetic performance in Brazilian literate students. The first study included a systematic review of the literature about cognitive skills of general and specific domain that are precursors of the mathematical performance of students from kindergarten through 5th grade of elementary school, including a total of 62 articles for analysis. The second study evaluated cognitive skills of general domain (phonemic awareness, working memory and reading comprehension) and specific domain (number transcoding, number estimation and quantitative reasoning) as predictors of arithmetic performance in 127 students in 3rd and 4th grades of Elementary School, assessed at the beginning and end of the same academic year. The third study investigated the effects of an intervention in quantitative reasoning, with 40 students participating in the previous study, however when they were in the 4th and 5th grades. As main results, it is highlighted that most of the articles included in the systematic review considered kindergarteners in their assessments and that the most frequently reported predictor skills were working memory and early numerical skills, remaining the same throughout the school grades and despite the mathematical performance considered. Among Brazilian students, the cognitive skills that explain arithmetic proficiency were number transcoding, quantitative reasoning, and phonemic awareness. From the intervention, the experimental group did not differ significantly from the control group, however it showed significant advances from the pre to the post-test, being more evident among 5th graders. The complementarity of the studies allowed a comprehensive knowledge on the subject, which contributes to the understanding of which skills influence the later mathematical learning. The evidence found highlights that the development of these skills in school education can benefit students' learning in the long term. In addition, it is emphasized that an investment specifically in teaching the number system and quantitative reasoning, even in students with more schooling time, may favor the remediation and prevention of difficulties in this area of knowledge.

Keywords: Arithmetic achievement. Predictive cognitive skills. Intervention in quantitative reasoning. Numerical cognition.

RESUMEN

Aprender matemáticas, y específicamente aritmética, implica varias habilidades cognitivas que incluyen habilidades de dominio generales y específicas. Saber qué habilidades predicen mejor el rendimiento aritmético es importante para prevenir futuras dificultades que puedan enfrentar los estudiantes. Hay un interés creciente en el área de la cognición numérica por investigar cómo ocurre el proceso de aprendizaje de las matemáticas y qué habilidades subyacen en él. Sin embargo, los resultados son diversos y no siempre hay convergencia entre ellos. Esto hace que sea difícil comprender en general cuáles son las habilidades que se informan con mayor frecuencia y que influyen en el rendimiento aritmético. Además, el enfoque suele estar en la evaluación de los estudiantes al inicio de la escolaridad con la intención de prevenir futuras dificultades de aprendizaje. Todavía, queda por ver si los predictores siguen siendo los mismos en los estudiantes que han estado en el contexto escolar durante más tiempo. Así, esta tesis investigó, a través de tres estudios complementarios, las habilidades predictivas del desempeño aritmético en estudiantes alfabetizados brasileños. El primer estudio incluyó una revisión sistemática de la literatura sobre las habilidades cognitivas de dominio general y específico que son precursoras del desempeño matemático de los estudiantes desde la Educación Infantil hasta el quinto grado de la escuela primaria, incluyendo un total de 62 artículos para análisis. El segundo estudio evaluó las habilidades cognitivas de dominio general (conciencia fonémica, memoria de trabajo y comprensión lectora) y dominio específico (transcodificación numérica, estimación numérica y razonamiento cuantitativo) como predictores del desempeño aritmético en 127 estudiantes de 3° y 4° grado de Primaria, evaluados al principio y al final del mismo curso académico. El tercer estudio investigó los efectos de una intervención en el razonamiento cuantitativo, con 40 alumnos participantes del estudio anterior, pero cuando estaban en 4° y 5° curso. Como resultados principales, se destaca que la mayoría de los artículos incluidos en la revisión sistemática consideraron estudiantes de Educación Infantil en sus evaluaciones y que las habilidades predictoras reportadas con mayor frecuencia fueron memoria de trabajo y habilidades numéricas iniciales, permaneciendo iguales durante toda la educación primaria y a pesar del rendimiento matemático considerado. Entre los estudiantes brasileños, las habilidades cognitivas explicativas de la competencia aritmética fueron la transcodificación numérica, el razonamiento cuantitativo y la conciencia fonémica. De la intervención, el grupo experimental no difirió significativamente del grupo control, sin embargo, mostró avances significativos del pre al post-test, siendo más evidente entre los estudiantes de 5° grado. La complementariedad de los estudios permitió un conocimiento integral sobre el tema, lo que contribuye a la comprensión de qué habilidades influyen en el aprendizaje matemático posterior. La evidencia encontrada destaca que el desarrollo de estas habilidades en la educación escolar podrá beneficiar el aprendizaje de los estudiantes a largo plazo. Además, se enfatiza que una inversión específicamente en la enseñanza del sistema numérico y del razonamiento cuantitativo, incluso en estudiantes con más tiempo de escolaridad, puede favorecer la remediación y prevención de dificultades en esta área de conocimiento.

Palabras clave: Rendimiento aritmético. Habilidades cognitivas predictoras. Intervención en razonamiento cuantitativo. Cognición numérica.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo da tarefa de estimativa na reta numérica.....	28
Figura 2 – Fluxograma PRISMA da revisão sistemática da literatura	52
Figura 3 – Desenho da pesquisa	107
Figura 4 – Modelo de Mediação.....	116

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Resultados e Metas do IDEB no Brasil	20
Gráfico 2 – Frequência de artigos por ano de publicação	53
Gráfico 3 – Distribuição das publicações por país	54
Gráfico 4 – Desempenho no pré-teste e no pós-teste separado por grupos.....	138
Gráfico 5 – Desempenho aritmético do Grupo Experimental separado por ano escolar e pela presença de dificuldade	140

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Organização das sessões do Grupo Experimental	134
Quadro 2 – Organização das sessões do Grupo Controle.....	135

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição resumida de cada um dos estudos selecionados para a revisão sistemática	58
Tabela 2 – Categorização da amostra	111
Tabela 3 – Análises descritivas das tarefas avaliadas nos momentos 1 e 2.....	112
Tabela 4 – Correlações entre as tarefas avaliadas no momento 1 e o desempenho aritmético	113
Tabela 5 – Modelo 1 de Regressão Linear Múltipla	114
Tabela 6 – Modelo 2 e final da Regressão Linear Múltipla	114
Tabela 7 – Modelo de Regressão sem a influência da variável transcodificação numérica no desfecho	115
Tabela 8 – Caracterização da Amostra	131
Tabela 9 – Análise descritiva e de comparação entre os grupos experimental e controle	138
Tabela 10 – Classificação dos participantes em cada grupo	139

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	16
1 INTRODUÇÃO	19
1.1 DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES ARITMÉTICAS.....	22
1.2 PREDITORES DO DESEMPENHO ARITMÉTICO.....	23
1.2.1 Transcodificação Numérica	25
1.2.2 Estimativa Numérica.....	27
1.2.3 Raciocínio Quantitativo	29
1.2.4 Memória de Trabalho	31
1.2.5 Consciência Fonêmica	32
1.2.6 Compreensão Leitora	34
1.3 INTERVENÇÕES EM HABILIDADES PREDITORAS DO DESEMPENHO ARITMÉTICO.....	35
1.4 MÉTODO DA PESQUISA	38
REFERÊNCIAS.....	39
2 REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE OS PRECURSORES DO DESEMPENHO MATEMÁTICO INICIAL	46
2.1 INTRODUÇÃO.....	47
2.2 MÉTODO	49
2.2.1 Estratégia de busca	50
2.2.2 Critérios de elegibilidade	50
2.2.3 Critérios para inclusão dos artigos e seleção dos dados.....	51
2.3 RESULTADOS	51
2.4 DISCUSSÃO	68
2.5 CONCLUSÃO.....	71
REFERÊNCIAS.....	72
REVISÃO SISTEMÁTICA: ARTIGO ORIGINAL PUBLICADO.....	78
3 HABILIDADES COGNITIVAS PREDITORAS DO DESEMPENHO ARITMÉTICO DE CRIANÇAS DE 3º E 4º ANOS DO ENSINO FUNDAMENTAL.....	95
3.1 INTRODUÇÃO.....	95
3.1.1 Preditores de domínio geral.....	98
3.1.2 Preditores de domínio específico	101
3.1.3 O presente estudo.....	104

3.2 MÉTODO	105
3.2.1 Participantes.....	105
3.2.2 Coleta de Dados	106
3.2.3 Análises	111
3.3 RESULTADOS	111
3.4 DISCUSSÃO	117
REFERÊNCIAS.....	120
4 INTERVENÇÃO EM RACIOCÍNIO QUANTITATIVO COMO POSSIBILIDADE PARA O DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO ARITMÉTICO.....	126
4.1 Introdução.....	126
4.2 MÉTODO	131
4.2.1 Participantes.....	131
4.2.2 Procedimentos.....	132
4.2.3 Avaliação do desempenho aritmético	133
4.2.4 Atividades do grupo experimental	133
4.2.5 Atividades do grupo controle.....	135
4.2.5 Análise dos dados.....	137
4.3 Resultados.....	137
4.4 Discussão	141
REFERÊNCIAS.....	143
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	147
REFERÊNCIAS.....	150
APÊNDICE A – TAREFA DE ESTIMATIVA NUMÉRICA NÚMERO-POSIÇÃO ...	152
APÊNDICE B – TAREFA DE AVALIAÇÃO DO RACIOCÍNIO QUANTITATIVO .	156
ANEXO A – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DA SMED	161
ANEXO B – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DAS ESCOLAS	162
ANEXO C – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DOS PROFESSORES.....	164
ANEXO D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DOS RESPONSÁVEIS.....	165
ANEXO E – TERMO DE ASSENTIMENTO DOS ALUNOS	166
ANEXO F – TCLE DA INTERVENÇÃO.....	167
ANEXO G – TALE DA INTERVENÇÃO	168

APRESENTAÇÃO

Esta tese apresenta como tema principal as habilidades cognitivas que são consideradas precursoras do desempenho aritmético de alunos dos Anos Iniciais. A escolha por esse assunto se deve à trajetória acadêmica e profissional da autora. A formação inicial em Licenciatura em Matemática juntamente com as experiências profissionais como professora possibilitaram a percepção de dificuldades recorrentes dos alunos nessa área do conhecimento. Muitas dessas dificuldades estavam relacionadas a conceitos de base da matemática, como compreensão das operações fundamentais (adição, subtração, multiplicação e divisão), entendimento das relações entre números e quantidades e a construção do sistema numérico. Foi observado, também, que frequentemente tinham de ser trabalhados conhecimentos numéricos anteriores ao conteúdo que estava sendo ensinado em sala de aula para que fosse possível um avanço na compreensão por parte dos alunos, evitando causar mais problemas em sua aprendizagem. Os conceitos relacionados ao conhecimento numérico referidos anteriormente, costumam ser trabalhados nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, porém quando não estão bem estabelecidos poderão ser enfrentadas, pelos alunos, dificuldades futuras em conteúdos mais complexos da matemática. Portanto, surgiu o interesse em compreender o processo de aprendizagem matemática, como ocorre e quais habilidades estão envolvidas, especificamente quando os alunos estão na etapa inicial da escolarização (Anos Iniciais do Ensino Fundamental), com a intenção de prevenir dificuldades de aprendizagem posteriores.

Nesse sentido, aproveitando sua formação em matemática, a autora visou contribuir para esse momento inicial da aprendizagem por meio de pesquisas que pudessem trazer maiores esclarecimentos sobre o assunto. Em busca disso, a autora especializou-se em Psicopedagogia enquanto também realizou Mestrado em Educação com o objetivo de acerrar-se de pesquisas em Cognição Numérica, área interdisciplinar destinada a compreender o processo de aprendizagem da matemática. Durante esse primeiro aprofundamento teórico na área, o interesse se voltou para algumas habilidades cognitivas subjacentes ao desempenho matemático, tanto de domínio geral, como a memória de trabalho, quanto de domínio específico, como a estimativa numérica e o raciocínio quantitativo. Seguindo nessa perspectiva, durante o curso de doutorado, a pesquisa foi aprofundada para investigar mais detalhes da relação entre essas habilidades e o desempenho em matemática. Especificamente, a atenção se voltou para a proficiência em aritmética, por ser um conteúdo amplamente ensinado nos Anos

Iniciais, que requer muitas habilidades para sua aprendizagem e por ser uma base importante para conhecimentos matemáticos mais complexos das etapas seguintes da escolarização.

Dentro desse contexto, estudos estão sendo conduzidos para determinar as habilidades cognitivas explicativas do desempenho em aritmética. A preferência está na investigação da aprendizagem inicial da matemática, avaliando alunos desde a Educação Infantil, com o propósito de prevenir dificuldades de aprendizagem por meio da intervenção precoce. Entretanto, também é necessário conhecer as habilidades preditoras do desempenho de alunos de anos escolares mais avançados para verificar possíveis diferenças na demanda das habilidades necessárias durante a execução de cálculos, bem como verificar essas habilidades dentro de um contexto brasileiro.

Assim, esta tese se origina de uma pesquisa que buscou investigar as habilidades preditoras do desempenho aritmético de estudantes de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental de escolas públicas da rede municipal de ensino de Porto Alegre/RS. Para atingir o objetivo, foram realizados três estudos: o primeiro de revisão sistemática da literatura, o segundo de avaliação das habilidades preditoras e o terceiro de intervenção, considerando uma dessas habilidades mais influentes para o desempenho aritmético. A intenção com esses estudos foi de ter uma análise completa, isto é, iniciando por meio da identificação na literatura de quais são as habilidades frequentemente indicadas como precursoras, seguindo para a verificação delas dentro de uma realidade brasileira e, por fim, buscando a confirmação por uma intervenção. Ou seja, esperava-se que o desempenho aritmético dos estudantes apresentasse avanços ao participarem de atividades específicas sobre uma das habilidades preditoras. A expectativa é de que esta pesquisa possa contribuir com as comunidades científica e educacional, no sentido de apresentar evidências sobre habilidades influentes para a proficiência aritmética, reunindo o que se sabe até o momento sobre o assunto, além de poder auxiliar a prática docente, visando um ensino mais eficiente e direcionado.

Esta pesquisa está inserida em um projeto mais abrangente intitulado “Precursores do Desempenho Matemático nas séries iniciais” (cadastrado na Plataforma Brasil e Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS, sob o número 82570618.9.0000.5347), coordenado pela professora Beatriz Vargas Dorneles, e que possui como objetivo geral estabelecer como algumas habilidades cognitivas definem o desempenho matemático e de que forma é possível promover seu desenvolvimento para que os alunos obtenham um melhor desempenho matemático.

A presente tese está organizada em cinco capítulos, com o primeiro deles destinado a uma introdução geral ao tema central. Nos capítulos seguintes são apresentados os estudos em

formato de artigo, por isso em cada um é considerada a fundamentação teórica direcionada ao assunto abordado, o método específico, bem como os resultados e a discussão própria. A tese é concluída no quinto capítulo, em que são apresentadas as considerações gerais, a partir da reflexão sobre os principais resultados de cada estudo.

1 INTRODUÇÃO

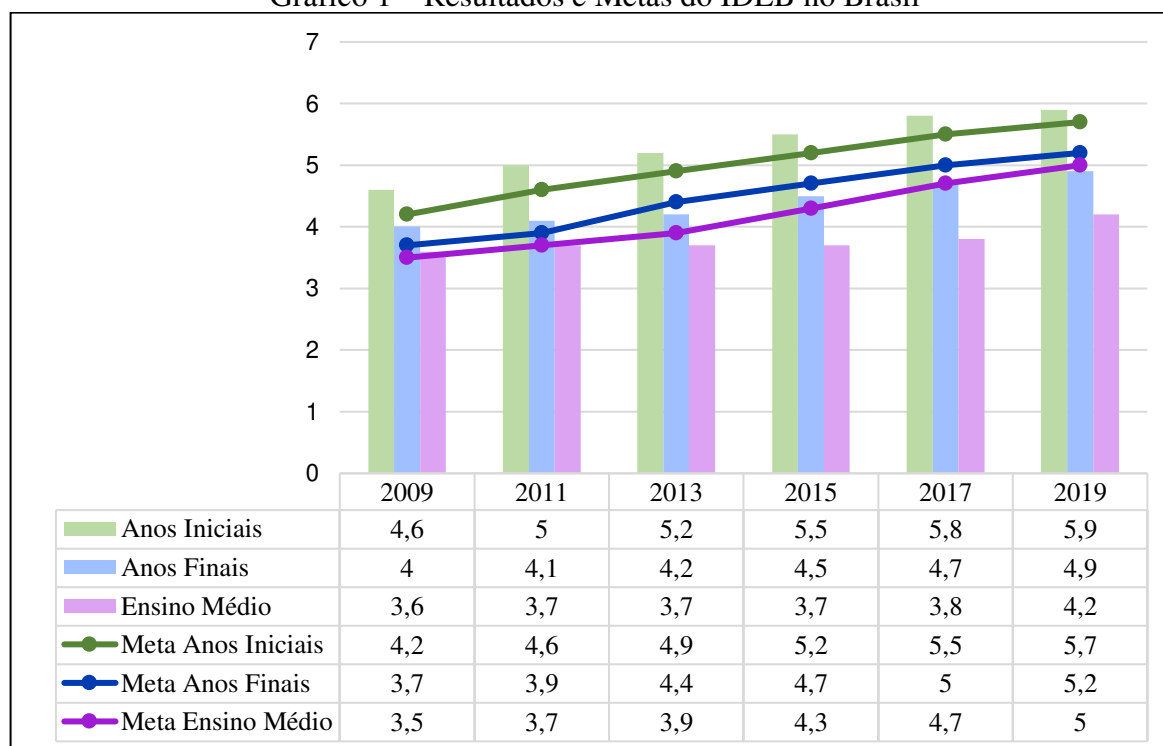
A matemática é uma área do conhecimento fundamental na aprendizagem escolar e para a vida cotidiana de modo geral. Diferentes habilidades matemáticas são utilizadas no dia a dia e se fazem necessárias inclusive para conseguir melhores oportunidades de trabalho, por exemplo. Muitas são as situações que podemos citar sobre o uso da matemática no cotidiano, desde fazer cálculos simples de adição para realizar compras no supermercado, realizar cálculos que auxiliem no controle financeiro em casa, decidir as quantidades necessárias de cada ingrediente para uma receita, ou até mesmo pensar no tempo que será levado para chegar em casa depois de um dia de trabalho. Percebemos, com esses exemplos, que habilidades simples de aritmética já são suficientes para resolver muitas das situações diárias. Na escola, juntamente com a leitura e escrita, a matemática compõe o processo de alfabetização e tem papel importante para o desenvolvimento cognitivo da criança. Possuir raciocínio lógico e matemático, ser capaz de resolver cálculos aritméticos básicos, ter noções de estimativa e espaço, são algumas das habilidades matemáticas que permitem um desempenho adequado na escola e, inclusive, uma inserção e convívio na sociedade em que vivemos. Além disso, pesquisas indicam que prejuízos em habilidades matemáticas na infância têm um impacto a longo prazo, na tomada de decisões, na situação financeira e de empregabilidade, bem como na qualidade de vida na fase adulta (GROSS; HUDSON; PRICE, 2009; PARSONS; BYNNER, 2005; REYNA *et al.*, 2009).

Uma área de pesquisa que se preocupa em entender como ocorre a aprendizagem da matemática e quais são as habilidades envolvidas nesse processo é a Cognição Numérica, área na qual esta tese se insere. A Cognição Numérica é interdisciplinar e, portanto, baseia-se na Psicologia Cognitiva, na Educação e nas Neurociências. Assim, diferentes métodos de pesquisa são empregados, tais como estudos cognitivos experimentais, de intervenção e comparativos, na intenção de responder questões sobre o que subjaz a compreensão matemática, como acontece o desenvolvimento do conhecimento numérico e quais são os processos cognitivos envolvidos (GILMORE; GÖBEL; INGLIS, 2018). Uma das motivações de pesquisas na área da Cognição Numérica está no baixo desempenho dos estudantes em matemática e nas dificuldades de aprendizagem que os alunos enfrentam com a matemática na escola.

As avaliações nacionais e internacionais indicam um alto índice da não-proficiência dos estudantes brasileiros em relação à matemática. O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) de 2019, último disponível, indica que o país não está atingindo as metas estabelecidas, mesmo havendo um pequeno avanço no desempenho de uma avaliação para a outra. Dentre os três níveis da Educação Básica (Ensino Fundamental Inicial, Final e Ensino

Médio), apenas os Anos Iniciais do Ensino Fundamental conseguiram atingir a meta, os índices dos Anos Finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio ficaram abaixo da projeção, como é possível visualizar no Gráfico 1, em que são apresentados os dados das avaliações realizadas nos últimos dez anos.

Gráfico 1 – Resultados e Metas do IDEB no Brasil



Fonte: INEP

De acordo com os resultados internacionais, considerando as médias da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), 68,1% dos estudantes de 14 a 15 anos avaliados pelo Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) no ano de 2018 apresentam um desempenho muito abaixo da média, não conseguindo atingir o nível 2 de proficiência em matemática, que é o nível mais básico (BRASIL, 2020). Isto significa que esses estudantes não estão aptos a utilizar conceitos básicos da matemática, como compreender situações em contextos que não exigem mais do que inferência direta e interpretação literal dos resultados, e a realizar procedimentos para resolver cálculos aritméticos simples, por exemplo (DORNELES, 2018; OECD, 2016).

Os resultados dessas avaliações de desempenho alertam para fatores preocupantes no ensino da matemática na Educação Básica. Ao mesmo tempo em que a matemática é essencial para a vida cotidiana, os estudantes brasileiros não estão atingindo níveis suficientes de proficiência nessa área do conhecimento. Com isso, a atenção dos pesquisadores volta-se para

entender os processos de ensino e de aprendizagem e para pensar maneiras eficazes de contribuir para o trabalho dos profissionais da educação, levando-se em consideração que esses processos são multifacetados, podendo envolver desde fatores sociais e econômicos, até questões de planejamento curricular e da prática em sala de aula. Assim, um desses fatores é a aprendizagem dos alunos, que é foco desta pesquisa, e a partir da qual podem ser estabelecidas estratégias de ensino mais eficazes e direcionadas para o melhor aproveitamento do potencial de cada aluno.

Outro fator importante a ser destacado é que dentre o grupo expressivo de estudantes com baixo desempenho em matemática, indicado pelas avaliações oficiais de desempenho, existe uma parte que apresenta dificuldades específicas em matemática. De acordo com alguns estudos, a prevalência de dificuldades em matemática nas crianças em idade escolar é estimada entre 5% e 8% (GEARY, 2004). Porém, muitas vezes isso só é verificado depois de alguns anos de escolarização, acarretando o aumento dessas dificuldades. Um estudo brasileiro realizado com 2.893 crianças paulistas, alunas do 1º ano do Ensino Fundamental de escolas públicas, indicou prevalência de 7,8% para discalculia do desenvolvimento (BASTOS *et al.*, 2016). Outro estudo realizado em quatro regiões brasileiras, considerando 1.618 participantes de 2º a 6º anos do Ensino Fundamental, encontrou prevalência de 6% para transtornos específicos da aprendizagem em relação à matemática (FORTES *et al.*, 2016). Esses dados são preocupantes e importantes para se pensar em métodos de avaliar, desde os primeiros anos escolares, crianças que estão apresentando dificuldades na matemática ou que estão em risco de desenvolverem dificuldades na área, para, a partir disso, possibilitar o acompanhamento precoce desses estudantes. Além disso, o conhecimento detalhado do tipo de dificuldade apresentada permite o planejamento de uma intervenção adequada às defasagens ou às capacidades de cada criança (TOLL *et al.*, 2011).

Por isso, a avaliação e a intervenção adequadas às necessidades de aprendizagem das crianças podem ser corroboradas por meio da identificação das habilidades cognitivas envolvidas na aprendizagem matemática. Como as dificuldades de aprendizagem são distintas e variam de acordo com cada caso, considerando as especificidades de cada aluno, uma possibilidade de melhor conhecer as habilidades subjacentes ao desempenho matemático é investigar alunos de desempenho típico, pois isso permite estabelecer uma compreensão mais generalizada do processo de aprendizagem para, então, analisar casos específicos de dificuldades de aprendizagem. Assim, mais estudos na área da cognição numérica são necessários para proporcionar mais entendimento e esclarecimento sobre os fatores que determinam a aprendizagem da matemática, especificamente nos Anos Iniciais do Ensino

Fundamental, momento em que é iniciado o ensino formal da matemática. Nesse sentido, a pesquisa apresentada nesta tese se propõe a: (a) revisar de forma sistemática quais habilidades têm sido indicadas pela literatura como precursoras do desempenho matemático; (b) investigar quais habilidades melhor predizem esse desempenho numa realidade brasileira e (c) verificar os efeitos de uma intervenção específica em raciocínio quantitativo no desempenho aritmético.

Para atingir esses objetivos, três estudos foram conduzidos, que abrangem desde uma revisão sistemática da literatura, passando pela avaliação até chegar na intervenção. Essa composição de estudos que se complementam caracteriza a originalidade desta tese de doutorado, pois, até onde se sabe, nenhum trabalho anterior apresentou essa proposta de integração com essa perspectiva. Além do mais, esta pesquisa também considera a avaliação de habilidades preditoras do desempenho aritmético em estudantes brasileiros, o que também é inédito, e uma amostra de alunos em anos escolares mais avançados, que também é um diferencial, como será apontado na sequência do texto. Nas seções seguintes são apresentadas a revisão teórica acerca do tema central desta tese, bem como o método geral utilizado para condução dos três estudos, seguidos pelos capítulos que apresentam cada um dos estudos realizados e, por último, encerra-se com um capítulo de considerações finais.

1.1 DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES ARITMÉTICAS

Uma parte significativa do ensino da matemática nos Anos Iniciais da Educação Básica é dedicada à compreensão da aritmética, envolvendo a memorização de fatos aritméticos e os procedimentos das operações matemáticas (BRASIL, 2018; GILMORE; GÖBEL; INGLIS, 2018). Evidências indicam que são diversos os processos cognitivos envolvidos na aprendizagem da aritmética (p. ex. FUCHS *et al.*, 2014; GEARY, 2011; GIMBERT *et al.*, 2019) e que, por isso, esta pode ser entendida como um construto composto de vários componentes (DOWKER, 2005) e que depende de habilidades específicas e gerais para o seu desenvolvimento (p. ex. FUCHS *et al.*, 2014; GEARY, 2011; GILMORE; GÖBEL; INGLIS, 2018).

Para resolver tarefas aritméticas, muitas são as habilidades numéricas necessárias, que podem envolver o reconhecimento de número, procedimentos de contagem, estimativas e recuperação de fatos aritméticos (DOWKER, 2005; GILMORE; GÖBEL; INGLIS, 2018). Entretanto, a aritmética também envolve a capacidade de escolher uma estratégia de resolução e aplicá-la de maneira eficaz para obter sucesso nas tarefas. Esse processo de solução, além de exigir habilidades numéricas, também requer a demanda de habilidades gerais. Por exemplo,

podem ser solicitadas a memória de trabalho para reter temporariamente as informações e processá-las e habilidades de linguagem para entender a instrução aritmética proposta no problema (FUCHS *et al.*, 2014; LEFEVRE *et al.*, 2010; PASSOLUNGI; VERCELLONI; SCHADEE, 2007).

Mais do que isso, para um completo desenvolvimento da aritmética se faz necessário também entender os conceitos envolvidos, isto é, as relações entre números e operações. Tais relações podem ser trabalhadas com o desenvolvimento do raciocínio quantitativo, que também inclui conceitos sobre as propriedades matemáticas nos números inteiros (NUNES; BRYANT, 1997; NUNES *et al.*, 2016). Por meio da compreensão conceitual da aritmética será possível aplicar o conhecimento de forma a selecionar os procedimentos adequados para se chegar à resposta correta (GILMORE; GÖBEL, INGLIS, 2018).

Percebe-se, com isso, que muitas dessas habilidades podem influenciar o desempenho dos alunos na aritmética. Portanto, o conhecimento dos fatores cognitivos subjacentes e aqueles que são preditores do desenvolvimento das habilidades aritméticas permitirá aos professores uma organização do ensino mais direcionada a essas áreas. Isso, por sua vez, irá favorecer a aprendizagem dos alunos e, conseqüentemente, possibilitar um desenvolvimento completo da proficiência aritmética.

1.2 PREDITORES DO DESEMPENHO ARITMÉTICO

Aprender a construção do sistema numérico, saber como lidar com os números nas operações e compreender as relações entre as quantidades, é um processo bastante importante, o qual ocorre na escola e tem muitas aplicações na vida cotidiana. Por isso, quando algumas dessas habilidades, ou outras que constituem a aprendizagem da matemática, não estão bem desenvolvidas, podem causar dificuldades no desenvolvimento escolar e cognitivo (GEARY, 2004; PASSOLUNGI; VERCELLONI; SCHADEE, 2007). Devido à importância dessas habilidades no desenvolvimento intelectual da criança, entender quais são e como acontecem os processos cognitivos subjacentes a elas é essencial (MOELLER *et al.*, 2011).

Nesse sentido, algumas pesquisas estão direcionadas a determinar quais habilidades cognitivas desempenham um papel significativo na aquisição e no desenvolvimento das habilidades matemáticas (p. ex. GEARY, 2004; GEARY; HAMSON; HOARD, 2000; LASKI; SIEGLER, 2007; LINK; NUERK; MOELLER, 2014; MOORE; ASHCRAFT, 2015; NUNES *et al.*, 2009) e, mais recentemente, tem-se preocupado em identificar quais dessas habilidades cognitivas são precursoras do desempenho aritmético (p. ex. ARAGÓN *et al.*, 2019; DECKER;

ROBERTS, 2015; MOELLER *et al.*, 2011; PASSOLUNGHI; VERCELLONI; SCHADEE, 2007). Conhecer as habilidades precursoras do desempenho nessa área se faz importante, pois pode fornecer uma base para o reconhecimento de crianças em risco de apresentar dificuldades de aprendizagem, o que possibilita, também, a aplicação de programas de intervenção destinados a auxiliar e fortalecer o desenvolvimento das habilidades matemáticas.

Já existem evidências de que algumas habilidades cognitivas são essenciais para o bom desempenho matemático, especificamente em cálculos aritméticos, exercendo um papel explicativo para esse desempenho, ou seja, sendo necessárias para a aprendizagem matemática e estabelecendo relação causal com o desempenho matemático futuro. Dentre elas, destacam-se habilidades numéricas iniciais como a transcodificação numérica (HABERMANN *et al.*, 2020; MALONE; BURGOYNE; HULME, 2019), que é a habilidade de ler e escrever os números em formato arábico, a estimativa numérica, que é a capacidade de determinar aproximadamente a localização espacial de um número em uma reta numérica (ARAGÓN *et al.*, 2019; GILMORE *et al.*, 2018), e a memória de trabalho, que se refere à habilidade de reter e manipular informações de forma temporária (GEARY, 2011; PASSOLUNGHI; LANFRANCHI, 2012; XENIDOU-DERVOU *et al.*, 2018). Essas habilidades, quando desenvolvidas desde os primeiros anos escolares, irão fortalecer a compreensão numérica e, conseqüentemente, influenciar o desempenho matemático posterior dos estudantes. Conforme se estabelece a compreensão numérica inicial, outros conhecimentos vão sendo desenvolvidos, tais como as operações matemáticas, que exigem a conexão entre números e relações entre as quantidades representadas (NUNES; BRYANT, 2015). Essa compreensão da relação entre quantidades pode ser chamada de raciocínio quantitativo, que será importante para o desempenho matemático futuro e para a compreensão dos conceitos matemáticos envolvidos nas operações (CHING; NUNES, 2017; NUNES *et al.*, 2007; NUNES; BRYANT, 2015).

Entretanto, para outras habilidades ainda existem resultados controversos, como é o caso da consciência fonêmica (HECHT *et al.*, 2001; PASSOLUNGHI; LANFRANCHI, 2012), que é a habilidade mais avançada da consciência fonológica e se refere à capacidade de perceber e manipular os fonemas que constituem as palavras (LOPES-SILVA *et al.*, 2014; SOARES, 2019), ou resultados não bem definidos, como acontece com a compreensão leitora (ANDERSSON, 2008; TRÄFF, 2013). Para esta última, até onde se sabe, alguns estudos indicaram relação causal entre a capacidade de leitura de palavras e o desempenho aritmético (GILLIGAN; FLOURI; FARRAN, 2017; WONG; HO, 2017) e entre a compreensão de leitura e a recuperação de fatos aritméticos (ANDERSSON, 2008).

Convém salientar que o desempenho matemático pode ser avaliado por meio de testes que consideram o desempenho geral, que é medido por vários conhecimentos como cálculos aritméticos, resolução de problemas, geometria, medidas e interpretação de dados. Mas, também, muitas vezes somente é considerado o desempenho em cálculos aritméticos ou apenas a capacidade na resolução de problemas. Na literatura internacional, essa distinção na nomenclatura nem sempre ocorre, sendo determinada apenas por *mathematical achievement* (desempenho matemático) independentemente do que está de fato sendo avaliado na tarefa. Entretanto, na presente pesquisa o foco está exclusivamente na avaliação do desempenho aritmético, o que inclui a habilidade em resolver cálculos envolvendo as operações matemáticas.

A pesquisa apresentada nesta tese se propôs, primeiramente, a realizar uma revisão sistemática da literatura para reunir evidências sobre quais são as habilidades mais frequentemente relatadas como preditoras do desempenho aritmético e, com isso, tentar elucidar caminhos possíveis para pesquisas futuras, bem como orientar a prática pedagógica a partir de uma síntese estruturada e organizada sobre a temática. Além disso, esta pesquisa também investigou habilidades precursoras do desempenho aritmético, isto é, avaliou habilidades cognitivas que são consideradas pré-requisitos para a aprendizagem matemática e influenciam o desempenho dos estudantes especificamente na aritmética. Para isso, foram selecionadas, a partir das evidências na área, habilidades de interesse que podem exercer influência no desempenho aritmético dos estudantes, combinando habilidades mais comumente avaliadas com outras que necessitam de mais esclarecimentos sobre sua relação com a aritmética. As habilidades selecionadas podem ser classificadas em habilidades de domínio específico, que são demandadas exclusivamente para tarefas matemáticas; e de domínio geral, que são compartilhadas por várias áreas do conhecimento. Primeiramente são apresentadas as habilidades de domínio específico selecionadas, que são: transcodificação numérica, estimativa numérica e raciocínio quantitativo. Em seguida, discorre-se sobre as habilidades de domínio geral incluídas: memória de trabalho, consciência fonêmica e compreensão leitora. Cada uma das habilidades selecionadas é descrita a seguir com mais detalhes, salientando-se as evidências de sua relação com a aritmética.

1.2.1 Transcodificação Numérica

Compreender o número exige o processamento de representações verbais e arábicas, assim como do valor-posicional (por exemplo, entender que o algarismo “5” no número “57”

representa 5 dezenas e que o algarismo “7” representa 7 unidades). O processamento numérico também exige a habilidade de tradução entre as diferentes representações de número, isto é, ser capaz de traduzir a informação verbal “cinquenta e sete” para a notação arábica “57” (GEARY; HAMSON; HOARD, 2000). Esse processo de tradução entre as representações verbais e escrita na forma arábica do número é conhecido como transcodificação numérica e é considerado pela literatura uma habilidade numérica básica (GEARY; HAMSON; HOARD, 2000; LOPES-SILVA *et al.*, 2014; MOURA *et al.*, 2013, 2015).

A compreensão do sistema numérico e a sua notação por meio dos números arábicos são os principais desafios que os alunos enfrentam nos primeiros anos escolares, especialmente o entendimento do sistema do valor-posicional (GEARY, 2000; MOURA, *et al.*, 2015). A leitura e a escrita dos números em diferentes representações constituem um marco importante na aprendizagem matemática de uma criança que está iniciando sua vida escolar, pois leva tempo para ser compreendida e requer uma instrução formal (GEARY, 2000). Estudos sugerem que a escrita e a leitura de números impõem obstáculos significativos para crianças com dificuldade de aprendizagem em matemática com idades em torno dos 7 anos, observando que as crianças com discalculia ou dificuldades de aprendizagem em matemática apresentam dificuldades nas tarefas de transcodificação numérica (GEARY; HAMSON; HOARD, 2000; GEARY; HOARD; HAMSON, 1999). Além disso, as evidências sugerem que a tarefa de transcodificação numérica é sensível para identificar crianças com dificuldades em matemática (MOELLER *et al.*, 2011; MOURA *et al.*, 2013, 2015).

Estudos verificaram associações significativas entre transcodificação numérica e desempenho em matemática, e entre a leitura e a escrita de pequenos números e o desempenho formal em matemática (GEARY; HAMSON; HOARD, 2000; GEARY; HOARD; HAMSON, 1999). Também se tem evidências de que habilidades de transcodificação numérica são preditivas do desempenho em aritmética (HABERMANN *et al.*, 2020; MALONE; BURGOYNE; HULME, 2019; MOELLER *et al.*, 2011). Mais ainda, estudos mostraram que os erros em uma tarefa de escrita de números arábicos e a comparação de números de dois dígitos são importantes para caracterizar e prever o desempenho matemático em alunos dos primeiros anos escolares (MOELLER *et al.*, 2011; NUERK *et al.*, 2011).

Mais especificamente, Habermann e colaboradores (2020) investigaram o conhecimento arábico de números em crianças pequenas antes mesmo de sua exposição ao ensino formal da aritmética, na intenção de identificar se diferentes aspectos do conhecimento numérico (comparação simbólica e não simbólica, contagem e conhecimento arábico), avaliados aos 4 anos de idade, são preditores do desempenho aritmético dos estudantes no final

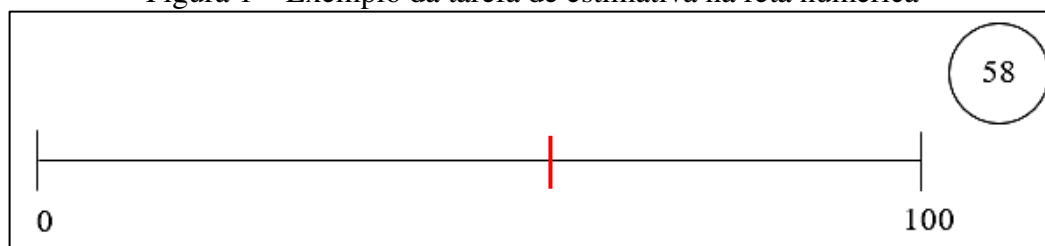
do 1º ano, aos 6 anos de idade. Dentre os principais resultados de interesse, destaca-se que o conhecimento arábico de número, composto pela identificação, leitura e escrita dos numerais, foi o único preditor do desempenho aritmético. A partir disso, os autores sugerem que a habilidade de transcodificação numérica fornece uma base essencial para o desenvolvimento da aritmética em crianças pequenas. Mais do que isso, a avaliação dessa habilidade apresenta-se como um indicador muito válido do conhecimento aritmético formal posterior, além de ser uma tarefa rápida e de alta confiabilidade (HABERMANN *et al.*, 2020).

Esses achados corroboram um estudo anterior realizado por Malone e colaboradores (2019), que também investigou, de forma longitudinal, preditores do desempenho aritmético em crianças no início da escolarização, sendo reavaliadas depois de um ano. As habilidades consideradas nesse estudo abrangeram discriminação de numerosidade, conhecimento arábico de número, contagem, linguagem, funcionamento executivo e gnosis digital. Os resultados mostraram que apenas o conhecimento arábico de números e a discriminação de numerosidade foram preditores únicos do desenvolvimento aritmético ao longo do primeiro ano escolar (MALONE; BURGOYNE; HULME, 2019). De acordo com os autores, o conhecimento arábico dos números é importante para o desenvolvimento posterior das habilidades aritméticas. Assim, aprender o conjunto de símbolos numéricos e seus rótulos (nome dos números) parece ser uma habilidade fundamental para o desenvolvimento do conhecimento numérico e para o desempenho aritmético.

1.2.2 Estimativa Numérica

A estimativa numérica pode ser explicada como um processo de tradução entre representações quantitativas, no qual uma é aproximada e a outra é numérica (SIEGLER; BOOTH, 2004). Para exemplificar esse processo, pode-se pensar na própria tarefa comumente utilizada para avaliar a habilidade de realizar estimativas numéricas, em que uma reta numérica delimitada de 0 a 100, por exemplo, é mostrada para a criança e ela deve localizar nessa reta a posição de um determinado número, como ilustrado na Figura 1. Percebe-se que, nessa tarefa, é exigida uma tradução de um número em formato arábico para uma posição espacial na reta numérica (SIEGLER; THOMPSON; OPFER, 2009).

Figura 1 – Exemplo da tarefa de estimativa na reta numérica



Fonte: Elaborado pela autora

Essa habilidade entre as representações de número tem sido bastante investigada e os estudos sugerem que as crianças se apoiam em uma reta numérica mental para poderem representar magnitudes numéricas, ordená-las e realizar comparações numéricas (FRISO-VAN DEN BOS *et al.*, 2015; LASKI; SIEGLER, 2007). A compreensão de magnitudes numéricas é um componente central do senso numérico que, embora existam divergências teóricas quanto a sua definição, é amplamente considerado como crucial para o desempenho matemático (FRISO-VAN DEN BOS *et al.*, 2015; LASKI; SIEGLER, 2007).

A literatura indica a estimativa numérica como uma habilidade importante para a compreensão matemática, especificamente para a compreensão de número e do sistema numérico (ASHCRAFT; MOORE, 2012; BOOTH; SIEGLER, 2008; SIEGLER; THOMPSON; OPFER, 2009), também estando relacionada com competências numéricas básicas, como a categorização numérica e a comparação de magnitudes, e com competências complexas da aritmética, como os cálculos com as quatro operações fundamentais (LASKI; SIEGLER, 2007; LINK; NUERK; MOELLER, 2014). A estimativa numérica também já foi avaliada em estudantes brasileiros e os resultados mostraram que essa habilidade correlacionou-se significativamente com memória de trabalho e raciocínio quantitativo (NOGUES; DORNELES, 2020), além de indicar que estudantes mais velhos apresentaram melhor desempenho nas tarefas de estimativa na reta numérica (NOGUES; DORNELES, 2018), corroborando estudos prévios que sugerem uma melhora na precisão das estimativas conforme o avanço nos anos escolares (LINK; NUERK; MOELLER, 2014; SASANGUIE; VAN DEN BUSSCHE; REYNVOET, 2012).

A partir dos estudos mencionados, percebemos a importante relação entre estimativa numérica e desempenho matemático. Porém, esses achados não definem se existe uma relação causal entre ambas as medidas, isto é, se a acurácia em estimativa numérica é causa ou consequência do desempenho matemático. Nesse sentido, Geary (2011) encontrou correlação entre o desempenho em estimativa na reta numérica e o desempenho aritmético futuro. Seus resultados indicaram que o conhecimento na reta numérica de alunos do 1º ano do Ensino

Fundamental foi preditor do desempenho em operações numéricas nos anos posteriores. Mais ainda, esse estudo apontou que ser capaz de localizar com precisão os números na reta numérica pode ser uma base importante para a aprendizagem matemática posterior, assim como o conhecimento prévio de fatos básicos da aritmética (GEARY, 2011).

Esses achados são corroborados pelo estudo de Sasanguie e colaboradores (2012), no qual foi identificado que a estimativa na reta numérica nas duas versões apresentadas, simbólica e não simbólica, foi explicativa do desempenho matemático geral avaliado um ano depois. A partir disso, os autores sugerem que o processamento simbólico numérico está mais fortemente relacionado ao desempenho matemático do que o processamento de quantidades (não simbólico) (SASANGUIE; VAN DEN BUSSCHE; REYNVOET, 2012).

Mais do que isso, Gilmore e colegas (2018) identificaram que a estimativa na reta numérica foi o único preditor significativo para o desempenho aritmético conceitual mesmo quando avaliadas habilidades de domínio geral. Nesse estudo, foram incluídas habilidades de domínio geral e específico na intenção de verificar a influência dessas habilidades no desempenho aritmético conceitual (composição aditiva). Os resultados indicaram que somente a habilidade de estimar números em uma reta numérica foi explicativa do desempenho aritmético. As autoras também concluem que a precisão na tarefa de estimativa na reta numérica requer a compreensão do sistema numérico e de sua estrutura, especificamente da compreensão da relação de composição aditiva implícita no sistema numérico (GILMORE *et al.*, 2018). Com isso, reforça-se a importância da estimativa numérica para o desempenho aritmético, bem como sua influência para o desenvolvimento do conhecimento numérico futuro.

1.2.3 Raciocínio Quantitativo

O raciocínio matemático e o cálculo aritmético são duas habilidades essenciais para a aprendizagem matemática formal na escola. Realizar a distinção entre essas duas habilidades é interessante para entender que, como são habilidades que podem ser trabalhadas de forma separada na escola, também irão desempenhar um papel diferente na aprendizagem matemática das crianças (NUNES *et al.*, 2012). Nesse sentido, se faz necessário pensar não somente no desenvolvimento da habilidade de realizar cálculos aritméticos, mas também no desenvolvimento da habilidade de raciocinar sobre as relações quantitativas envolvidas nos problemas matemáticos.

As relações entre as quantidades são de grande importância para a aprendizagem da representação numérica, assim como para a aritmética. Compreender a diferença existente entre

raciocinar sobre as relações matemáticas envolvidas e o cálculo aritmético a ser feito se aplica a diversos problemas matemáticos e a relação quantitativa envolvida irá depender do tipo de problema apresentado (NUNES *et al.*, 2012). Identificar a relação entre as quantidades é a parte central na maioria dos problemas matemáticos a serem resolvidos, para só depois decidir o cálculo correto a ser feito para solucionar o problema.

Dentre essas relações quantitativas, algumas podem ser destacadas: a correspondência um-a-um, que está relacionada com a compreensão de cardinalidade, ou seja, se dois conjuntos contém o mesmo número de objetos, então cada objeto de um conjunto está em correspondência com um objeto do outro conjunto; a correspondência um-para-muitos, que se relaciona com a compreensão da multiplicação; e a relação inversa entre adição e subtração (NUNES *et al.*, 2007). Pensar e decidir sobre as relações entre as quantidades é o que se define como raciocínio quantitativo que, além disso, envolve usar números para representar quantidades e utilizar a operação adequada para se chegar a conclusões sobre as quantidades (NUNES *et al.*, 2016).

Para melhor entender essas relações, pode-se considerar o seguinte problema “Lorena fez 160 docinhos para a festa de aniversário de sua irmã. Ela irá colocar os docinhos em bandejas, em cada bandeja cabem 30 docinhos. De quantas bandejas ela precisará para acomodar todos os docinhos?”. Neste problema é necessário fazer a divisão de 160 por 30 para se chegar na resposta. Porém, observa-se que uma resposta do tipo 5,33 significa que o cálculo está correto e que o algoritmo foi utilizado de forma adequada, mas o raciocínio quantitativo está ausente. Isto é, não é possível obter 5,33 bandejas, então o raciocínio está na conclusão de que serão necessárias 6 bandejas para acomodar todos os doces. Quando um aluno responde dessa forma, ou seja, com o valor de 5,33 bandejas, percebe-se que a matemática foi aprendida sem conexão com significado (NUNES *et al.*, 2016).

No raciocínio quantitativo, duas relações quantitativas são suficientes para definir os diferentes tipos de problemas a serem aprendidos pelas crianças: raciocínio aditivo e multiplicativo. O raciocínio aditivo baseia-se nas relações parte todo entre as quantidades e o raciocínio multiplicativo baseia-se nas relações de correspondência um-para-muitos ou de razão entre as quantidades (NUNES *et al.*, 2016; NUNES; BRYANT, 1997). Essa classificação simplifica a análise dos tipos de problema e oferece uma contribuição significativa para a organização do currículo escolar (NUNES *et al.*, 2016).

Outro fator relevante a ser destacado é que já existem resultados que confirmam que o raciocínio quantitativo, quando desenvolvido nos primeiros anos escolares, contribui de forma significativa e preditiva para o desempenho matemático posterior (CHING; NUNES, 2017; NUNES *et al.*, 2007, 2012). As evidências indicam que o raciocínio quantitativo dos alunos nos

primeiros anos do Ensino Fundamental tem uma importante contribuição para o desempenho matemático escolar, mesmo quando controlados o nível intelectual e a capacidade de memória de trabalho dos estudantes (NUNES *et al.*, 2007, 2012). Além disso, quando comparadas as influências individuais da habilidade em cálculos aritméticos e do raciocínio quantitativo, este último irá produzir um retorno maior para o desempenho matemático dos alunos do que apenas saber aritmética (NUNES *et al.*, 2012). Assim, destaca-se como fator importante o investimento significativo no ensino do raciocínio quantitativo para favorecer o desenvolvimento do conhecimento matemático dos estudantes e, conseqüentemente, melhorar os índices de desempenho futuros.

1.2.4 Memória de Trabalho

A memória de trabalho é um sistema de memória que envolve o controle, o armazenamento e o processamento temporário de informações relevantes durante a realização de tarefas cognitivas (BADDELEY, 2011; RAGHUBAR; BARNES; HECHT, 2010). Em outras palavras, “é um sistema de memória que serve de base à nossa capacidade de ‘manter as coisas em mente’ ao realizarmos tarefas complexas” (BADDELEY, 2011, p. 22).

Um dos modelos de memória de trabalho mais utilizados em pesquisas na área da ciência cognitiva é o de Baddeley e Hitch (1974). Nesse modelo, os autores indicam a memória de trabalho como um sistema composto por três componentes: o executivo central responsável por processar, coordenar e manipular as informações que são armazenadas pelos componentes fonológico, que mantém informações verbais e auditivas, e visuoespacial, que mantém informações visuais e espaciais. Uma atualização desse modelo (BADDELEY, 2000) inclui um quarto componente, o *buffer* episódico, capaz de integrar informações armazenadas pelos componentes fonológico e visuoespacial com informações recuperadas da memória de longo prazo. O *buffer* episódico tem sido mais recentemente trabalhado e carece de tarefas consistentes para sua avaliação (NOBRE *et al.*, 2013), portanto sua relação com o desempenho matemático ainda não está bem definida.

Muitos estudos indicam a memória de trabalho como determinante para a aprendizagem matemática (ANDERSSON; LYXELL, 2007), especificamente associada à resolução de problemas matemáticos e aritmética (CORSO, 2008; GATHERCOLE; ALLOWAY, 2004; PASSOLUNGI; VERCELLONI; SCHADEE, 2007). Além disso, outros estudos indicaram a memória de trabalho como uma habilidade precursora da aprendizagem matemática inicial (ARAGÓN *et al.*, 2019; GEARY, 2011; PASSOLUNGI; VERCELLONI; SCHADEE, 2007;

PASSOLUNGI; LANFRANCHI, 2012; XENIDOU-DERVOU *et al.*, 2018), mostrando melhoras significativas no desempenho da Educação Infantil para o 1º ano, e permanecendo com efeitos positivos ao longo dos anos iniciais do Ensino Fundamental, do 1º ao 5º ano (GEARY, 2011).

Ao considerar individualmente a contribuição de cada componente da memória de trabalho, tem-se que o executivo central é o principal responsável por explicar o desempenho matemático posterior (PASSOLUNGI; VERCELLONI; SCHADEE, 2007; PASSOLUNGI; LANFRANCHI, 2012). Os demais componentes vão variar em importância conforme o conteúdo e a complexidade da tarefa matemática proposta (GEARY, 2011). Entretanto, as evidências também sugerem que o componente executivo central varia em sua importância para o desempenho matemático ao longo dos anos escolares, tarefas mais simples não demandam tanto o executivo central, mas à medida que as tarefas vão ficando mais complexas, o executivo central surge como um fator de contribuição importante para as diferenças individuais no desempenho matemático (GEARY, 2011).

Outro aspecto importante a ser destacado se refere ao caso em que são consideradas conjuntamente memória de trabalho e habilidades numéricas. Quando isso ocorre, o valor de predição da memória de trabalho pode ser reduzido, visto que exercerá apenas efeito indireto no desempenho matemático. Assim, a memória de trabalho irá desempenhar um papel mais significativo como preditora das habilidades numéricas, que por sua vez irão mediar a relação entre memória de trabalho e o desempenho matemático geral (FUHS; HORNBERG; MCNEIL, 2016; PASSOLUNGI; LANFRANCHI, 2012). Percebe-se, com isso, que a memória de trabalho é uma habilidade cognitiva frequentemente demandada em tarefas matemáticas. Mesmo exercendo efeitos diretos ou indiretos, é uma habilidade que está envolvida no processo de aprendizagem e apresenta relação causal com o desempenho matemático.

1.2.5 Consciência Fonêmica

A consciência fonêmica é um dos subcomponentes que compõem a consciência fonológica, que se refere à “capacidade de focalizar os sons das palavras, dissociando-as de seu significado e de segmentar as palavras nos sons que as constituem” (SOARES, 2019, p. 166). A consciência fonológica é um construto composto por diferentes níveis que se especificam de acordo com o grau de conhecimento demandado, classificando-se em consciência lexical (consciência da palavra), consciência silábica (consciência da sílaba, rimas e aliterações) e consciência fonêmica. Esta última, por sua vez, se refere à habilidade de associar grafemas

(letras) e seus respectivos fonemas (sons), sendo considerada como o nível mais avançado da consciência fonológica e, portanto, essencial para uma escrita alfabética (GILLON, 2017; SOARES, 2019).

Estudos indicaram associação da consciência fonológica com habilidades matemáticas básicas, como recuperação de fatos aritméticos e problemas aritméticos (DE SMEDT; BOETS, 2010; HECHT *et al.*, 2001; SÁNCHEZ; MATILLA; ORRANTIA, 2017), e com transcodificação numérica (LOPES-SILVA *et al.*, 2014). A habilidade de transcodificação numérica, isto é, de manipular os números sabendo convertê-los de uma representação para outra é um dos primeiros passos na aprendizagem matemática das crianças e depende, dentre outras habilidades, da consciência fonológica (LOPES-SILVA *et al.*, 2014; MOURA *et al.*, 2013). Mais especificamente, as evidências sugerem que limitações na capacidade de processamento fonológico podem restringir a capacidade de transcodificação, particularmente no caso de números com mais dígitos (LOPES-SILVA *et al.*, 2014).

Além disso, a consciência fonológica também foi identificada como preditora de habilidades matemáticas, especificamente em cálculos aritméticos (HECHT *et al.*, 2001; SÁNCHEZ; MATILLA; ORRANTIA, 2017). Mais ainda, indica-se que conhecimentos básicos de aritmética e processamento de números nas representações verbais e arábicas são precursores importantes para a aprendizagem matemática posterior (MOELLER *et al.*, 2011), além de ser um indicador de dificuldades de aprendizagem matemática (MOURA *et al.*, 2015; MOURA *et al.*, 2013).

Cabe salientar, entretanto, que os estudos diferem na forma de considerar a habilidade de consciência fonológica. Alguns estudos avaliam de forma completa o processamento fonológico, que inclui memória fonológica, consciência fonológica e velocidade de processamento, porém discriminam em suas análises cada uma dessas habilidades (HECHT *et al.*, 2001; SÁNCHEZ; MATILLA; ORRANTIA, 2017), o que facilita a interpretação separada de cada uma delas para o desempenho matemático. Outros estudos, no entanto, consideraram apenas a habilidade de consciência fonológica, mas utilizando tarefas de níveis específicos, por exemplo na pesquisa de Simmons, Singleton e Horne (2008) foi utilizada apenas a tarefa de consciência silábica como representante de consciência fonológica, já em Lopes-Silva e colaboradores (2014) foi considerado somente o nível de consciência fonêmica. Igualmente, os achados dessas pesquisas indicam a importância e o valor de explicação significativo do processamento fonológico, consciência fonológica e, mais especificamente, da consciência fonêmica para o desempenho aritmético. Assim, como a consciência fonêmica é o nível mais avançado da consciência fonológica, entende-se que as tarefas desse nível sirvam como

representantes da qualidade de consciência fonológica das crianças. Portanto, nesta tese, considerou-se a consciência fonêmica como medida preditora do desempenho aritmético.

1.2.6 Compreensão Leitora

Para a aprendizagem matemática, as crianças têm que lidar com diversas informações e diferentes tipos de representações. A competência matemática baseia-se em várias habilidades cognitivas, o que faz com que sua aprendizagem seja complexa e demande estudos para esclarecer maneiras que possam auxiliar no desenvolvimento de sua aprendizagem e pensar em formas de ensino mais eficazes. Nesse sentido, a leitura e a compreensão das informações lidas (compreensão leitora) podem desempenhar um papel importante nessa aprendizagem. Convém definir, a partir de Connor e colaboradores (2014), que a compreensão leitora pode ser entendida como uma atividade complexa que exige do aluno a coordenação de processos cognitivos, incluindo processos linguísticos e específicos do texto, como a decodificação, e processos regulatórios. Esses processos se desenvolvem ao longo do tempo e são recíprocos e interativos uns com os outros (CONNOR *et al.*, 2014).

Estudos indicaram correlação da leitura com cálculos aritméticos (BERG, 2008; TRÄFF, 2013). Especificamente, um estudo, que investigou a contribuição de diferentes habilidades cognitivas e numéricas para a aprendizagem matemática das crianças, apontou a existência de correlação entre uma tarefa de leitura, envolvendo a compreensão leitora, e o desempenho em cálculos aritméticos, recuperação de fatos aritméticos e resolução de problemas matemáticos (TRÄFF, 2013). Mesmo que a leitura e a aritmética usem diferentes estruturas cognitivas e representações (por exemplo, letras e consciência fonológica; números e conhecimento numérico), o desempenho nessas duas áreas baseia-se em processos cognitivos semelhantes (BERG, 2008).

Nesse sentido, existem evidências de que a leitura de palavras e a compreensão leitora são explicativas do desempenho em aritmética, mais especificamente essas habilidades predizem o desempenho na recuperação de fatos aritméticos e em cálculos (ANDERSSON, 2008; WONG; HO, 2017). Essa importância da habilidade de leitura para o desempenho aritmético pode ser explicada pelo fato de compartilharem do mesmo componente de recuperação de informações da memória de longo prazo, bem como por ambas as habilidades demandarem da consciência fonológica para sua correta execução (WONG; HO, 2017). Além disso, os processos de recuperação e codificação das informações, como palavras e fatos

aritméticos, quando não bem desenvolvidos poderão ocasionar em baixo desempenho em leitura e aritmética (WONG; HO, 2017).

Consistente com essas relações e considerando a escassez de estudos relacionando a compreensão leitora com o desempenho aritmético, nesta pesquisa a compreensão leitora foi avaliada como uma das habilidades preditoras para verificar possíveis relações ou interações com o desempenho aritmético.

1.3 INTERVENÇÕES EM HABILIDADES PREDITORAS DO DESEMPENHO ARITMÉTICO

Estudos têm investigado que o baixo desempenho em habilidades matemáticas no início da vida escolar acarretam problemas de inserção social adequada na vida adulta (GROSS; HUDSON; PRICE, 2009; PARSONS; BYNNER, 2005; REYNA *et al.*, 2009). Esse fator, junto com a taxa alta de estudantes com baixo desempenho (BRASIL, 2020) ou com dificuldade na matemática (BASTOS *et al.*, 2016; FORTES *et al.*, 2016; GEARY, 2004), destaca a importância de se intervir o quanto antes na aprendizagem dos estudantes para melhorar habilidades acadêmicas básicas e reduzir dificuldades de aprendizagem futuras (PASSOLUNGHI; COSTA, 2016).

Nesse sentido, pesquisadores na área da cognição numérica estão dedicando esforços para elucidar as habilidades cognitivas envolvidas na aprendizagem matemática e que causam um melhor desempenho nessa área (ARAGÓN *et al.*, 2019; CHING; NUNES, 2017; GEARY, 2011; MALONE; BURGOYNE; HULME, 2019) para, com isso, indicar possibilidades de intervenção baseadas em evidências. Mesmo assim, ainda pouco se sabe sobre a influência de diferentes efeitos de intervenção focadas em aprimorar habilidades preditoras para, a partir disso, melhorar o desempenho matemático (PASSOLUNGHI; COSTA, 2016).

Nessa perspectiva, alguns estudos indicam que incentivar o desenvolvimento de habilidades numéricas iniciais desde os primeiros anos de escolarização são eficazes para melhorar o desempenho das crianças em habilidades matemáticas específicas e em aritmética (FUCHS *et al.*, 2013; KROESBERGEN; VAN LUIT, 2003; MONONEN *et al.*, 2014; NUNES *et al.*, 2007). No momento inicial da escolarização, isto é, considerando a Educação Infantil e o 1º ano, são desenvolvidos o senso numérico, a contagem e alguns princípios iniciais da aritmética (KROESBERGEN; VAN LUIT, 2003; NUNES; BRYANT, 1997). Intervenções com esse objetivo mostram efeitos positivos tanto para a aprendizagem das crianças especificamente nessas habilidades (ASSIS; CORSO, 2019; PASSOLUNGHI; COSTA, 2016)

como para o desempenho aritmético (NUNES *et al.*, 2007; STERNER; WOLFF; HELENIUS, 2020).

Nesse sentido, Assis e Corso (2019) avaliaram os efeitos de uma intervenção em contagem, de quatro sessões, realizada com alunos de 1º ano do Ensino Fundamental, os quais foram separados em grupo controle e experimental. Ambos os grupos apresentaram melhoras significativas em suas habilidades de contagem, entretanto o avanço no desempenho do grupo experimental foi maior. Esse resultado indica a eficácia de um programa de intervenção curto e focado no desenvolvimento de uma habilidade matemática específica e essencial para o desempenho aritmético, além de apresentar atividades de fácil aplicabilidade em sala de aula.

Ainda sobre o desenvolvimento de habilidades específicas, Passolunghi e Costa (2016) compararam os efeitos de dois tipos de intervenção em alunos no final do último ano da Educação Infantil. As intervenções foram organizadas em 10 sessões e os participantes foram separados em três grupos: intervenção em habilidades numéricas iniciais, que envolveram contagem, representação linear dos números, relações entre número e quantidade e comparação de quantidades; intervenção em memória de trabalho; e um grupo controle que permaneceu apenas com as atividades regulares de sala de aula. Os resultados indicaram melhoras significativas no desempenho em habilidades numéricas iniciais dos dois grupos que receberam intervenção em comparação ao grupo controle. A partir disso, conclui-se que intervenções focadas em promover habilidades específicas beneficiam os alunos no desenvolvimento das habilidades precursoras que são fundamentais para a aprendizagem escolar posterior, além de auxiliar na prevenção de dificuldades de aprendizagem nesse nível pré-escolar.

Da mesma forma, porém verificando os efeitos da intervenção no desempenho aritmético dos estudantes, Sterner e colaboradores (2020) investigaram os efeitos de uma intervenção em senso numérico – envolvendo padrões numéricos, comparações de magnitudes, contagem, estimativa e transformações numéricas – com crianças do último ano da Educação Infantil. Para isso, os alunos foram separados em grupos controle e experimental, porém foram os próprios professores das turmas que aplicaram o programa de intervenção com práticas diárias durante suas aulas durante 10 semanas. Os professores receberam treinamento e orientação prévios. No final das atividades, os alunos foram avaliados em um pós-teste que considerou, além do desempenho no senso numérico, habilidades matemáticas em resolução de problemas apresentados oralmente e em cálculos aritméticos de adição e subtração. Os resultados indicaram avanços tanto no senso numérico quanto nas habilidades matemáticas de todos os participantes, com o grupo experimental apresentando um desempenho significativamente melhor nessas habilidades. A partir disso, entende-se que intervenções

escolares feitas com instrução explícita e sistemática pelos próprios professores em suas turmas são eficazes para desenvolver o senso numérico, que por sua vez será necessário para o desempenho matemático futuro (JORDAN; GLUTTING; RAMINENI, 2010).

À medida que os alunos desenvolvem as habilidades matemáticas básicas, agrega-se o desafio de melhorar sua capacidade de aplicar esses conhecimentos numéricos em situações de resolução de problema (FLETCHER *et al.*, 2009). Em relação a isso, Nunes e colaboradores (2007) conduziram uma intervenção em crianças de 6 anos de idade durante 12 semanas. Dois grupos foram formados: o grupo controle recebeu apenas o ensino regular da escola; enquanto o grupo experimental participou de atividades focadas no desenvolvimento do raciocínio quantitativo, envolvendo composição aditiva, relação inversa entre adição e subtração e correspondências. Os resultados mostraram que o grupo experimental obteve desempenho significativamente melhor tanto na avaliação de desempenho matemático, que envolveu resolução de problemas aritméticos, quanto na avaliação padronizada nacional realizada pela própria escola. Com esse estudo, atenta-se para o fato de que a compreensão da relação entre as quantidades melhorou a aprendizagem matemática das crianças, mostrando também efeitos de transferência para testes de desempenho matemático geral. Isso sugere que o desenvolvimento do raciocínio quantitativo irá auxiliar na assimilação do ensino de matemática regular recebido na escola (NUNES *et al.*, 2007).

Assim, percebe-se a importância de intervenções focadas nas habilidades preditoras do desempenho aritmético para o desenvolvimento do conhecimento matemático dos estudantes, além de guiarem e enriquecerem a prática docente por meio de evidências. Os resultados dos estudos descritos estão de acordo com uma revisão sistemática sobre o assunto que indicou que intervenções em habilidades numéricas iniciais podem ser promovidas de forma satisfatória com toda a turma, mesmo que as atividades sejam realizadas de forma individual ou em pequenos grupos em sala de aula, pois os alunos aproveitam mais a instrução conjunta com os demais colegas (MONONEN *et al.*, 2014).

Esses resultados também corroboram a meta-análise realizada por Kroesbergen e Van Luit (2003), na qual foram incluídos estudos de intervenção em matemática para estudantes com dificuldades de aprendizagem. Essa pesquisa mostrou que a maioria dos estudos analisados consideram intervenções em habilidades matemáticas básicas (KROESBERGEN; VAN LUIT, 2003), que é um domínio amplo, mas essencial para o desenvolvimento matemático posterior dos estudantes (KISS; NELSON; CHRIST, 2019; MALONE; BURGOYNE; HULME, 2019). Além disso, esse estudo indicou que intervenções com instrução direta produzem maiores efeitos para o desempenho dos alunos, bem como o tempo de duração das intervenções também

influencia: intervenções curtas são mais eficazes, pois normalmente desenvolvem apenas um conceito, enquanto intervenções mais longas tendem a abranger mais conceitos matemáticos em sua programação. Para alunos com mais tempo de escolarização ou que já apresentem dificuldades matemáticas, as orientações de explicações explícitas e o uso de representações pictóricas ou concretas são efetivas para remediação dessas dificuldades (FLETCHER *et al.*, 2009). Por meio da instrução explícita podem ser abordadas habilidades conceituais e procedimentais da matemática, o que beneficia alunos com desempenho típico e atípico (FLETCHER *et al.*, 2009).

Destaca-se, com isso, a importância de se realizar intervenções baseadas em evidências, pois, assim, é possível manter um monitoramento do progresso dos alunos para, a partir disso, orientar de que forma pode ser amparada a aprendizagem matemática das crianças (MONONEN *et al.*, 2014). Entretanto, mais evidências são necessárias sobre programas de intervenção envolvendo as habilidades preditoras do desempenho aritmético, mas pensados para alunos de anos escolares mais avançados.

1.4 MÉTODO DA PESQUISA

Como já referido anteriormente, esta pesquisa inclui três estudos: o primeiro de revisão sistemática da literatura sobre o tema central desta tese; o segundo de avaliação das habilidades cognitivas preditoras do desempenho aritmético e o terceiro de intervenção em raciocínio quantitativo. Para isso, os estudos seguiram o método quantitativo para tratamento dos dados e interpretação dos resultados. O estudo de avaliação das habilidades cognitivas considerou estudantes de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental, os quais também participaram no estudo de intervenção. Porém, ao realizar as atividades da intervenção, os estudantes estavam nos 4º e 5º anos, pois houve um intervalo de aproximadamente um ano entre os dois estudos. Os 3º e 4º anos foram escolhidos por estarem entre o final do primeiro ciclo de alfabetização e início do segundo ciclo escolar, momento no qual espera-se que esses alunos já estejam alfabetizados. Outro motivo dessa escolha foi por esses alunos já estarem inseridos há mais tempo no contexto escolar, pois as habilidades avaliadas são influenciadas pela escolarização e algumas delas requerem um ensino formal da matemática.

Os objetivos principais desses estudos são: verificar na literatura o que já se sabe sobre as habilidades cognitivas precursoras do desempenho matemático, identificar quais das habilidades selecionadas melhor predizem o desempenho aritmético na realidade brasileira e

verificar os efeitos de uma intervenção em raciocínio quantitativo no desempenho aritmético dos estudantes.

Para nortear a pesquisa, algumas questões são relevantes:

- a) Quais são as habilidades cognitivas mais frequentemente relatadas como preditoras do desempenho aritmético de estudantes dos Anos Iniciais?
- b) Na realidade brasileira, quais das habilidades cognitivas selecionadas melhor predizem o desempenho aritmético dos estudantes de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental?
- c) Uma intervenção focada no desenvolvimento do raciocínio quantitativo é eficaz para melhorar o desempenho aritmético dos estudantes de 4º e 5º anos?

Levanta-se como hipótese que as habilidades consideradas apresentem valor explicativo do desempenho aritmético, como já apontado em estudos anteriores (ANDERSSON, 2008; GILMORE *et al.*, 2018; HABERMANN *et al.*, 2020; NUNES *et al.*, 2007; PASSOLUNGI; VERCELLONI; SCHADEE, 2007; SÁNCHEZ; MATILLA; ORRANTIA, 2017). Em relação ao estudo interventivo, espera-se que o programa de intervenção seja eficaz, apresentando melhoras de desempenho para os estudantes, conforme estudo prévio (NUNES *et al.*, 2007)

Como cada estudo apresenta um método específico de coleta e tratamento dos dados, mais detalhes da condução de cada um, bem como a seleção da amostra e instrumentos utilizados são descritos nos capítulos destinados para cada estudo. Espera-se, com a realização dessa pesquisa, oportunizar às crianças possibilidades de obterem melhores desempenhos, assim como de proporcionar à comunidade acadêmica e escolar indicações de intervenções e de habilidades cognitivas importantes para o desenvolvimento matemático das crianças.

REFERÊNCIAS

ANDERSSON, U. Working memory as a predictor of written arithmetical skills in children: The importance of central executive functions. **British Journal of Educational Psychology**, Wiley Online Library: Hoboken, EUA, v. 78, n. 2, p. 181–203, 2008.

ANDERSSON, U.; LYXELL, B. Working memory deficit in children with mathematical difficulties: A general or specific deficit? **Journal of Experimental Child Psychology**, Elsevier: Amsterdã, Holanda, v. 96, n. 3, p. 197–228, 2007.

ARAGÓN, E. *et al.* Individual differences in general and specific cognitive precursors in early mathematical learning. **Psicothema**, Astúrias, Espanha, v. 31, n. 2, p. 156–162, 2019.

ASHCRAFT, M. H.; MOORE, A. M. Cognitive processes of numerical estimation in children. **Journal of Experimental Child Psychology**, Elsevier: Amsterdã, Holanda, v. 111, n. 2, p. 246–267, 2012.

ASSIS, É. F. de; CORSO, L. V. Intervenção em princípios de contagem com alunos de 1º ano do Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, [s. l.], v. 100, n. 256, p. 733–751, 2019.

BADDELEY, A. Memória de Trabalho. *In*: BADDELEY, A.; ANDERSON, M. C.; EYSENCK, M. W. (org.). **Memória**. Artmed: Porto Alegre, 2011.

BADDELEY, A. The episodic buffer: A new component of working memory? **Trends in Cognitive Sciences**, [s. l.], v. 4, n. 11, p. 417–423, 2000.

BASTOS, J. A. *et al.* The prevalence of developmental dyscalculia in Brazilian public school system. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, Academia Brasileira de Neurologia – ABNEURO: São Paulo, v. 74, n. 3, p. 201–206, 2016.

BERG, D. H. Working memory and arithmetic calculation in children: The contributory roles of processing speed, short-term memory, and reading. **Journal of Experimental Child Psychology**, Elsevier: Amsterdã, Holanda, v. 99, n. 4, p. 288–308, 2008.

BOOTH, J. L.; SIEGLER, R. S. Numerical Magnitude Representations Influence Arithmetic Learning. **Child Development**, Wiley Online Library: Hoboken, EUA, v. 79, n. 4, p. 1016–1031, 2008.

BRASIL. **Base Nacional Comum (BNCC)**. Ministério da Educação (MEC), Brasília, 600 p., 2018. doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004.

BRASIL. **Relatório Brasil no PISA 2018**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2020. ISSN 1098-6596.v. 53. *E-book*.

CHING, B. H.-H.; NUNES, T. The Importance of Additive Reasoning in Children’s Mathematical Achievement: A Longitudinal Study. **Journal of Educational Psychology**, APA: Washington, EUA, v. 109, n. 4, p. 477-508, 2017.

CONNOR, C. M. *et al.* Comprehension tools for teachers: Reading for understanding from prekindergarten through fourth grade. **Educational Psychology Review**, Springer: Berlim, Alemanha, v. 26, p. 379–401, 2014.

CORSO, L. V. **Dificuldades na leitura e na matemática**: um estudo dos processos cognitivos em alunos de 3ª a 6ª série do Ensino Fundamental. 2008. 2018 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

DE SMEDT, B.; BOETS, B. Phonological processing and arithmetic fact retrieval: Evidence from developmental dyslexia. **Neuropsychologia**, Elsevier: Amsterdã, Holanda, v. 48, n. 14, p. 3973–3981, 2010.

DECKER, S. L.; ROBERTS, A. M. Specific cognitive predictors of early math problem solving. **Psychology in the Schools**, Wiley Online Library: Hoboken, EUA, v. 52, n. 5, p. 477–488, 2015.

DORNELES, B. V. Latin America. *In*: FRITZ, A.; HAASE, V. G.; RÄSÄNEN, P. (org.). **International Handbook of Mathematical Learning Difficulties From the Laboratory to**

the Classroom. 1. ed. New York: Springer International Publishing, 2018.

DOWKER, A. **Individual Differences in Arithmetic Implications for Psychology, Neuroscience and Education**. Londres: Psychology Press, 2005.

FLETCHER, J. M. *et al.* **Transtornos de aprendizagem da identificação à intervenção**, 1ª ed., 2009.

FORTES, I. S. *et al.* 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. **European Child & Adolescent Psychiatry**, Springer: Berlim, Alemanha, v. 25, n. 2, p. 195–207, 2016.

FRISO-VAN DEN BOS, I. *et al.* Longitudinal development of number line estimation and mathematics performance in primary school children. **Journal of Experimental Child Psychology**, Elsevier: Amsterdã, Holanda, v. 134, p. 12–29, 2015.

FUCHS, L. S. *et al.* Effects of First-Grade Number Knowledge Tutoring With Contrasting Forms of Practice. **Journal of Educational Psychology**, APA: Washington, EUA, v. 105, n. 1, p. 58–77, 2013.

FUCHS, L. S. *et al.* Sources of Individual Differences in Emerging Competence with Numeration Understanding versus Multidigit Calculation Skill. **Journal of Educational Psychology**, APA: Washington, EUA, v. 106, n. 2, p. 482–498, 2014.

FUHS, M. W.; HORNBERG, C. B.; MCNEIL, N. M. Specific early number skills mediate the association between executive functioning skills and mathematics achievement. **Developmental Psychology**, APA: Washington, EUA, v. 52, n. 8, p. 1217–1235, 2016.

GATHERCOLE, S. E.; ALLOWAY, T. P. Working memory and classroom learning. **Dyslexia Review**, [s. l.], v. 17, p. 1–41, 2004.

GEARY, D. C. Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: A 5-year longitudinal study. **Developmental Psychology**, APA: Washington, EUA, v. 47, n. 6, p. 1539–1552, 2011.

GEARY, D. C. From infancy to adulthood: the development of numerical abilities. **European Child & Adolescent Psychiatry**, Springer: Berlim, Alemanha, v. 9, n. II, p. 11–16, 2000.

GEARY, D. C. Mathematics and Learning Disabilities. **Journal of Learning Disabilities**, SAGE Publications: Thousand Oaks, EUA, v. 37, n. 1, p. 4–15, 2004.

GEARY, D. C.; HAMSON, C. O.; HOARD, M. K. Numerical and Arithmetical Cognition: A Longitudinal Study of Process and Concept Deficits in Children with Learning Disability. **Journal of Experimental Child Psychology**, Elsevier: Amsterdã, Holanda, v. 77, n. 3, p. 236–263, 2000.

GEARY, D. C.; HOARD, M. K.; HAMSON, C. O. Numerical and Arithmetical Cognition: Patterns of Functions and Deficits in Children at Risk for a Mathematical Disability. **Journal of Experimental Child Psychology**, Elsevier: Amsterdã, Holanda, v. 74, n. 3, p. 213–239,

1999.

GILLIGAN, K. A.; FLOURI, E.; FARRAN, E. K. The contribution of spatial ability to mathematics achievement in middle childhood. **Journal of Experimental Child Psychology**, Elsevier: Amsterdã, Holanda, v. 163, p. 107–125, 2017.

GILLON, G. T. **Phonological Awareness, Second Edition: From Research to Practice**. 2. ed. Nova Iorque: Guilford Publications, 2017.

GILMORE, C. *et al.* Understanding arithmetic concepts: The role of domain-specific and domain-general skills. **PLoS ONE**, PLOS: São Francisco, EUA, v. 13, n. 9, p. 1–20, 2018.

GILMORE, C.; GÖBEL, S. M.; INGLIS, M. **An Introduction to Mathematical Cognition**. 2. ed. Abingdon, Oxon: Nova Iorque: Routledge, 2018.

GIMBERT, F. *et al.* What predicts mathematics achievement? Developmental change in 5- and 7-year-old children. **Journal of Experimental Child Psychology**, Elsevier: Amsterdã, Holanda, v. 178, p. 104–120, 2019.

GROSS, J.; HUDSON, C.; PRICE, D. The long term costs of numeracy difficulties. **The Long Term Costs of Numeracy Difficulties**, [s. l.], Every Child a Chance Trust and KPMG, 2009.

HABERMANN, S. *et al.* The critical role of Arabic numeral knowledge as a longitudinal predictor of arithmetic development. **Journal of Experimental Child Psychology**, Elsevier: Amsterdã, Holanda, v. 193, n. 2020, p. 104794, 2020.

HECHT, S. A. *et al.* The relations between phonological processing abilities and emerging individual differences in mathematical computation skills: A longitudinal study from second to fifth grades. **Journal of Experimental Child Psychology**, Elsevier: Amsterdã, Holanda, v. 79, n. 2, p. 192–227, 2001.

JORDAN, N. C.; GLUTTING, J.; RAMINENI, C. The Importance of Number Sense to Mathematics Achievement in First and Third Grades. **Learning and Individual Differences**, Elsevier: Amsterdã, Holanda, v. 20, n. 2, p. 82-88, 2010.

KISS, A. J.; NELSON, G.; CHRIST, T. J. Predicting Third-Grade Mathematics Achievement: A Longitudinal Investigation of the Role of Early Numeracy Skills. **Learning Disability Quarterly**, SAGE Publications: Thousand Oaks, EUA, v. 42, n. 3, p. 161–174, 2019.

KROESBERGEN, E. H.; VAN LUIT, J. E. H. Mathematics Interventions for Children with Special Educational Needs: A Meta-Analysis. **Remedial and Special Education**, SAGE Publications: Thousand Oaks, EUA, v. 24, n. 2, p. 97–114, 2003.

LASKI, E. V.; SIEGLER, R. S. Is 27 a big number? correlational and causal connections among numerical categorization, number line estimation, and numerical magnitude comparison. **Child Development**, Wiley Online Library: Hoboken, EUA, v. 78, n. 6, p. 1723–1743, 2007.

LEFEVRE, J.-A. *et al.* Pathways to mathematics: Longitudinal predictors of performance.

- Child Development**, Wiley Online Library: Hoboken, EUA, v. 82, n. 6, p. 1753-1767, 2010.
- LINK, T.; NUERK, H. C.; MOELLER, K. On the relation between the mental number line and arithmetic competencies. **Quarterly Journal of Experimental Psychology**, SAGE Publications: Thousand Oaks, EUA, v. 67, n. 8, p. 1597–1613, 2014.
- LOPES-SILVA, J. B. *et al.* Phonemic awareness as a pathway to number transcoding. **Frontiers in Psychology**, Frontiers: Lausanne, Suíça, v. 5, n. JAN, p. 1–9, 2014.
- MALONE, S. A.; BURGOYNE, K.; HULME, C. Number knowledge and the approximate number system are two critical foundations for early arithmetic development. **Journal of Educational Psychology**, APA: Washington, EUA, 2019.
- MOELLER, K. *et al.* Early place-value understanding as a precursor for later arithmetic performance—A longitudinal study on numerical development. **Research in Developmental Disabilities**, Elsevier: Amsterdã, Holanda, v. 32, n. 5, p. 1837–1851, 2011.
- MONONEN, R. *et al.* A Review of Early Numeracy Interventions for Children at Risk in Mathematics. **International Journal of Early Childhood Special Education**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 25–54, 2014.
- MOORE, A. M.; ASHCRAFT, M. H. Children’s mathematical performance: Five cognitive tasks across five grades. **Journal of Experimental Child Psychology**, Elsevier: Amsterdã, Holanda, v. 135, p. 1–24, 2015.
- MOURA, R. *et al.* From “Five” to 5 for 5 Minutes: Arabic Number Transcoding as a Short, Specific, and Sensitive Screening Tool for Mathematics Learning Difficulties. **Archives of Clinical Neuropsychology**, Oxford University Press: Oxford, Inglaterra, v. 30, n. 1, p. 88–98, 2015.
- MOURA, Ricardo *et al.* Transcoding abilities in typical and atypical mathematics achievers: The role of working memory and procedural and lexical competencies. **Journal of Experimental Child Psychology**, Elsevier: Amsterdã, Holanda, v. 116, n. 3, p. 707–727, 2013.
- NOBRE, A. de P. *et al.* Tasks for assessment of the episodic buffer: a systematic review. **Psychology & Neuroscience**, APA: Washington, EUA, v. 6, n. 3, p. 331–343, 2013.
- NOGUES, C. P.; DORNELES, B. V. Desempenho em Estimativa Numérica de um Grupo de Alunos de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental. **Bolema**, Campinas, SP, v. 32, n. 60, p. 156–171, 2018.
- NUERK, H.-C. *et al.* Extending the Mental Number Line - A review of multi-digit number processing. **Journal of Psychology (Zeitschrift für Psychologie)**, Hogrefe: Boston, EUA, v. 219, n. 1, p. 3–22, 2011.
- NUNES, T. *et al.* **Development of maths capabilities and confidence in primary school**. No. Researed. London: Department of Children, Schools and Families, 2009. *E-book*.
- NUNES, T. *et al.* Teaching and Learning About Whole Numbers in Primary School. *In:*

ICME-13 TOPICAL SURVEYS. Springer Oed: Hamburg, Alemanha, 2016.

NUNES, T. *et al.* The contribution of logical reasoning to the learning of mathematics in primary school. **British Journal of Developmental Psychology**, Wiley Online Library: Hoboken, EUA, v. 25, n. 1, p. 147–166, 2007.

NUNES, T. *et al.* The Relative Importance of Two Different Mathematical Abilities to Mathematical Achievement. **British Journal of Educational Psychology**, Wiley Online Library: Hoboken, EUA, v. 82, n. 1, p. 136-156, 2012.

NUNES, T.; BRYANT, P. **Crianças fazendo matemática**. Artmed: Porto Alegre, 1997.

NUNES, T.; BRYANT, P. The Development of Mathematical Reasoning. **Handbook of Child Psychology and Developmental Science**, Wiley Online Library: Hoboken, EUA, p. 1–48, 2015.

OECD. Country Note - Brazil - Results from PISA 2015. **OECD**, p. 13, 2016.

PARSONS, S.; BYNNER, J. Does Numeracy Matter More ? **National Research and Development Centre for Adult Literacy and Numeracy**, UCL Institute of Education: Londres, Inglaterra, p. 1–37, 2005.

PASSOLUNGHI, M. C.; VERCELLONI, B.; SCHADEE, H. The precursors of mathematics learning: Working memory, phonological ability and numerical competence. **Cognitive Development**, Elsevier: Amsterdã, Holanda, v. 22, n. 2, p. 165–184, 2007.

PASSOLUNGHI, M. C.; COSTA, H. M. Working memory and early numeracy training in preschool children. **Child Neuropsychology**, Taylor & Francis Group: Abingdon, Reino Unido, v. 22, n. 1, p. 81–98, 2016.

PASSOLUNGHI, M. C.; LANFRANCHI, S. Domain-specific and domain-general precursors of mathematical achievement: A longitudinal study from kindergarten to first grade. **British Journal of Educational Psychology**, Wiley Online Library: Hoboken, EUA, v. 82, n. 1, p. 42–63, 2012.

RAGHUBAR, K. P.; BARNES, M. A.; HECHT, S. A. Working memory and mathematics: A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches. **Learning and Individual Differences**, Elsevier: Amsterdã, Holanda, v. 20, n. 2, p. 110–122, 2010.

REYNA, V. F. *et al.* How Numeracy Influences Risk Comprehension and Medical Decision Making. **Psychological Bulletin**, APA: Washington, EUA, v. 135, n. 6, p. 943–973, 2009.

SÁNCHEZ, R.; MATILLA, L.; ORRANTIA, J. Relaciones entre procesamiento fonológico y diferencias individuales en ejecución matemática: un estudio longitudinal. Resumen. *In: II Congreso Internacional Virtual sobre La Educación en el Siglo XXI*, n. 2, 2017/[S. l.]. **Anais [...]**, p. 432–442.

SASANGUIE, D.; VAN DEN BUSSCHE, E.; REYNVOET, B. Predictors for Mathematics Achievement? Evidence from a Longitudinal Study. **Mind, Brain, and Education**, Wiley Online Library: Hoboken, EUA, v. 6, n. 3, p. 119-128, 2012.

SIEGLER, R.; BOOTH, J. Development of numerical estimation in young children. **Child development**, Wiley Online Library: Hoboken, EUA, v. 75, n. 2, p. 428–444, 2004.

SIEGLER, R. S.; THOMPSON, C. A.; OPFER, J. E. The logarithmic-to-linear shift: One learning sequence, many tasks, many time scales. **Mind, Brain, and Education**, Wiley Online Library: Hoboken, EUA, v. 3, n. 3, p. 143–150, 2009.

SIMMONS, F.; SINGLETON, C.; HORNE, J. Brief report - Phonological awareness and visual-spatial sketchpad functioning predict early arithmetic attainment: Evidence from a longitudinal study. **European Journal of Cognitive Psychology**, Taylor & Francis Group: Abingdon, Reino Unido, v. 20, n. 4, p. 711–722, 2008.

SOARES, M. **Alfabetização: a questão dos métodos**. 1. ed., 3ª reimpressão. São Paulo: Contexto, 2019.

STERNER, G.; WOLFF, U.; HELENIUS, O. Reasoning about Representations: Effects of an Early Math Intervention. **Scandinavian Journal of Educational Research**, Taylor & Francis Group: Abingdon, Reino Unido, v. 64, n. 5, p. 782–800, 2020.

TOLL, S. W. M. *et al.* Executive functions as predictors of math learning disabilities. **Journal of Learning Disabilities**, SAGE Publications: Thousand Oaks, EUA, v. 44, n. 6, p. 521–532, 2011.

TRÄFF, U. The contribution of general cognitive abilities and number abilities to different aspects of mathematics in children. **Journal of Experimental Child Psychology**, Elsevier: Amsterdã, Holanda, v. 116, n. 2, p. 139–156, 2013.

WONG, T. T.-Y.; HO, C. S.-H. Component Processes in Arithmetic Word-Problem Solving and Their Correlates. **Journal of Educational Psychology**, APA: Washinton, EUA, v. 109, n. 4, p. 520-531, 2017.

XENIDOU-DERVOU, I. *et al.* Cognitive predictors of children's development in mathematics achievement: A latent growth modeling approach. **Developmental Science**, Wiley Online Library: Hoboken, EUA, v. 21, n. 6, p. 1–14, 2018.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aprendizagem da matemática envolve diversos processos cognitivos que, quando conhecidos, permitem tanto o diagnóstico efetivo das habilidades matemáticas do aluno quanto a elaboração de programas de intervenção que visem prevenir ou remediar as dificuldades nessa área do conhecimento. Dentro do campo de pesquisa da psicologia cognitiva, muitas evidências estão sendo encontradas sobre as habilidades cognitivas subjacentes ao desenvolvimento do conhecimento numérico e, mais do que isso, habilidades que influenciam o bom desempenho em matemática.

Nesse sentido, a presente tese de doutorado se propôs reunir tais evidências de forma sistemática, avaliar as habilidades explicativas do desempenho aritmético, bem como investigar os efeitos de uma intervenção em raciocínio quantitativo com estudantes dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. A intenção maior foi de realizar estudos complementares que permitissem uma compreensão abrangente sobre o assunto de habilidades cognitivas como precursoras do desempenho aritmético. Para isso, três estudos foram conduzidos e os resultados principais são discutidos na sequência.

O primeiro estudo teve como objetivo realizar uma revisão sistemática da literatura sobre as habilidades cognitivas precursoras do desempenho aritmético de estudantes de Educação Infantil até 5º ano. A partir da síntese dos artigos incluídos na análise, destaca-se o aumento de publicações nesse assunto na última década. Também se sublinha que prevaleceram estudos longitudinais e com amostras da Educação Infantil. Dentre as habilidades cognitivas, as mais frequentemente indicadas como preditoras do desempenho matemático e que prevaleceram em todos os anos escolares, da Educação Infantil até 5º ano, foram nível intelectual, memória de trabalho, estimativa numérica, contagem e habilidades numéricas iniciais (comparação de quantidades, transcodificação numérica e senso numérico). Vale ressaltar que estudos de diferentes países obtiveram resultados semelhantes ao mostrar algumas habilidades em comum como preditoras do desempenho matemático. Isso permite pensar que independentemente da língua falada, de fatores culturais e socioeconômicos, as mesmas habilidades influenciam o desempenho matemático dos alunos.

Para investigar o assunto em uma realidade brasileira, foi conduzido o segundo estudo apresentado nesta tese, no qual foram avaliadas habilidades de domínio geral e específico como preditoras do desempenho aritmético de alunos de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental. Os achados indicam que consciência fonêmica, transcodificação numérica e raciocínio quantitativo foram as habilidades preditoras do desempenho aritmético. Isso converge com estudos

anteriores que mostraram a consciência fonológica, em que se insere a consciência fonêmica, como explicativa da realização em cálculos aritméticos simples (HABERMANN *et al.*, 2020; HECHT *et al.*, 2001), juntamente com a habilidade de transcodificação numérica indicada como essencial para o desenvolvimento de habilidades aritméticas posteriores. A explicação do raciocínio quantitativo para o desempenho matemático, incluindo cálculos e resolução de problemas simples, também já foi apontada anteriormente (CHING; NUNES, 2017; NUNES *et al.*, 2007), o que respalda os achados do presente trabalho e reforça sua influência para o desempenho aritmético por meio da compreensão das relações entre quantidades. Quando observada com mais detalhes a relação entre essas três medidas e a proficiência em aritmética, percebeu-se que a transcodificação numérica é mediadora da relação da consciência fonêmica e do raciocínio quantitativo com o desempenho aritmético. Ou seja, a habilidade de identificar e escrever os números, passando de um formato verbal (número falado) para um formato arábico (número escrito), requer a consciência fonológica para sua compreensão e correta transcodificação, corroborando estudos que indicam a relação entre consciência fonológica e transcodificação numérica (LOPES-SILVA *et al.*, 2014, 2016). Ao mesmo tempo, durante a realização de cálculos apresentados oralmente, como foi o caso do raciocínio quantitativo nesta pesquisa, a transcodificação numérica também será exigida para o reconhecimento das quantidades envolvidas e escrita apropriada dos números no cálculo, auxiliando na identificação das relações estabelecidas entre as quantidades (raciocínio quantitativo) e, conseqüentemente, na execução adequada das tarefas aritméticas.

Com base nos resultados desse segundo estudo, foi selecionada uma das habilidades predictoras investigadas para conduzir uma intervenção com os mesmos estudantes do estudo anterior, que no momento das atividades já estavam nos 4º e 5º anos do Ensino Fundamental. A partir da análise dos efeitos de uma intervenção em raciocínio quantitativo no desempenho aritmético dos estudantes, observou-se que os desempenhos dos grupos experimental e controle não diferiram significativamente entre si. Entretanto, o grupo experimental apresentou um avanço estatisticamente significativo do pré para o pós-teste e esse aumento no desempenho foi mais evidente entre os alunos de 5º ano. Os resultados dessa intervenção divergem de estudos anteriores que indicaram que um programa de atividades voltado para o desenvolvimento do raciocínio quantitativo é eficaz para melhorar o desempenho dos estudantes inclusive em testes padronizados de desempenho matemático (NUNES *et al.*, 2007; SPERAFICO *et al.*, 2019). No entanto, considera-se que a quantidade de sessões foi pequena para abranger todos os conteúdos abordados, o que pode ter influenciado no melhor aproveitamento das atividades por parte dos alunos.

Não obstante, convém mencionar que as limitações de cada estudo já foram apontadas em seus respectivos capítulos, entretanto duas limitações gerais desta pesquisa ainda são referidas. Como primeira limitação, atenta-se para o fato de que o segundo estudo apresentado, o estudo de avaliação das habilidades preditoras, foi realizado antes da revisão sistemática. Isso ocorreu devido à coleta de dados ser compartilhada com outro estudo também pertencente ao projeto mais amplo citado na introdução desta tese. Portanto, a escolha das habilidades se deu de forma prévia aos resultados da revisão sistemática, mesmo assim, essa seleção esteve de acordo com a síntese da literatura, uma vez que foram consideradas habilidades de domínio específico e geral comumente avaliadas em outros estudos – transcodificação numérica como representante de habilidades numéricas iniciais, estimativa numérica e memória de trabalho –, bem como habilidades com resultados controversos ou escassos – raciocínio quantitativo, compreensão leitora e consciência fonêmica como representante da consciência fonológica.

Outra limitação é em relação ao estudo de intervenção, terceiro estudo apresentado nesta tese, no qual foi considerada somente uma das habilidades indicadas como preditoras no estudo anterior. Essa escolha se deu por conta da quantidade de crianças participantes e pelo tempo disponibilizado pela escola para finalização das atividades da pesquisa. Apesar disso, os resultados do estudo sugerem maneiras de enriquecer a prática pedagógica com recursos simples, enfatizando a eficácia da instrução explícita e da estimulação do raciocínio quantitativo por meio da socialização das estratégias de solução entre os colegas.

Esta pesquisa evidencia habilidades cognitivas preditoras do desempenho aritmético por meio de três vias, pela teórica, seguida da avaliativa e confirmada pela interventiva. Até onde se tem conhecimento, esta é a primeira pesquisa brasileira nesse assunto e com essa abordagem. Os achados, em parte, corroboram estudos prévios na área e contribuem para a comunidade científica ao trazerem novos dados acerca do desenvolvimento aritmético dos estudantes de Anos Iniciais. No entanto, o estudo de revisão sistemática indicou alguns fatores que podem influenciar resultados e interpretações de pesquisas na área. Um deles se refere às diferentes definições sobre um mesmo conceito, como memória de trabalho, senso numérico e o próprio desempenho matemático, que em alguns estudos é considerado somente como cálculos aritméticos e em outros como um desempenho geral de matemática, incluindo outros conceitos além das quatro operações matemáticas. A falta de instrumentos de avaliação padronizados também é outro fator que influencia nas pesquisas. Existem diversos instrumentos para avaliar uma mesma habilidade e poucos são normatizados, o que pode ocasionar diferenças nos resultados, além de dificultar comparações diretas entre os estudos.

A aproximação, ainda insuficiente, entre as pesquisas e a prática escolar é mais um fator preocupante na área. Uma tentativa de transferir as evidências científicas para a prática em sala de aula pode ser por meio da adequação e do compartilhamento de conceitos e vocabulário entre os dois âmbitos (SIMPLICIO *et al.*, 2020). Esse caminho de aproximação pode ser feito pelas duas vias: tanto a pesquisa tem de ser realizada de forma mais adequada ao cotidiano escolar, levando em consideração também fatores ambientais e não cognitivos; assim como esse movimento também tem que partir dos profissionais da educação, ao inserir as indicações das pesquisas em suas práticas (SIMPLICIO *et al.*, 2020). Assim, esse compartilhamento de necessidades entre teoria e prática, caracterizam a interdisciplinaridade das pesquisas, o que possibilita a colaboração entre ambos.

Por fim, esta tese construída por meio de estudos complementares contribui para a comunidade científica pela sistematização de evidências, o que facilita a consulta no assunto abordado por parte dos pesquisadores e professores. Além de indicar de forma concisa as habilidades cognitivas, tanto de domínio geral quanto de domínio específico, que são precursoras do desempenho matemático e que são apontadas frequentemente na literatura. Por meio disso, é possível fortalecer o planejamento de intervenções baseadas em evidências, além de auxiliar na avaliação da aprendizagem ao indicar como possibilidade a inclusão dessas habilidades no diagnóstico. Mais ainda, confirma-se a importância de algumas habilidades no desenvolvimento aritmético de estudantes brasileiros, sugerindo-se, com isso, a inserção de tais habilidades no ensino escolar para favorecer a assimilação dos conceitos numéricos trabalhados na escola e, conseqüentemente, desenvolver a aprendizagem matemática de forma a viabilizar o sucesso matemático dos estudantes.

REFERÊNCIAS

CHING, B. H.-H.; NUNES, T. The Importance of Additive Reasoning in Children's Mathematical Achievement: A Longitudinal Study. **Journal of Educational Psychology**, APA: Washington, EUA, v. 190, n. 4, p. 477-508, 20117.

HABERMANN, S. *et al.* The critical role of Arabic numeral knowledge as a longitudinal predictor of arithmetic development. **Journal of Experimental Child Psychology**, Elsevier: Amsterdã, Holanda, v. 193, n. 2020, p. 104794, 2020.

HECHT, S. A. *et al.* The relations between phonological processing abilities and emerging individual differences in mathematical computation skills: A longitudinal study from second to fifth grades. **Journal of Experimental Child Psychology**, Elsevier: Amsterdã, Holanda, v. 79, n. 2, p. 192-227, 2001.

LOPES-SILVA, J. B. *et al.* Phonemic awareness as a pathway to number transcoding. **Frontiers in Psychology**, Frontiers: Lausanne, Suíça, v. 5, n. jan., p. 1–9, 2014.

LOPES-SILVA, J. B. *et al.* What Is Specific and What Is Shared Between Numbers and Words? **Frontiers in Psychology**, Frontiers: Lausanne, Suíça, v. 7, n. fev., p. 1–9, 2016.



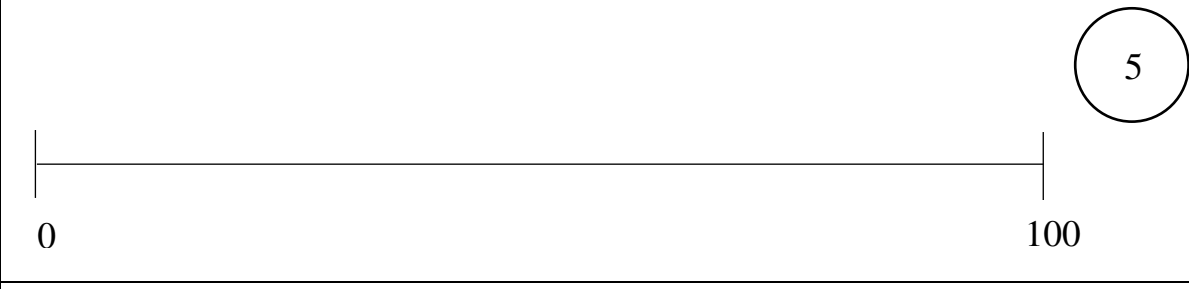
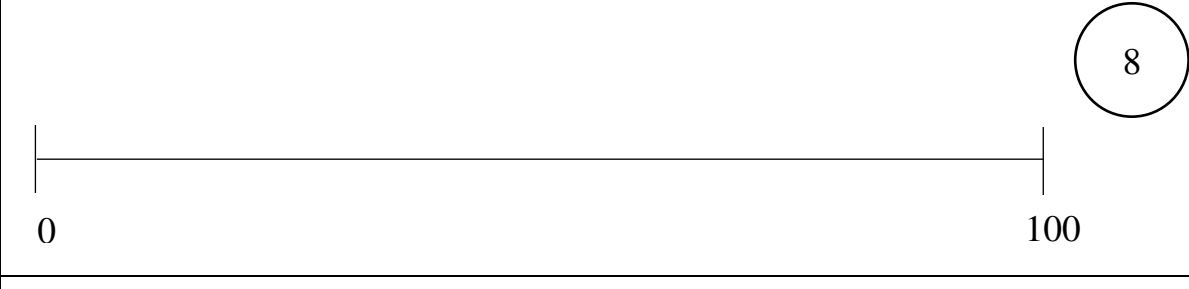
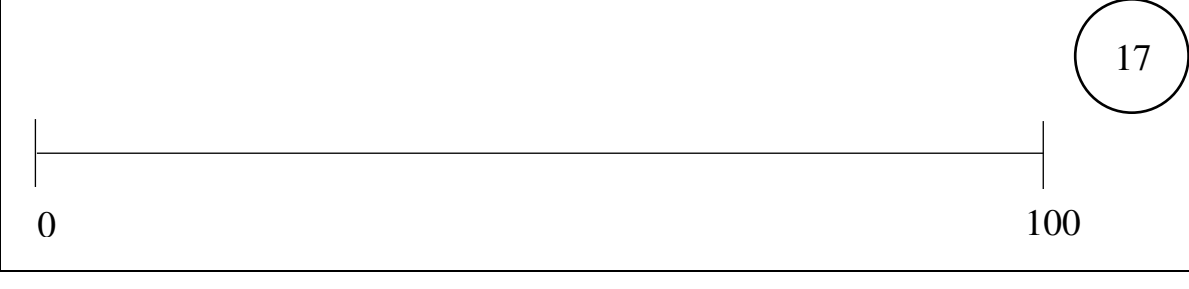
NUNES, T. *et al.* The contribution of logical reasoning to the learning of mathematics in primary school. **British Journal of Developmental Psychology**, Wiley: Hoboken, EUA, v. 25, n. 1, p. 147–166, 2007.

SIMPLICIO, H. *et al.* Cognitive Research and Mathematics Education—How Can Basic Research Reach the Classroom? **Frontiers in Psychology**, Frontiers: Lausanne, Suíça, v. 11, n. April, p. 1–5, 2020.

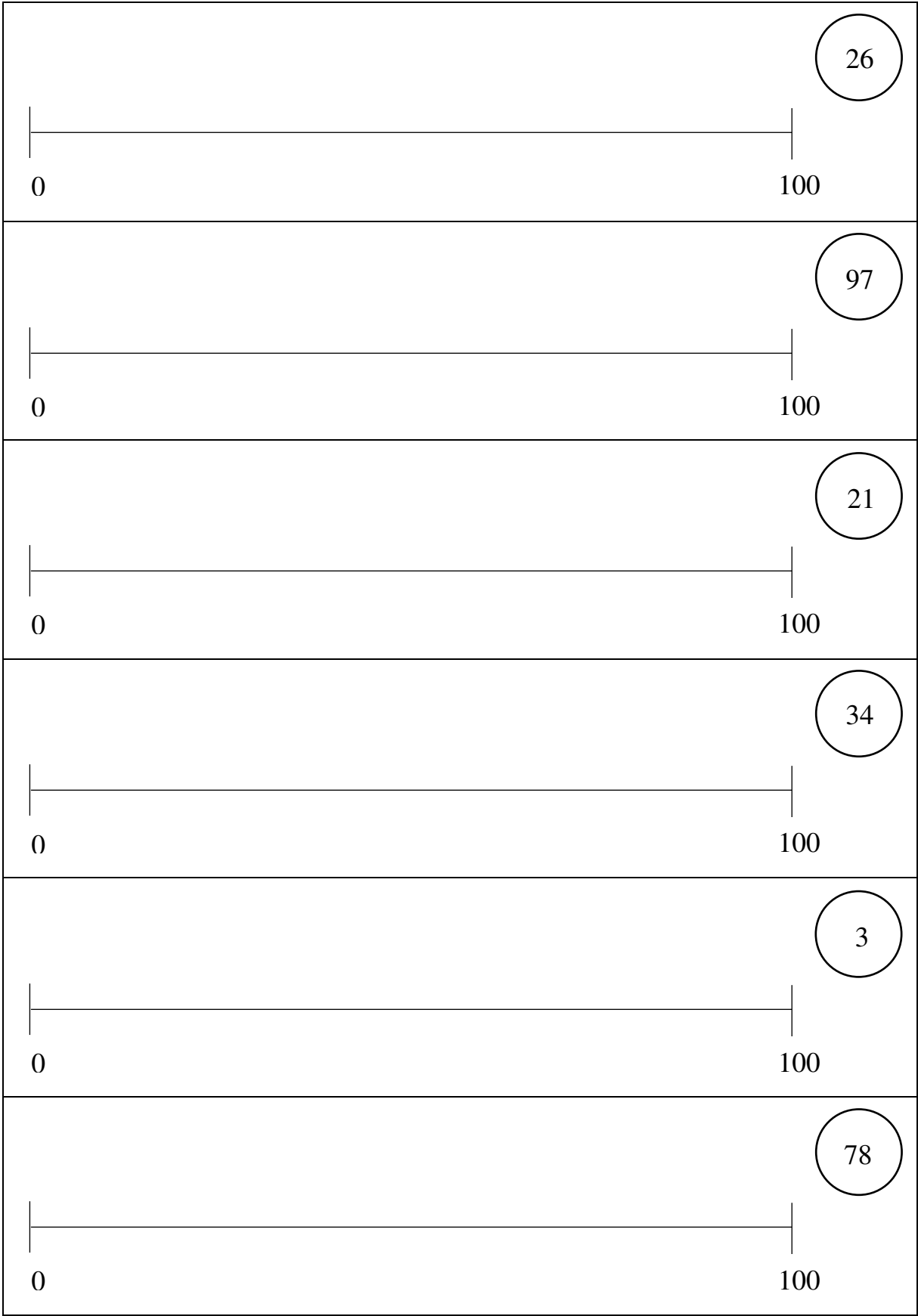
SPERAFICO, Y. L. S. *et al.* Combined Intervention of Working Memory and Arithmetic Reasoning in Students with ADHD. **Journal of Disability, Development and Education**, Taylor & Francis Group: Abingdon, Reino Unido, p. 1–33, 2019.

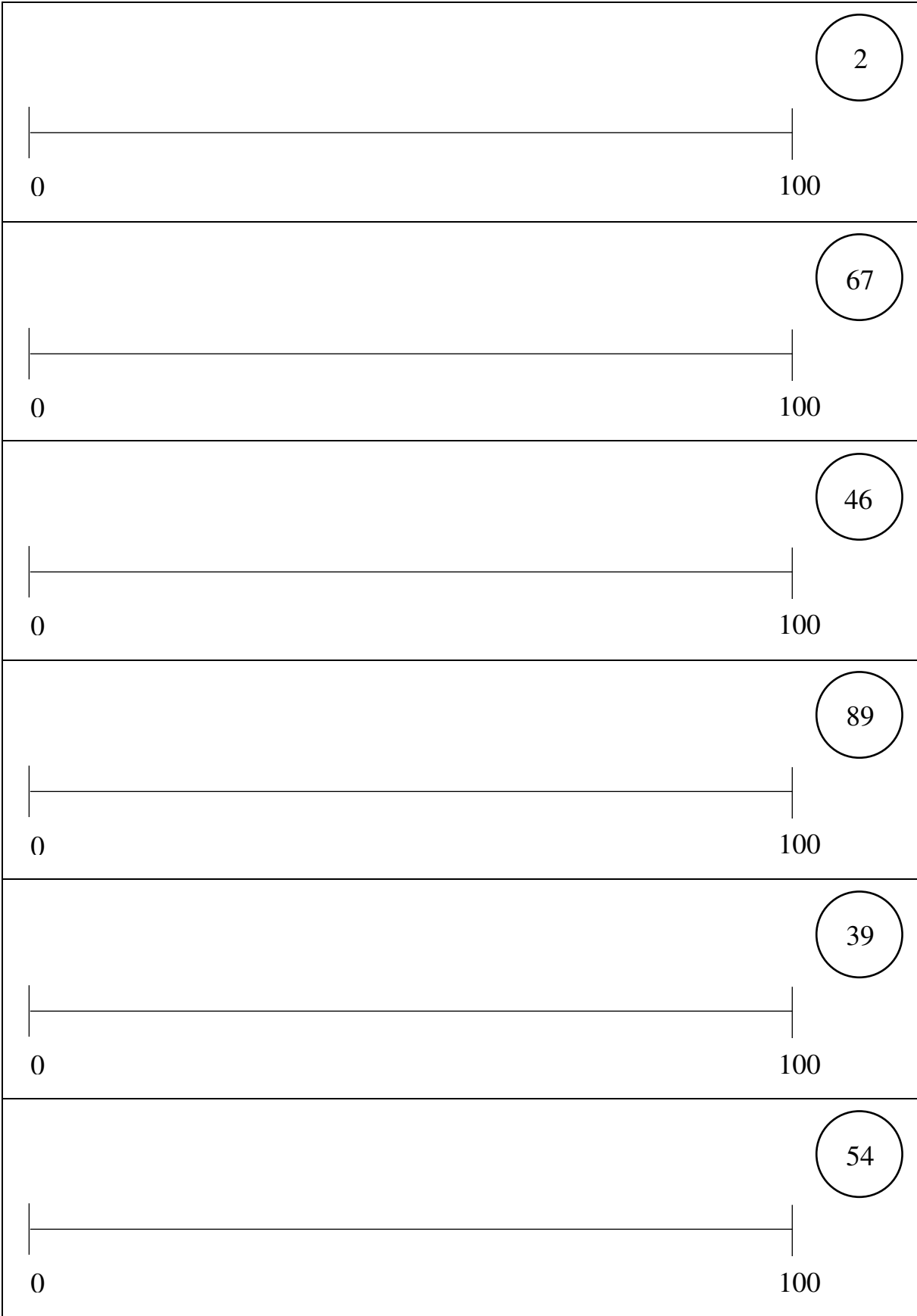
APÊNDICE A – TAREFA DE ESTIMATIVA NUMÉRICA NÚMERO-POSIÇÃO

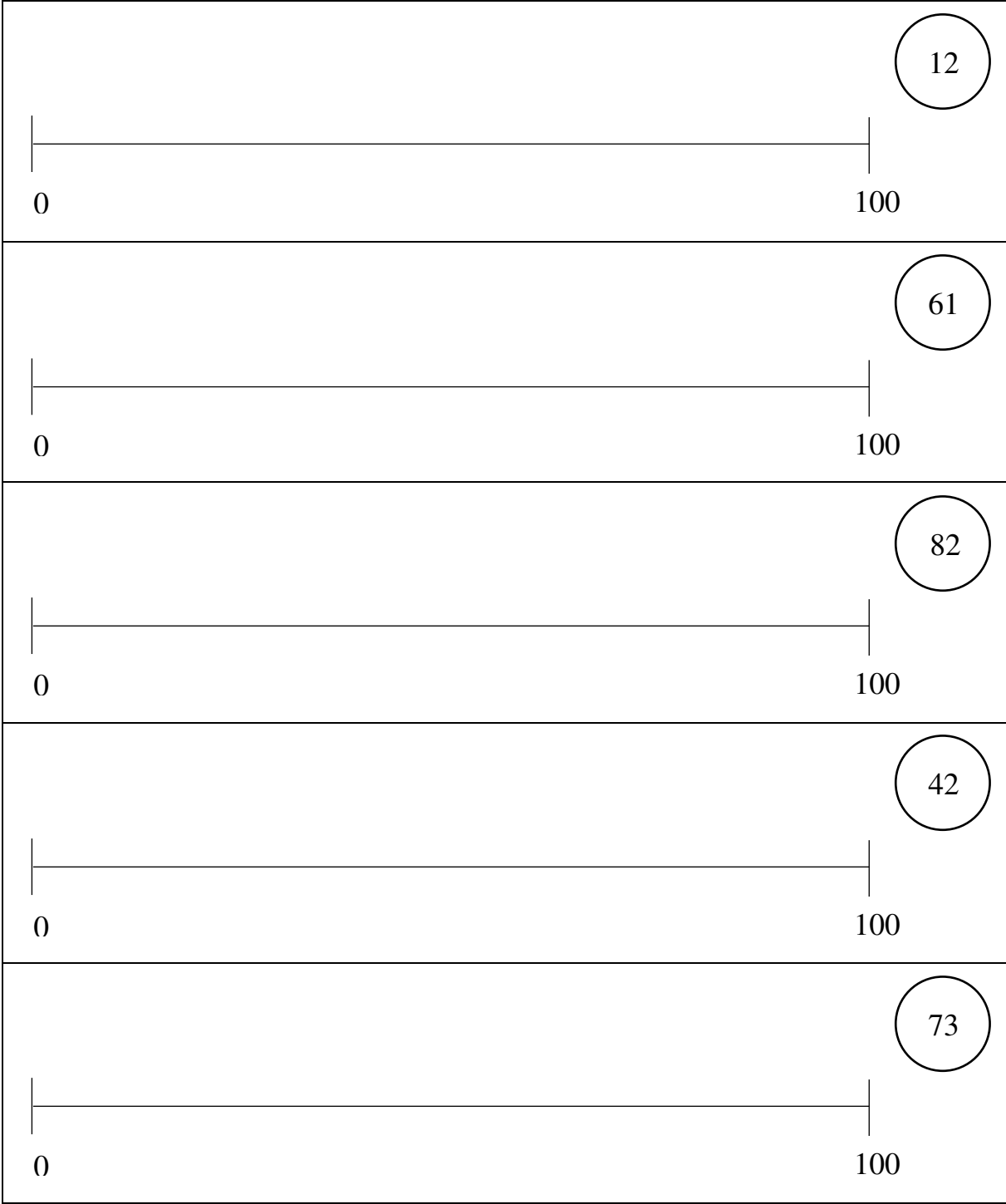
Localize na reta numérica o número indicado dentro do círculo³:

 <p>A horizontal number line is shown with tick marks at 0 and 100. The number 58 is circled in a separate circle to the right of the line.</p>
 <p>A horizontal number line is shown with tick marks at 0 and 100. The number 92 is circled in a separate circle to the right of the line.</p>
 <p>A horizontal number line is shown with tick marks at 0 and 100. The number 5 is circled in a separate circle to the right of the line.</p>
 <p>A horizontal number line is shown with tick marks at 0 and 100. The number 8 is circled in a separate circle to the right of the line.</p>
 <p>A horizontal number line is shown with tick marks at 0 and 100. The number 17 is circled in a separate circle to the right of the line.</p>

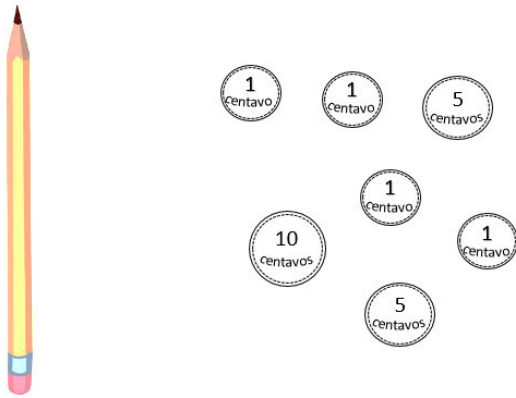
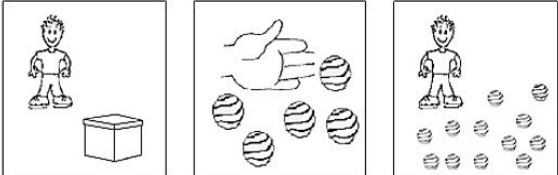
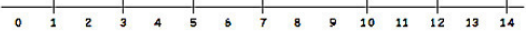
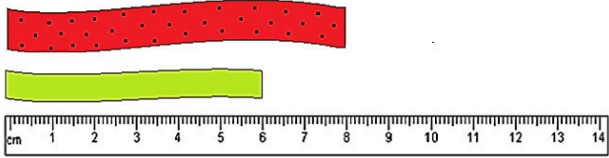

³ Esta tarefa foi impressa em formato de bloco de folhas e em cada folha havia uma reta com um número para ser estimado. Esse bloco foi entregue aos alunos para realizarem suas marcações e, em seguida, devolvido à pesquisadora para posterior correção e análise.

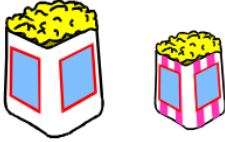


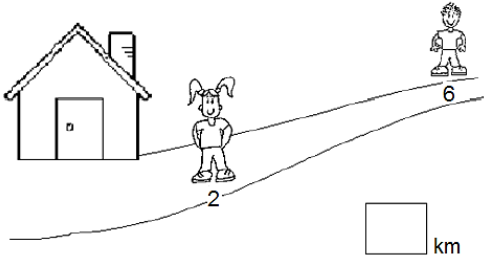


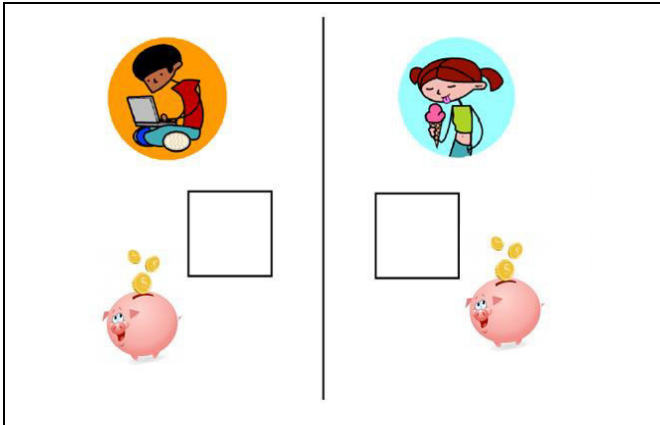
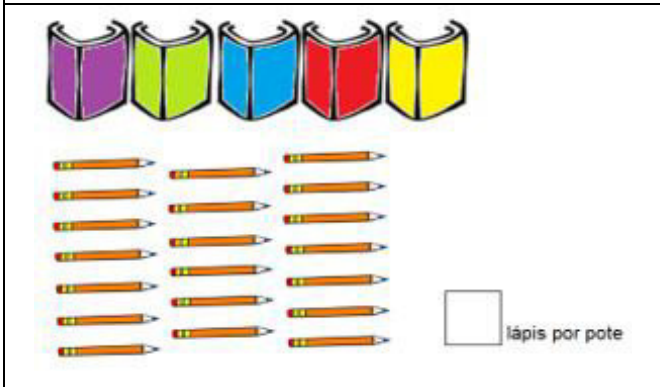
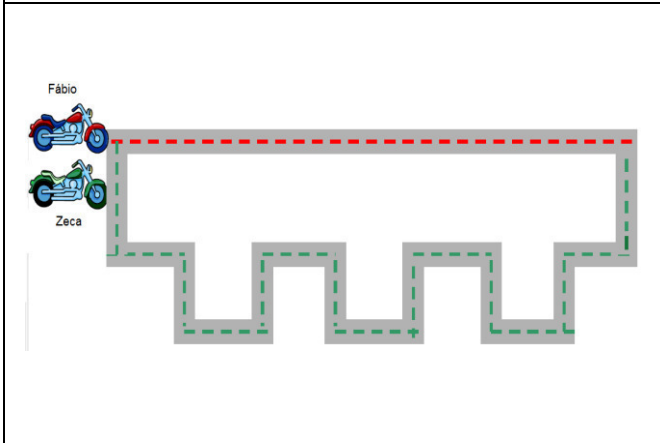
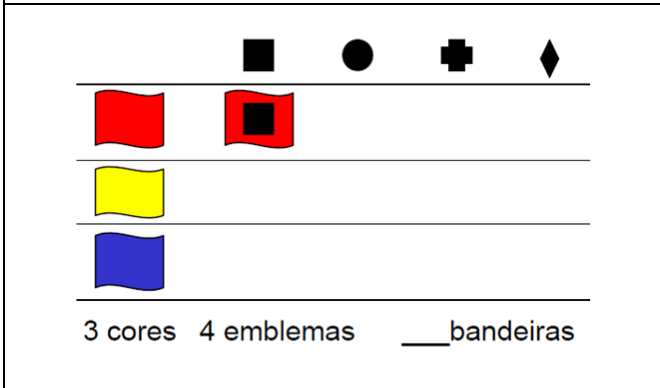


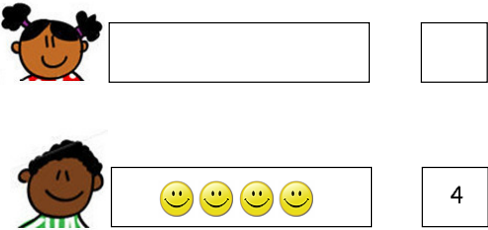

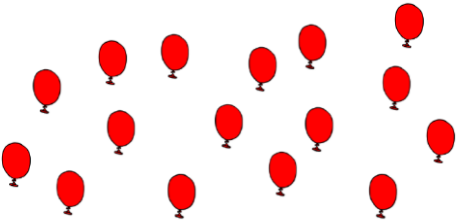


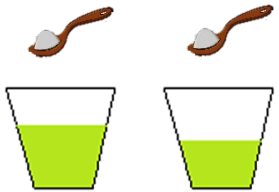

APÊNDICE B – TAREFA DE AVALIAÇÃO DO RACIOCÍNIO QUANTITATIVO

Ilustração	Instrução
	<p>Este lápis custa 8 centavos. Marque as moedas que você precisa para pagar exatamente o valor do lápis, sem precisar receber troco. Circule as moedas que você escolheu.</p>
 <p style="text-align: center;">  </p> <p style="text-align: center;">— bolinhas de gude</p>	<p>Vinícius tem algumas bolinhas de gude dentro da caixa. Brincando com seus amigos, ganhou 5 bolinhas de gude. Agora Vinícius tem 12. Quantas bolinhas de gude Vinícius tinha na caixa antes de jogar? Circule a resposta na reta numérica e escreva no espaço indicado.</p>
 <p style="text-align: center;"> <input type="text"/> cm </p>	<p>Luísa tem duas fitas. alguma delas é mais comprida? Se sim, circule a fita mais comprida. Quantos centímetros essa fita é mais comprida do que a outra? Escreva a sua resposta no espaço indicado.</p>
 <p style="text-align: center;"> <input type="text"/> flores </p>	<p>Laura irá plantar flores nesses vasos. Ela irá plantar 3 flores em cada um. Quantas flores ela irá plantar ao todo?</p>

 <p><input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não</p>	<p>Na saída da escola, dois amigos decidiram comer pipoca. Mas cada um comprou em uma loja diferente. Os dois pagaram R\$ 5,00 pelo pacote de pipoca. Observe os pacotes de cada um: a pipoca é mais cara numa loja do que na outra? Se sim, circule o pacote de pipoca mais caro.</p>
 <p><input type="checkbox"/> Conjuntos diferentes</p>	<p>Francisco tem dois shorts e três camisetas. Se ele combinar os shorts e as camisas de maneira diferente, quantos conjuntos ele pode formar?</p>
 <p><input type="checkbox"/> camisetas</p>	<p>Arthur irá guardar 5 camisetas roxas e 4 camisetas verdes no armário. Quantas camisetas ele irá guardar no armário, ao todo? Escreva sua resposta no espaço indicado.</p>
 <p><input type="checkbox"/> km</p>	<p>Dois amigos saíram para caminhar. Eles saíram de casa e caminharam na mesma direção. O menino caminhou 6 km e a menina 2 km. Qual a distância entre os dois amigos? Escreva a sua resposta no local indicado.</p>

	<p>Antônio e Alice economizaram dinheiro para comprar um brinquedo. Antônio conseguiu economizar 5 reais a mais do que Alice. Alice economizou 12 reais. Quantos reais Antônio conseguiu economizar?</p>
	<p>As crianças estão guardando os lápis nos potes. Tem 20 lápis e 5 potes. Distribuindo igualmente, quantos lápis irão em cada pote?</p>
	<p>Fábio e Zeca saem do mesmo ponto de partida. Fábio faz o caminho em vermelho e Zeca o caminho em verde. Se os dois chegaram ao mesmo tempo no mesmo local, eles andaram em velocidades iguais ou diferentes? Se acha que andaram em velocidades diferentes, circule aquele que andou mais rápido.</p>
 <p>3 cores 4 emblemas ___ bandeiras</p>	<p>A professora levou 3 cartolinas de cores diferentes e quatro emblemas para os alunos fazerem bandeiras. Quantas bandeiras diferentes eles podem fazer, usando somente um emblema em cada bandeira?</p>

 <p>Carol e André estão colecionando adesivos. Juntos eles têm 7 adesivos. Se André tem 4, quantos adesivos tem Carol?</p>	<p>Carol e André estão colecionando adesivos. Juntos eles têm 7 adesivos. Se André tem 4, quantos adesivos tem Carol?</p>
 <p>Tinha 9 peixes no aquário. O gato comeu 3. Quantos peixes há no aquário agora? Escreva sua resposta no espaço indicado.</p> <p><input type="text"/> peixes</p>	<p>Tinha 9 peixes no aquário. O gato comeu 3. Quantos peixes há no aquário agora? Escreva sua resposta no espaço indicado.</p>
 <p>Manu está fazendo 8 anos, tem 8 velas em seu bolo. Ela é três anos mais velha do que Felipe. Qual é a idade de Felipe? Desenhe as velas no seu bolo. Circule a idade da Manu e do Felipe na reta numérica.</p> <p>8</p> 	<p>Manu está fazendo 8 anos, tem 8 velas em seu bolo. Ela é três anos mais velha do que Felipe. Qual é a idade de Felipe? Desenhe as velas no seu bolo. Circule a idade da Manu e do Felipe na reta numérica.</p>
 <p>Renato está de aniversário e convidou seus amigos para sua festa. Ele vai dar 2 balões para cada amigo, por isso Renato comprou 16 balões. Quantos amigos ele convidou para sua festa?</p> <p><input type="text"/> amigos</p>	<p>Renato está de aniversário e convidou seus amigos para sua festa. Ele vai dar 2 balões para cada amigo, por isso Renato comprou 16 balões. Quantos amigos ele convidou para sua festa?</p>

 <p><input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não</p>	<p>Ana serviu dois copos de suco de limão com quantidades diferentes. Nos dois copos irá colocar a mesma quantidade de açúcar. Algum dos copos de suco ficará mais doce? Se sim, circule-o.</p>
 <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p><input type="checkbox"/> máscaras</p>	<p>Combinando diferentes tipos de boca com diferentes tipos de nariz, quantas máscaras diferentes podemos fazer?</p>

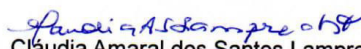
ANEXO A – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DA SMED

**PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE
SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO
DIRETORIA PEDAGÓGICA**

AUTORIZAÇÃO

Autorizamos os doutorandos Camila Peres Nogue e Elielson Magalhães Lima do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul a realizar a pesquisa intitulada "Precursos do desempenho matemático nas séries iniciais" com os alunos de 3. e 4. anos do Ensino Fundamental das Escolas Municipais de Ensino Fundamental de Porto Alegre durante o ano letivo de 2018 através de coleta de dados com tarefas de avaliação do desempenho aritmético dos estudantes, das habilidades numéricas iniciais, da estimativa numérica, da memória de trabalho, do raciocínio quantitativo, do nível intelectual dos alunos, bem como da consciência fonológica e da compreensão leitora. Em 2019, os pesquisadores reunir-se-ão com a equipe da Diretoria Pedagógica, a fim de relatar os resultados da pesquisa.

Porto Alegre, 14 de março de 2018.


Cláudia Amaral dos Santos Lamprecht
Diretoria Pedagógica
Secretaria Municipal de Educação de Porto Alegre

ANEXO B – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DAS ESCOLAS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

Pesquisa: Precusores do Desempenho Matemático nas séries iniciais

Eu, Christiane Nunes Mattos, no cargo de supervisora escolar venho representar a escola E.M.E.F. Lauro Rodrigues, situada no endereço Rua Dr. Marino Alvares, nº 240. Idim Inga, em Porto Alegre, no sentido de autorizar o desenvolvimento da pesquisa “Precusores do Desempenho Matemático nas séries iniciais” e a participação livre e espontânea dos alunos das turmas de 3º e 4º anos. Declaro estar ciente que a pesquisa se desenvolverá nas dependências da escola e da necessidade de a instituição disponibilizar uma sala para realizar as avaliações com os alunos participantes.

Porto Alegre, 13 de abril de 2018.



Assinatura do (a) representante da escola

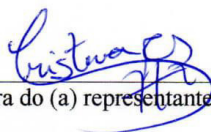
Christiane Nunes Mattos
Supervisão Educacional
Matricula 416396

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

Pesquisa: Precusores do Desempenho Matemático nas séries iniciais

Eu, CRISTINA CATTANEO DA SILVEIRA, no cargo de
DIRETORA venho representar a escola
EMEF PEPITA DE LEÃO, situada no endereço
RUA DO ESTÁDIO, 29, PASSO DAS PEDRAS, em Porto Alegre,
no sentido de autorizar o desenvolvimento da pesquisa “Precusores do Desempenho Matemático nas
séries iniciais” e a participação livre e espontânea dos alunos das turmas de 3º e 4º anos. Declaro estar
ciente que a pesquisa se desenvolverá nas dependências da escola e da necessidade de a instituição
disponibilizar uma sala para realizar as avaliações com os alunos participantes.

Porto Alegre, 27 de março de 2018.



Cristina Cattaneo da Silveira
Diretora
Aut: 161/2016

Assinatura do (a) representante da escola

ANEXO C – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DOS PROFESSORES

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

Projeto: Precusores do Desempenho Matemático nas séries iniciais

TERMO DE PARTICIPAÇÃO DO(A) PROFESSOR(A)

Eu, _____, professor(a) responsável pela(s)
turma(s) _____, na Escola
_____, aceito
participar da pesquisa desenvolvida pelos pesquisadores Camila Peres Nogue e Elielson Magalhães
Lima, intitulada “Precusores do Desempenho Matemático nas séries iniciais”, fornecendo informações
referentes ao desempenho escolar dos estudantes participantes do estudo, bem como cedendo espaço
durante o período de aula para que seja realizada a pesquisa.

Porto Alegre, ___ de _____ de 2018.

Professor(a) da Escola

ANEXO D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DOS RESPONSÁVEIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Autorizo meu (minha) filho(a) a participar da pesquisa intitulada “Precusores do Desempenho Matemático nas séries iniciais” coordenada pelos doutorandos Camila Peres Noguees e Elielson Magalhães Lima e pela Prof. Dra. Beatriz Vargas Dorneles, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Estou ciente de que meu (minha) filho(a) será avaliado em tarefas importantes para sua aprendizagem: desempenho aritmético, habilidades numéricas iniciais, estimativa numérica, memória de trabalho, raciocínio quantitativo, nível intelectual, consciência fonológica e compreensão leitora. Também estou ciente de que estas atividades serão realizadas em horário de aula, algumas delas serão realizadas na sala de aula com toda a turma, com duração média de 1 hora e meia. Outras atividades serão realizadas individualmente com cada aluno em sala separada, fora do espaço de sala de aula, dentro da escola, com duração média de 30 minutos. Também estou ciente de que meu (minha) filho(a) poderá deixar de participar a qualquer momento que decida sem qualquer prejuízo e de que a escola permitirá que os alunos participem das avaliações, sem nenhum prejuízo sobre o rendimento escolar. Os dados da pesquisa são confidenciais, sem qualquer identificação do participante, sendo utilizados somente para fins científicos. Ao participar desta pesquisa, o jovem não terá nenhum benefício direto, entretanto, esperamos que futuramente os resultados desta pesquisa sejam utilizados em benefício de outros estudantes. A participação na pesquisa é totalmente voluntária e não existe nenhum custo para participar, assim como não existe nenhuma remuneração para aqueles que participarem. Também estou informado(a) de que o grupo de pesquisadores envolvidos se comprometeu em dar uma devolução dos resultados encontrados para a escola.

Em caso de dúvida sobre a pesquisa, o(a) senhor(a) poderá entrar em contato com a direção da escola, ou com um dos responsáveis pelo estudo – Camila Noguees, telefone: (51) 994619162 ou Elielson Lima (82) 999728398. O Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS também poderá ser contatado para esclarecer dúvidas sobre esta pesquisa, pelo telefone (51) 3308-3738.

Declaro que eu _____, responsável pelo(a) aluno(a) _____ concordo com a sua participação na pesquisa acima referida.

Assinatura do(a) responsável pelo(a) aluno(a):

Data: ____/____/2018

ANEXO E – TERMO DE ASSENTIMENTO DOS ALUNOS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “Precusores do Desempenho Matemático nas séries iniciais”, coordenada pelos doutorandos Camila Peres Nogue e Elielson Magalhães Lima e pela Prof. Dra. Beatriz Vargas Dorneles, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Seus pais ou responsáveis permitiram que você participe.

Nesta pesquisa pretendemos identificar quais das tarefas que estamos propondo podem ajudar você e outras crianças da sua mesma idade e terem um melhor desempenho em matemática.

Você só precisa participar da pesquisa se quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir. As crianças que irão participar desta pesquisa têm de 8 a 11 anos de idade e todas são alunas do 3º ou 4º ano do Ensino Fundamental.

A pesquisa será feita na sua escola, onde você realizará tarefas que envolvem habilidades importantes para sua aprendizagem na matemática, para isso, serão usados somente lápis e papel. Essas atividades serão realizadas em horário de aula, algumas delas serão realizadas na sala de aula com toda a turma, com duração média de 1 hora e meia. Outras atividades serão realizadas individualmente com cada aluno em sala separada, fora do espaço de sala de aula, dentro da escola, com duração média de 30 minutos.

Os resultados da pesquisa vão ser publicados em formato de artigos e trabalhos acadêmicos, mas sem identificar os nomes das crianças que participarem.

Eu _____ aceito participar da pesquisa “Precusores do Desempenho Matemático nas séries iniciais”. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir. Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e me explicaram como serão feitas as atividades.

Assinatura do(a) aluno(a): _____

Data: ____/____/2018

ANEXO F – TCLE DA INTERVENÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(a) aluno(a) pelo qual você é responsável participou da primeira etapa e está sendo convidado(a) para participar da segunda etapa da pesquisa: Precursores do Desempenho Matemático nas séries iniciais. Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), pela Secretaria Municipal da Educação de Porto Alegre e pela Direção da escola de seu filho(a). O objetivo deste estudo é avaliar os efeitos de alguns programas de intervenção no desempenho escolar de crianças que apresentam dificuldades em matemática. Pretendemos desenvolver maneiras de auxiliar essas crianças a compreenderem de forma mais efetiva o conhecimento matemático. Será estabelecido um plano de intervenção que será desenvolvido duas vezes por semana, na escola, em horário escolar, com duração de aproximadamente 2 meses, incluindo alguns momentos de avaliação posteriores, devidamente agendados. A duração de cada encontro é de aproximadamente 1 hora. Caso a família concorde com a participação, contamos com a colaboração para assegurar a participação da criança em todos os encontros. Caso o(a) aluno(a) falte a 2 (dois) encontros, mesmo com justificativa, será automaticamente desligado da pesquisa, pois as intervenções devem ser realizadas em sequência e de forma coletiva. Portanto, faltar aos encontros prejudica a avaliação individual e coletiva. A escola permitirá que os alunos participem das avaliações e sessões de intervenção, sem nenhum prejuízo sobre o rendimento escolar. O conhecimento que será obtido sobre o desempenho escolar dos alunos tem grande importância para os estudos na área. Com isso, poderemos indicar intervenções mais eficazes e com mais chance de terem bons resultados ao longo do tempo. Além disso, espera-se uma melhora imediata no desempenho escolar do(a) aluno(a). Os resultados deste estudo são confidenciais, usados somente para fins científicos, sem qualquer identificação do nome dos alunos. A participação na pesquisa é totalmente voluntária e não tem nenhuma relação com a avaliação do desempenho realizada pela escola. Poderá haver desistência da participação sem nenhum prejuízo na avaliação do aluno pela escola. Não existe nenhum custo para participar da pesquisa, assim como não existe nenhuma remuneração para aqueles que participarem. Em caso de dúvida sobre a pesquisa, o(a) senhor(a) poderá entrar em contato com a direção da escola, ou com um dos responsáveis pelo estudo – Camila Nogueira, telefone: (51) 994619162. O Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS também poderá ser contatado para esclarecer dúvidas sobre esta pesquisa, pelo telefone (51) 3308-3738.

Declaro que eu _____, responsável pelo aluno(a) _____ concordo com a sua participação na pesquisa acima referida.

Assinatura do responsável pelo(a) aluno(a): _____

Data: ____/____/2018

ANEXO G – TALE DA INTERVENÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar da segunda etapa da pesquisa “Precusores do Desempenho Matemático nas séries iniciais”, coordenada pelos doutorandos Camila Peres Nogues e Elielson Magalhães Lima e pela Prof. Dra. Beatriz Vargas Dorneles, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Seus pais ou responsáveis permitiram que você participe.

Nesta etapa da pesquisa pretendemos desenvolver maneiras que podem ajudar você e outras crianças a terem um melhor desempenho em matemática.

Você só precisa participar da pesquisa se quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir. A pesquisa será feita na sua escola, onde você realizará tarefas que envolvem habilidades importantes para sua aprendizagem matemática, para isso, serão usados somente lápis, papel e recursos digitais (computadores). Essas atividades serão desenvolvidas duas vezes por semana, na sua escola, em horário de aula, com duração de aproximadamente 2 meses, incluindo alguns momentos de avaliação posteriores, que serão agendados. A duração de cada encontro é de aproximadamente 1 hora. Caso você concorde em participar, contamos com a sua presença em todos os encontros. Caso você falte a 2 (dois) encontros, mesmo com justificativa, será automaticamente desligado da pesquisa, pois as atividades devem ser realizadas em sequência e de forma coletiva. Portanto, faltar aos encontros prejudica a avaliação individual e coletiva.

Os resultados da pesquisa vão ser publicados em formato de artigos e trabalhos acadêmicos, mas sem identificar os nomes das crianças que participarem.

Eu _____ aceito participar da segunda etapa da pesquisa “Precusores do Desempenho Matemático nas séries iniciais”. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir. Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e me explicaram como serão feitas as atividades.

Assinatura do(a) aluno(a): _____

Data: ____/____/2018