

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

Camila Peres Nogue

**ESTIMATIVA NUMÉRICA, MEMÓRIA DE TRABALHO E RACIOCÍNIO
QUANTITATIVO: um estudo com um grupo de alunos de 3º e 4º anos do Ensino
Fundamental**

Porto Alegre

2017

CAMILA PERES NOGUES

ESTIMATIVA NUMÉRICA, MEMÓRIA DE TRABALHO E RACIOCÍNIO
QUANTITATIVO: um estudo com um grupo de alunos de 3º e 4º anos do Ensino
Fundamental

Dissertação 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 Mestre em Educação.

Orientadora: Prof. Dra. Beatriz Vargas
Dorneles

Linha de Pesquisa: Aprendizagem e Ensino

Porto Alegre

2017

CIP - Catalogação na Publicação

Nogues, Camila Peres

ESTIMATIVA NUMÉRICA, MEMÓRIA DE TRABALHO E
RACIOCÍNIO QUANTITATIVO: um estudo com um grupo de
alunos de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental /
Camila Peres Nogues. -- 2017.

86 f.

Orientadora: Beatriz Vargas Dorneles.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Educação, Programa de
Pós-Graduação em Educação, Porto Alegre, BR-RS, 2017.

1. Estimativa Numérica. 2. Memória de Trabalho. 3.
Raciocínio Quantitativo. I. Dorneles, Beatriz Vargas,
orient. II. Título.

Camila Peres Nogueis

ESTIMATIVA NUMÉRICA, MEMÓRIA DE TRABALHO E RACIOCÍNIO
QUANTITATIVO: um estudo com um grupo de alunos de 3º e 4º anos do Ensino
Fundamental

Dissertação 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 Mestre em Educação.

Orientadora: Prof. Dra. Beatriz Vargas Dorneles

Profa. Dra. Beatriz Vargas Dorneles – Orientadora

Prof. Dr. Sérgio Roberto Kieling Franco – UFRGS

Profa. Dra. Isabel Cristina Peregrina Vasconcelos – Centro Universitário Metodista IPA

Profa. Dra. Rosane da Conceição Vargas – PUCRS

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Profa. Dra. Beatriz Vargas Dorneles, por acreditar e oportunizar a realização desta pesquisa e pelo acompanhamento cuidadoso para o desenvolvimento da mesma.

Às escolas, supervisoras, professoras e alunos participantes pela disponibilidade e atenção para que essa pesquisa se tornasse possível.

À CAPES, pela bolsa de estudos que oportunizou o desenvolvimento deste trabalho.

Às psicólogas, Marcela Ríos e Jacqueline Enricone no processo de avaliação da amostra.

Ao estatístico Luciano Guimarães pelos ensinamentos e auxílio na análise dos dados, essenciais para a elaboração desta pesquisa.

Às minhas colegas do grupo de pesquisa, Clarissa Pereira, Mariana Duro, Marcela Ríos, Rosane Vargas, Jacqueline Enricone, Yasmini Sperafico e Nelba Pisacco, pela colaboração e companheirismo.

Ao meu namorado, Fábio Jardim, pela paciência nos meus momentos de ausência. Por todo o carinho e companheirismo durante esses anos. E principalmente por acreditar em mim, me apoiando e me incentivando em mais uma etapa acadêmica.

À minha família que, mesmo distante, sempre me apoia e se faz presente nas minhas trajetórias, me incentivando e me dando forças de seguir em frente.

Enfim, agradeço a todos aqueles que de alguma forma me incentivaram e contribuíram para a elaboração dessa dissertação.

RESUMO

A estimativa numérica tem sido relacionada com o bom desempenho em matemática e com a compreensão da representação numérica mental das crianças. Da mesma maneira, a memória de trabalho também apresenta relações com o desempenho matemático, auxiliando no desenvolvimento das habilidades matemáticas. A presente dissertação tem como objetivos verificar o desempenho de alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental em tarefas de estimativa numérica, memória de trabalho e raciocínio quantitativo, bem como relacionar essas medidas e indicar se existe associação da estimativa numérica com o raciocínio quantitativo e com a memória de trabalho. Para atender a esses objetivos, foram realizados dois estudos, apresentados em forma de artigo. Os dois estudos foram conduzidos com a mesma amostra: 143 crianças de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental de duas escolas públicas de Porto Alegre, 77 alunos de 3º ano e 67 alunos de 4º ano.

O primeiro estudo teve como objetivo verificar o desempenho dos estudantes em duas tarefas de estimativa na reta numérica, a número-posição e a posição-número, em uma escala de 0 a 100. Nesse estudo também foram analisadas as diferenças entre o desempenho nos dois tipos de tarefa e a distribuição das precisões dos estudantes, para verificar qual o modelo que melhor explica o padrão apresentado. O segundo estudo verificou as relações existentes entre estimativa numérica, memória de trabalho e raciocínio quantitativo. As medidas de estimativa foram as mesmas do primeiro estudo, as medidas de memória de trabalho foram a Memória de Dígitos em ordem direta e inversa, Memória de Blocos e o Teste de Aprendizagem Auditivo-Verbal de Rey.

Os resultados do primeiro estudo indicaram que o desempenho dos alunos foi melhor na tarefa posição-número do que na tarefa número-posição, que existe uma relação direta entre os desempenhos nas duas tarefas e que a distribuição das precisões desses estudantes seguiu um padrão linear. O segundo estudo evidenciou as relações existentes entre as três medidas, destacando relação das duas tarefas de estimativa numérica tanto com a memória de trabalho quanto com o raciocínio quantitativo. A indicação do desempenho de estudantes brasileiros em estimativa numérica e a falta de evidências sobre a relação, especificamente, entre estimativa numérica e memória de trabalho, fortaleceram a proposta de avaliar o desempenho dos alunos nessas medidas, o que confirmou as hipóteses dos estudos. As relações verificadas entre as medidas avaliadas sugerem que a estimativa pode ser utilizada como mais um recurso para auxiliar na aprendizagem da matemática inicial.

Palavras-chave: Estimativa Numérica. Memória de Trabalho. Raciocínio Quantitativo.

ABSTRACT

Number estimation has been related with young children's math achievements and understanding of mental number representation. In the same way, working memory also presents important relation with mathematical achievement, assisting in the development of mathematical skills. Therefore, this dissertation aims to verify the performance of students from elementary school in number estimation, working memory and quantitative reasoning tasks, as well as relating these measures and indicate if there is an association of number estimation with quantitative reasoning and working memory. To achieve these purposes, two studies were conducted and presented in article form. The two studies were conducted with the same sample: 143 students of 3rd and 4th grades from two public schools in Porto Alegre, 77 3rd graders and 67 4th graders.

The first study aimed to verify the performance of the students in two number line estimation tasks, number-to-position and position-to-number, in a scale of 0 to 100. In this study, the differences between the performance in the two number line tasks and the students' accuracy distribution were also analyzed to verify which model best fits the presented pattern. The second study verified the existing relations between number estimation, working memory and quantitative reasoning. The measures of number estimation were the same of the first study, the measures of working memory were the Digit Recall, Backwards Digit Recall, Block Recall and the Rey Auditory-Verbal Learning Test.

The results of the first study indicated that the performance of the students was better in the position-to-number task than in the number-to-position task, that there is a direct relation between the performances in both tasks and that the accuracy distribution follows a linear pattern. The second study showed the relations between the three measures, highlighting the relations between the two tasks of number estimation with both working memory and quantitative reasoning. The indication of the performance of Brazilian students in number estimation and the lack of evidence on the relation, specifically between number estimation and working memory, strengthened the proposal to assess the students' performance in these measures, which confirmed the hypothesis of the studies. The results found indicate number estimation as another resource by which the performance in mathematics can be stimulated.

Key-words: Number estimation. Working memory. Quantitative reasoning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Problemas de raciocínio aditivo (esquerda) e de raciocínio multiplicativo (direita)	20
Figura 2 – Modelos de Distribuição das Estimativas	34
Figura 3 – Gráficos das distribuições das médias das estimativas dos estudantes	42
Figura 4 – Gráficos das diferenças entre as médias nas tarefas NP e PN.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização da amostra	37
Tabela 2 – Comparação entre Estimativa Numérica e QI	39
Tabela 3 – Caracterização da amostra	51
Tabela 4 – Escores das medidas de MT	55
Tabela 5 – Correlações entre estimativa numérica, memória de trabalho e raciocínio quantitativo	59
Tabela 6 – Escores classificados em tercís nas medidas de Memória de Trabalho.....	60

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Médias das precisões em cada número a ser estimado na tarefa NP.....	40
Gráfico 2 – Médias das precisões em cada número a ser estimado na tarefa PN.....	40
Gráfico 3 – Escores dos Alunos na Tarefa de Avaliação do Raciocínio Quantitativo	56
Gráfico 4 – Escores Organizados por Categoria dos Tipos de Problema.....	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Problemas com maior e menor número de acertos de Raciocínio Quantitativo....58

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	13
1 INTRODUÇÃO GERAL	15
1.1 ESTIMATIVA NUMÉRICA	16
1.2 RACIOCÍNIO QUANTITATIVO	18
1.2.1 Raciocínio Aditivo.....	20
1.2.2 Raciocínio Multiplicativo	22
1.3 MEMÓRIA DE TRABALHO E APRENDIZAGEM MATEMÁTICA.....	24
1.5 HIPÓTESES E OBJETIVO.....	27
1.6 MÉTODO	27
2 DESEMPENHO EM ESTIMATIVA NUMÉRICA DE UM GRUPO DE ALUNOS DE 3º E 4º ANOS DO ENSINO FUNDAMENTAL	32
2.1 MÉTODO	36
2.1.1 Participantes.....	36
2.1.2 Tarefas de Avaliação da Estimativa Numérica.....	37
2.1.3 Tarefa de Avaliação do Raciocínio Não-verbal	37
2.1.4 Análise.....	38
2.2 RESULTADOS	39
2.3 DISCUSSÃO	43
3 RELAÇÃO ENTRE ESTIMATIVA NUMÉRICA, MEMÓRIA DE TRABALHO E RACIOCÍNIO QUANTITATIVO	48
3.1 MÉTODO	51
3.1.1 Participantes.....	51
3.1.2 Tarefa de Avaliação da Estimativa Numérica	51
3.1.3 Tarefas de Avaliação da Memória de Trabalho	52
3.1.4 Tarefa de Avaliação do Raciocínio Quantitativo.....	53
3.1.5 Análise.....	54
3.2 RESULTADOS	55
3.2.1 Medidas de Desempenho da Memória de Trabalho.....	55
3.2.2 Medias de Desempenho do Raciocínio Quantitativo	55
3.2.3 Relações entre Estimativa Numérica, Memória de Trabalho e Raciocínio Quantitativo	58
3.3 DISCUSSÃO	60

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66
APÊNDICE A – TAREFA DE ESTIMATIVA NUMÉRICA NÚMERO-POSIÇÃO	70
APÊNDICE B – TAREFA DE ESTIMATIVA NUMÉRICA POSIÇÃO-NÚMERO.....	74
APÊNDICE C – TAREFA DE AVALIAÇÃO DO RACIOCÍNIO QUANTITATIVO...78	
ANEXO A – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA AS ESCOLAS.....	83
ANEXO B – TERMO DE PARTICIPAÇÃO PARA OS PROFESSORES.....	85
ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	86

APRESENTAÇÃO

A presente dissertação tem como objetivo verificar o desempenho de crianças de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental em tarefas de estimativa numérica, assim como estabelecer se há relação entre os componentes da memória de trabalho e o desempenho em tarefas de raciocínio quantitativo.

A escolha por essa temática deu-se a partir da formação da pesquisadora na área de ensino da Matemática, o que intensificou o interesse pela compreensão do processo de aprendizagem da matemática inicial e a busca por propostas de ensino que visem melhorar a aprendizagem da matemática. Nesse sentido, a estimativa tem sido indicada na literatura como um fator importante para o desenvolvimento da matemática dos estudantes nos anos iniciais da escola, auxiliando desde a compreensão do número até o desenvolvimento de estratégias para a resolução de problemas matemáticos (LASKI; SIEGLER, 2007; LINK; NUERK; MOELLER, 2014; MOORE; ASHCRAFT, 2015). Nessa perspectiva, foi possível perceber que a estimativa se faz presente em algumas salas de aula dos anos iniciais da educação básica, como estratégia de confirmação do cálculo, com o fim de realizar aproximações e perceber se uma determinada resposta para uma operação matemática está próxima do resultado correto. Assim, a compreensão de como as crianças realizam estimativas, poderia ser mais um recurso a ser utilizado por professores e educadores para auxiliar no desenvolvimento de habilidades matemáticas básicas. Utilizar a estimativa numérica como recurso para a aprendizagem da matemática permite que o aluno aprenda a justificar e comprovar suas opiniões e aprimorar suas habilidades em cálculos.

A pesquisa que deu origem a esta dissertação foi desenvolvida com alunos de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental de duas escolas da rede pública municipal de Porto Alegre - Rio Grande do Sul. Os estudos apresentados no decorrer desta dissertação fazem parte de um projeto mais abrangente intitulado “Diversidade na aprendizagem da matemática inicial: a compreensão da estimativa numérica” (Plataforma Brasil e Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS, sob o número 31575913.6.0000.5347), coordenado pela professora Beatriz Vargas Dorneles (2014) e que possui como objetivo geral definir como a habilidade de estabelecer estimativas evolui no decorrer do desenvolvimento infantil e o quanto esta habilidade está ligada à memória de trabalho e é passível de estimulação.

Para atender o objetivo principal de verificar a capacidade de realizar estimativas em crianças de Ensino Fundamental e sua relação com a memória de trabalho e o raciocínio quantitativo, foram realizados dois estudos apresentados em formato de artigo. A dissertação

organiza-se em quatro capítulos. O primeiro é de introdução, no qual são descritos o problema e as questões da pesquisa, e é realizada uma breve revisão da literatura. No segundo capítulo é apresentado o primeiro estudo da dissertação, intitulado “Desempenho em estimativa numérica de um grupo de alunos de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental”, o qual avalia a capacidade de realizar estimativas de crianças entre 8 e 11 anos de idade. No Capítulo 3 é descrito o segundo estudo, “Relação entre estimativa numérica, memória de trabalho e raciocínio quantitativo”, que investiga as relações entre o desempenho das crianças nessas três habilidades. Esta dissertação é concluída no quarto capítulo, no qual são apresentadas as conclusões gerais dos estudos.

Referências

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. **Children Development**, v. 68, n. 6, p. 1723-1743, 2007.

LINK, T.; NUERK, H-C.; MOELLER, K. On the relation between the mental number line and arithmetic competencies. **The Quartely Journal of Experimental Psychology**, v. 67, n. 8, 2014.

MOORE, A. M.; ASHCRAFT, M. H. Children’s mathematical performance: Five cognitive tasks across five grades. **Journal of Experimental Child Psychology**, n. 135, p. 1–24, 2015.

1 INTRODUÇÃO GERAL

A Matemática está presente em quase toda parte, desde a criança que acredita ter recebido menos balas do que sua irmã mais velha, até o adulto que pensa quanto receberá de troco na hora de um pagamento. Percebemos com esses exemplos, nos quais podem ser realizados cálculos rápidos e aproximados de uma quantidade, que a estimativa está presente em várias situações diárias e que é fundamental para as habilidades matemáticas básicas, como cálculos aritméticos.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais da Matemática (BRASIL, 1997), o ensino da estimativa já aparece como conteúdo dos anos iniciais do Ensino Fundamental, no segundo ciclo da aprendizagem. Neste documento consta que o cálculo por estimativa se desenvolve no mesmo momento que o cálculo mental, pois, em ambos, os alunos realizam reconhecimento de grandezas numéricas, decomposições de números e relações de dobro e metade, entre outros. Vários estudos têm sido realizados no campo da estimativa numérica (BOOTH; SIEGLER, 2008; EBERSBACH; LUWEL; FRICK; ONGHENA; VERSCHAFFEL, 2008; BARTH; PALADINO, 2011; ASHCRAFT; MOORE, 2012; LINK et al., 2014; DACKERMANN; HUBER; BAHNMUELLER; NUERK; MOELLER, 2015) e as conclusões mais consistentes sugerem que as crianças pequenas não apresentam a habilidade de estimar bem desenvolvida (SIEGLER; OPFER, 2003; LASKI; SIEGLER, 2007; BOOTH; SIEGLER, 2008).

Muitos estudos têm demonstrado que existe relação entre a estimativa numérica e o desempenho em matemática (SIEGLER; BOOTH, 2004; BOOTH; SIEGLER, 2006; LASKI; SIEGLER, 2007; MULDOON; SIMMS; TOWSE; MENZIES; YUE, 2011; LINK et al., 2014; MOORE; ASHCRAFT, 2015), indicando a importância da estimativa para o conhecimento matemático tanto em habilidades numéricas, como na categorização e comparação de quantidades, quanto em habilidades aritméticas (LINK et al., 2014). Uma das principais tarefas utilizadas para avaliar o desempenho em estimativa é a tarefa que consiste na localização de um determinado número em uma reta numérica, marcados apenas os pontos inicial e final, denominada estimativa numérica na forma número-posição (SIEGLER; OPFER, 2003). A partir dessa tarefa, algumas pesquisas sugerem que quanto melhor a capacidade em realizar estimativas, melhor o desempenho em testes padronizados de matemática, e que o desempenho em estimativa melhora progressivamente conforme o aumento da idade e do ano escolar (SIEGLER; BOOTH, 2004; BOOTH; SIEGLER, 2006). Outra tarefa de estimativa é a tarefa posição-número, que, ao contrário da anterior, consiste

em estimar o número correspondente a uma determinada marcação na reta numérica. Essa tarefa também apresentou relação com a idade e com o ano escolar, porém, o desempenho das crianças nessa tarefa mostrou uma variância diferente da tarefa número-posição (SIEGLER; OPFER, 2003).

Portanto, para observar a relação da estimativa com a aprendizagem matemática, esta pesquisa verificou se há relação entre o desempenho das crianças em tarefas de estimativa numérica e o desempenho em tarefas de raciocínio quantitativo. A partir disso, também foi possível verificar a existência de relação entre a capacidade de estimar com a capacidade de realizar relações quantitativas específicas como raciocínio aditivo e multiplicativo, as quais também foram avaliadas nesta pesquisa.

O raciocínio quantitativo envolve a utilização dos números para representar quantidades e as relações entre elas, bem como as operações numéricas para se chegar a conclusões sobre essas quantidades (NUNES; DORNELES; LIN; RATHGEB-SCHNIERER, 2016). Ele é essencial para o desenvolvimento inicial da matemática e é a base do sistema numérico (SOUZA, 2014). Nessa pesquisa, o raciocínio quantitativo categoriza-se em raciocínio aditivo e raciocínio multiplicativo, em consonância com Nunes et al. (2016). O raciocínio aditivo caracteriza-se pela habilidade de juntar ou separar quantidades a partir de uma quantidade total, reconhecer a relação inversa entre adição e subtração e compreender situações comparativas. Já o raciocínio multiplicativo envolve a habilidade de realizar a correspondência um-para-muitos entre objetos e realizar distribuições igualmente. A construção desses conceitos em geral, ocorre até os nove anos de idade ou, pelo menos, até o 4º ano do Ensino Fundamental (SOUZA, 2014).

Outra habilidade que também influencia o desempenho em matemática e que compõe o conjunto de tarefas avaliadas nesta pesquisa é a memória de trabalho, que parece ter forte relação com o desempenho das crianças nessa área, pois elas constantemente utilizam os recursos da memória de trabalho para realizar as tarefas solicitadas em sala de aula, desde lembrar as instruções da atividade até armazenar e processar informações durante as operações matemáticas (CORSO; DORNELES, 2012). A seguir descreveremos cada uma das habilidades referidas.

1.1 ESTIMATIVA NUMÉRICA

O processo de realizar estimativas está presente tanto na escola quanto na vida cotidiana e é frequentemente utilizado por crianças e adultos. Algumas situações em que

utilizamos a estimativa são, por exemplo, para saber aproximadamente o valor total gasto no supermercado, para saber em quanto tempo chegamos em casa ou para ter uma ideia da distância entre dois lugares. Com certeza a vida se tornaria mais difícil sem a habilidade de estimar (SIEGLER; BOOTH, 2004).

Há um crescente interesse dos pesquisadores da área de Educação Matemática e da Psicologia no estudo do desenvolvimento da habilidade de realizar estimativas (LASKI; SIEGLER, 2007; SIEGLER; THOMPSON; OPFER, 2009; LINK et al., 2014; MOORE; ASHCRAFT, 2015), porém, existem diferentes tipos de estimativas. Alguns requerem conhecimentos específicos, o que pode dificultar o estudo do desenvolvimento dessa habilidade. Por exemplo, estimativas de tempo e distância ou até mesmo de quantidade de dinheiro, como nas situações citadas acima, requerem conhecimentos de unidades de medida como horas, minutos, metros, quilômetros e o entendimento do sistema monetário. Para outros tipos de estimativa não se faz necessário outro conhecimento matemático específico além do sistema numérico, como nos casos de estimar a quantidade de pessoas em uma sala ou a quantidade de doces em um recipiente. Esta variedade de atividades e conhecimentos prévios que alguns tipos de estimativa necessitam, dificultam a identificação do processo de realizar estimativas e a busca por um padrão que explique o desenvolvimento de tal habilidade (SIEGLER; BOOTH, 2004).

Até o momento, o que se sabe sobre o desenvolvimento da estimativa avaliado pelas tarefas da reta numérica é que as crianças mais novas, desde a Educação Infantil até o 5º ano, apresentam um desempenho logarítmico em seus padrões de estimativa, isto é, mantêm distâncias maiores para números menores e diminuem as distâncias entre números maiores. Esse comportamento de suas precisões vai tornando-se linear na medida em que ficam mais velhas e adquirem experiência escolar. A partir do 6º ano do Ensino Fundamental até a vida adulta, as precisões em suas estimativas vão aumentando gradativamente, apresentando um comportamento cada vez mais linear, ou seja, mantendo distâncias semelhantes entre os números (SIEGLER; OPFER, 2003; SIEGLER; BOOTH, 2004; FRISO-VAN DEN BOS; KROESBERGEN; VAN LUIT; XENIDOU-DERVOU; JONKMAN; VAN DER SCHOOT; VAN LIESHOU, 2015).

Em relação ao desempenho em matemática, podemos dizer que a estimativa é um recurso importante para a representação numérica, sendo uma parte central da compreensão matemática, pois exige uma integração entre o conhecimento numérico conceitual (familiaridade com os números, valor posicional, compreensão) e o conhecimento numérico de procedimento (estratégias, julgamento proporcional). Também por essa razão, a capacidade

de realizar estimativas está fortemente relacionada com medidas gerais do desempenho em matemática, como os testes padronizados, e com medidas dos processos numéricos específicos, como aritmética, categorização numérica e comparação de magnitudes numéricas (LASKI; SIEGLER, 2007; BOOTH; SIEGLER, 2008; SIEGLER et al., 2009; DACKERMANN et al., 2015). Já existem evidências de que a estimativa numérica está fortemente relacionada com o desempenho em matemática (SIEGLER; BOOTH, 2004; BOOTH; SIEGLER, 2006; MULDOON et al., 2011; ASHCRAFT; MOORE, 2012; MOORE; ASHCRAFT, 2015). Por isso, torna-se importante que estudos em Educação Matemática se preocupem com o desenvolvimento dessa habilidade, para entender de que forma ela poderia influenciar o desempenho dos estudantes desde os anos iniciais, pois assim, permite uma melhor compreensão da forma como a criança constrói esse conceito e, conseqüentemente, possibilita novas intervenções, para que se possa avaliar a adequação das práticas de ensino oferecidas para a aprendizagem da estimativa.

1.2 RACIOCÍNIO QUANTITATIVO

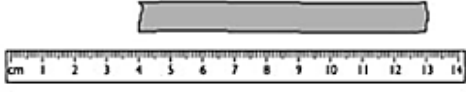
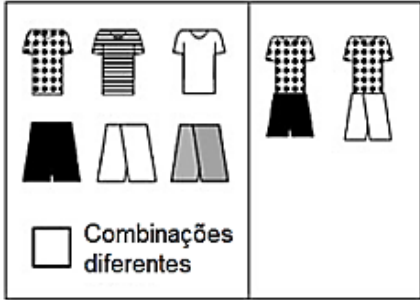
Na escola, os problemas matemáticos que são propostos para as crianças geralmente exigem apenas que o resultado e o procedimento estejam corretos, e, para que o procedimento seja o correto, se faz necessário utilizar a maneira de resolução de problemas proposta pelo professor. Dessa forma, não é evidenciada a importância do raciocínio envolvido ou das estratégias espontâneas de resolução das crianças. Assim, torna-se relevante pensar se para um bom desempenho em matemática é necessário apenas saber calcular bem, apenas saber raciocinar bem, ou saber ambos, conjuntamente.

A capacidade de calcular e a capacidade de raciocinar são importantes para a aprendizagem matemática e essas duas habilidades podem apresentar contribuições distintas para o desenvolvimento matemático das crianças na escola (NUNES; BRYANT; BARROS; SILVA, 2011). Dessa forma, quando os problemas são propostos para as crianças, elas devem raciocinar sobre a natureza desses problemas, se serão utilizadas relações de adição ou de multiplicação. Por isso, o raciocínio quantitativo torna-se essencial para a construção dos conceitos iniciais da matemática, pois está voltado para o entendimento das relações entre as quantidades (os números usados para representar as quantidades são secundários), enquanto que a aritmética se preocupa com as relações entre os números e o comportamento deles nas operações (NUNES et al., 2016).

As relações entre as quantidades no raciocínio quantitativo podem ser classificadas em dois grupos: raciocínio aditivo e multiplicativo. O raciocínio aditivo é baseado nas relações parte-todo entre as quantidades e o multiplicativo representa-se pelas relações de correspondência um-para-muitos e nas razões estabelecidas entre as quantidades. Os raciocínios aditivo e multiplicativo são essenciais para a compreensão das quatro operações fundamentais da matemática (adição, subtração, multiplicação e divisão) e suas relações. A partir do momento em que a criança coordena os esquemas necessários para a solução dos problemas matemáticos, ela irá desenvolver o raciocínio operatório e obterá um melhor desempenho nas tarefas de matemática (NUNES; CAMPOS; MAGINA; BRYANT, 2005).

Na Figura 1, podemos encontrar exemplos de problemas de raciocínio aditivo e multiplicativo que as crianças conseguem resolver sem realizar cálculos, mas utilizam a contagem. Muitas vezes as crianças confundem-se e utilizam o raciocínio aditivo em vez do raciocínio multiplicativo, ou vice-versa. Nesses problemas, muitas decisões devem ser tomadas pela criança, mesmo ela reconhecendo que o problema utiliza o raciocínio multiplicativo, por exemplo, ainda resta decidir se é necessário multiplicar ou dividir e, por último, qual número será o divisor e qual será o dividendo (NUNES et al., 2011). As decisões para os problemas não são fáceis de serem tomadas pelas crianças, as quais, algumas vezes, consideram mais importante o tamanho do número (que muitas vezes é irrelevante) do que a relação entre as quantidades.

Figura 1 – Problemas de raciocínio aditivo (esquerda) e de raciocínio multiplicativo (direita)

 <p>Resposta <input type="text"/> cm</p> <p>Aqui temos o desenho de uma fita e de uma régua.</p> <p>Qual é o comprimento da fita?</p> <p>Use a régua da figura para descobrir.</p>	 <p>Luís possui três diferentes camisetas e três diferentes bermudas. Você pode verificar as roupas do lado esquerdo da figura. Ele pode combinar as camisetas com as bermudas e vestir diferentes modelos de roupas. Você pode ver do lado direito da figura como o Luís pode combinar uma camiseta com duas bermudas diferentes e ter dois modelos de roupas diferentes.</p> <p>Se Luís trocar a camiseta e a bermuda para fazer outras combinações, quantas combinações diferentes ele pode fazer?</p>
---	---

Fonte: Retirado e adaptado de Nunes et al. (2011)

1.2.1 Raciocínio Aditivo

Desde antes de iniciar a vida escolar ou a partir do primeiro ano da escola, seja na Educação Infantil ou no Ensino Fundamental, as crianças já apresentam a capacidade de coordenar as ações de juntar e separar objetos através da contagem, por isso já conseguem resolver problemas envolvendo as relações entre o todo e suas partes (NUNES et al., 2005), como os exemplos descritos a seguir, adaptados de Nunes et al. (2005):

- Luísa tinha 3 livros, depois sua mãe lhe deu 5 livros. Quantos livros Luísa tem agora?
- Francisco tinha 11 carrinhos. Deu 2 desses carrinhos para seu irmão. Quantos carrinhos Francisco tem agora?
- Em uma caixa há 6 lápis vermelhos e 7 lápis verdes. Quantos lápis há na caixa?

Nesses problemas, é possível verificar que basta o aluno aplicar os esquemas de juntar ou de separar para resolver as questões. Embora as operações de adição e subtração sejam distintas, elas estão relacionadas a uma mesma estrutura de raciocínio a qual chamamos, em consonância com Nunes et al. (2016), de raciocínio aditivo.

O raciocínio aditivo se desenvolve quando as crianças percebem que as operações de adição e subtração estão relacionadas com as definições de aumentar e diminuir quantidades, também quando compreendem a relação inversa entre adição e subtração e em diversas situações, através de comparações e com montantes ausentes (SOUZA, 2014). Portanto, em consonância com Nunes et al. (2016), podemos classificar os problemas em três tipos de situações envolvidas no raciocínio aditivo:

- 1) Situações que envolvem composição aditiva, nas quais é necessário juntar ou separar as quantidades para se chegar ao resultado. Existem dois tipos de situações que envolvem composição aditiva: o total pode ser a parte que se quer encontrar (“Luísa tem 3 blusas brancas e 4 blusas amarelas. Quantas blusas ela tem?”) ou uma das partes pode ser desconhecida (“Luísa tem 7 blusas no total. Algumas são brancas e outras 4 são amarelas. Quantas blusas são brancas?”).
- 2) Situações que envolvem transformação, nas quais podem ser realizadas operações de adição ou subtração para se encontrar a resposta. Existem três tipos de situações possíveis: a parte desconhecida pode ser a quantidade inicial (“Ana tinha alguns adesivos. Ela brincou com suas amigas e ganhou 3 adesivos. Agora tem 12 adesivos. Quantos adesivos ela tinha?”), a transformação (“Ana tinha 9 adesivos e depois de brincar com suas amigas, ela ficou com 12 adesivos. Ana ganhou ou perdeu adesivos? Quantos?”) ou o resultado (“Ana tinha 9 adesivos, brincou com suas amigas e ganhou 3. Quantos adesivos ela tem agora?”).
- 3) Situações que envolvem relação de comparação, nas quais é esperada uma compreensão das palavras ‘mais’ ou ‘menos’. Por exemplo, “Fábio tem 13 livros e Zeca tem 8. Quem tem mais livros? Quantos a mais?” Existem três tipos de situações: a parte desconhecida pode ser a relação de comparação (Fábio tem 5 livros a mais, nesse exemplo), pode ser a parte de referência (“Fábio tem alguns livros. Ele tem 5 livros a mais do que Zeca. Zeca tem 8 livros. Quantos livros Fábio tem?”) ou a parte comparada (“Fábio tem 13 livros. Ele tem 5 livros a mais do que Zeca. Quantos livros Zeca tem?”).

Os problemas de composição aditiva aparecem em situações em que a criança precisa contar unidades de valores diferentes e coordená-las em uma quantia única. Isso pode ser verificado, inclusive, em nosso sistema numérico decimal que prevê uma organização na sequência numérica, pois cada número pode ser composto pela soma de dois números que o precedem, como por exemplo, $5 = 4 + 1$ ou $3 + 2$ (NUNES; BRYANT, 1997; NUNES et al., 2005), o que torna a composição aditiva essencial para a construção e ampliação do sistema

de numeração. No nosso sistema numérico, também existe uma organização multiplicativa, auxiliada pela nomenclatura dos números em nossa língua portuguesa: 20 indica duas dezenas ou 2×10 ; $40 = 4 \times 10$ e assim por diante. Isso significa que as unidades contadas podem ter valores diferentes, podendo ser unidades, dezenas, centenas, milhares, etc. Portanto, alguns problemas de composição aditiva podem ser propostos a partir de situações de contagem com dinheiro, utilizando moedas ou cédulas com diferentes valores, para se chegar a uma única quantia (NUNES; BRYANT, 1997; NUNES et al., 2005; NUNES et al., 2011; SOUZA, 2014).

Nos problemas de transformação, podemos perceber uma simples relação entre o todo e suas partes, exigindo a utilização direta dos esquemas de juntar ou separar a partir de uma quantidade total ou para se chegar a esse total de forma direta, ou exigindo a utilização de forma inversa desses esquemas, pois o problema sugere um esquema a partir da situação colocada, mas a solução exige a aplicação do esquema inverso. Por exemplo, “Júlia tinha alguns bombons. Ela deu 5 bombons para sua amiga. Júlia tem agora 9 bombons. Quantos bombons Júlia tinha?” Esse tipo de problema é importante para auxiliar a criança no desenvolvimento do conceito operatório de adição e subtração, reconhecendo a relação inversa entre essas duas operações (NUNES et al., 2005). Os problemas comparativos não envolvem transformações como nos problemas anteriores, apenas é esperado que a criança compreenda a palavra ‘mais’ ou ‘menos’ no sentido comparativo e consiga quantificar a comparação.

As tarefas de raciocínio aditivo descritas até o momento, juntamente com tarefas de raciocínio multiplicativo, compõem o conjunto de relações quantitativas avaliadas nas crianças participantes desta pesquisa. Os detalhes são descritos no subcapítulo reservado ao método da pesquisa.

1.2.2 Raciocínio Multiplicativo

O ensino da multiplicação baseia-se na ideia de que essa operação tem origem na adição repetida de parcelas iguais. No entanto, existe uma diferença significativa nos conceitos do raciocínio aditivo e multiplicativo (NUNES et al., 2005).

A essência do raciocínio aditivo está na ideia de que o todo é igual à soma das partes, baseando-se em relações parte-todo, enquanto que a essência do raciocínio multiplicativo está na existência de uma relação fixa entre duas quantidades, representando-se em relações de correspondência um-para-muitos e de razão entre as quantidades (NUNES et al., 2016).

O raciocínio multiplicativo envolve situações que podem ser classificadas em diferentes tipos, de acordo com a relação estabelecida entre as quantidades. Nesta pesquisa, três desses tipos se destacam:

- 1) Situações que envolvem uma relação direta entre as quantidades, podendo ser resolvidas pelas operações de multiplicação ou divisão, dependendo da quantidade desconhecida. Existem três tipos de problemas que podem ser elaborados nessas situações: problemas de multiplicação ("Fábio convidou três amigos para sua festa de aniversário. Para cada amigo ele quer dar cinco balões. Quantos balões ele precisa comprar?"), de divisão partitiva ("Fábio tem 15 balões. Ele vai distribuí-los igualmente entre seus três amigos. Quantos balões cada um vai ganhar?") ou de divisão por quotas ("Fábio vai fazer aniversário. Cada amigo que for a sua festa vai ganhar cinco balões. Fábio comprou 15 balões. Quantos amigos ele pode convidar?").
- 2) Situações que envolvem uma relação inversa entre as quantidades, podendo ser resolvida apenas por divisão, mesmo que utilize o esquema de correspondência um-para-muitos ("Antônio e Luís saem do mesmo ponto de partida, para andar de bicicleta. O caminho que Antônio percorreu tinha 200 m e o caminho de Luís, 600 m. Os dois chegam ao mesmo tempo no mesmo local. A velocidade deles era a mesma?").
- 3) Situações que envolvem produto de medidas, nas quais uma terceira quantidade é formada a partir de outras duas quantidades ("Luísa tem 2 tipos de saias e 3 tipos de blusas. Quantos tipos de conjuntos de roupas diferentes ela pode formar?").

Para as crianças, as situações de relação direta são geralmente mais fáceis do que as de relação inversa entre quantidades, talvez porque esses últimos são pouco frequentes em sala de aula. Nas situações diretas, os problemas que envolvem operações de multiplicação e de divisão partitiva possuem níveis semelhantes de dificuldade, entretanto, os problemas de divisão por quotas são mais difíceis para as crianças (NUNES et al., 2016). As dificuldades e erros em situações de relações entre quantidades, direta ou inversa, são bastante comuns. Muitos desses erros se dão pelo uso do raciocínio aditivo em problemas que necessitam o uso do raciocínio multiplicativo (NUNES et al., 2016).

Dessa maneira, é possível verificar as diferentes relações quantitativas necessárias para a compreensão das operações fundamentais e o quanto elas são essenciais para um bom desempenho em matemática tanto nos anos iniciais quanto nos anos escolares posteriores, pois, a partir do momento em que as relações entre as operações são bem compreendidas pela

criança, ela utiliza corretamente as estratégias ou esquemas para solucionar os problemas e consequentemente pode apresentar bons resultados na disciplina de forma geral.

1.3 MEMÓRIA DE TRABALHO E APRENDIZAGEM MATEMÁTICA

A memória de trabalho tem sido considerada um recurso cognitivo importante para o desempenho em matemática (GATHERCOLE; ALLOWAY, 2004; RAGHUBAR; BARNES; HECHT, 2010). Refere-se à combinação do armazenamento, por um curto período de tempo, e do processamento de informações necessárias para atividades mentais complexas, como a resolução de problemas matemáticos (GATHERCOLE; ALLOWAY, 2004; BADDELEY, 2011). A memória de trabalho é frequentemente citada na literatura como uma habilidade cognitiva determinante na aprendizagem matemática e há evidências de que defasagens na memória de trabalho prejudicam no desenvolvimento de habilidades matemáticas (ANDERSON; LYXELL, 2007; CORSO; DORNELES, 2012). Muitos estudos mostram uma estreita ligação entre a capacidade da memória de trabalho e habilidades cognitivas superiores, como aritmética e solução de problemas (GATHERCOLE; ALLOWAY, 2004; PASSOLUNGI; VERCELLONI; SCHADEE, 2007; CORSO, 2008; CORSO; DORNELES, 2012).

Quando as crianças utilizam um procedimento para resolver um problema, elas precisam armazenar mentalmente a informação do problema e os passos que utilizarão para chegar à solução, enquanto monitoram o que já foi feito e o que ainda precisa ser realizado. Nesse sentido, a memória de trabalho será responsável pela qualidade de retenção das informações para obter sucesso no procedimento. A conexão entre memória de trabalho e o desempenho em matemática é sustentada por estudos que indicam que o desempenho da memória de trabalho interfere no desempenho em matemática, sugerindo que crianças com baixo desempenho em matemática apresentam uma capacidade reduzida na memória de trabalho (GATHERCOLE; ALLOWAY, 2004; ANDERSSON; LYXELL, 2007; ANDERSSON, 2008; LEE; BULL, 2016).

Uma boa parte das pesquisas que verificaram a influência da memória de trabalho no desempenho em matemática adota o modelo proposto por Baddeley e Hitch, desenvolvido em 1974. Esse é o primeiro modelo proposto pelos autores e explica a memória de trabalho como sendo um sistema de memória de capacidade limitada, que está envolvido com o processamento e o armazenamento temporário de informação. Nesse modelo, os autores

propuseram três componentes da memória de trabalho: executivo central, componente fonológico e viso-espacial.

Esse primeiro modelo de memória de trabalho proposto por Baddeley e Hitch (1974) é frequentemente utilizado por várias áreas na ciência cognitiva. Uma evolução de tal modelo levou os pesquisadores a ampliar o quadro teórico, propondo um quarto componente de memória de trabalho, o *buffer* episódico (BADDELEY, 2000). O modelo atual indica que o executivo central carece de uma capacidade de armazenamento e propõe que esse componente é responsável pelo processamento da informação, enquanto que os outros dois subsistemas (componentes fonológico e viso-espacial) são responsáveis pelo armazenamento temporário de informações e dão suporte ao executivo central, sendo solicitados por ele quando necessário. Assim, os dados sugerem a necessidade de alguma forma de armazenamento reserva que seja capaz de dar suporte à recordação de uma sequência e de associar informações fonológicas, espaciais e informações de outros tipos (BADDELEY, 2000).

O autor sugere que o *buffer* episódico compreende um sistema de capacidade limitada e temporária de armazenamento que é capaz de integrar informações de diversas fontes. Esse quarto componente é controlado pelo executivo central, o qual possui a capacidade de recuperar as informações de forma consciente, refletir sobre elas e, se necessário, manipulá-las e modificá-las. O *buffer* episódico também proporciona um mecanismo para a criação de novas representações cognitivas que, por sua vez, podem facilitar a solução de problemas (BADDELEY, 2000; BADDELEY, 2011). Porém, como este quarto componente ainda é relativamente recente e devido à ausência de medidas específicas para a sua avaliação, pouco se sabe sobre sua relação com o desempenho em matemática.

Alguns estudos conduzidos para a investigação da relação entre memória de trabalho e desempenho em aritmética indicam que uma função identificada pelo componente *buffer* episódico é a habilidade de manter informações verbais e espaciais de forma integrada, função essa que se mostrou significativa para o desempenho em aritmética em dois aspectos (TOWSE; HOUSTON-PRICE, 2001; LEUNG, 2011). O primeiro deles diz respeito à representação numérica que pode ser codificada de diferentes formas (visual, espacial ou fonológica) e a habilidade de conversão entre uma forma e outra, por exemplo, a conversão de uma representação verbal para uma não-verbal, pode facilitar o cálculo e influenciar o desempenho em matemática. O segundo aspecto refere-se à habilidade de integrar informações de diferentes tipos, como reter e conduzir na memória informações verbais e visuais conjuntamente, indicando que essa habilidade possa contribuir para a solução de

cálculos mentais com multidígitos, especialmente em problemas de multiplicação e divisão (TOWSE; HOUSTON-PRICE, 2001; LEUNG, 2011).

Com relação aos demais componentes da memória de trabalho, a capacidade de armazenamento temporário, fornecida pelos componentes secundários (alça fonológica e esboço viso-espacial), é decisiva quando as crianças realizam cálculos mentais e por escrito. Em uma atividade de solução de problemas aritméticos, por exemplo, o executivo central é responsável por recuperar a informação sobre a operação a ser usada enquanto os outros dois subsistemas armazenam os números envolvidos no cálculo (CORSO; DORNELES, 2012). Já em adultos, esses dois componentes participam nos cálculos escritos, resolução de problemas e no desempenho matemático em geral. Entretanto, como as crianças apresentam uma habilidade matemática menos automatizada do que a dos adultos, elas necessitam, por consequência, muito mais de um sistema de armazenamento cognitivo (ANDERSON; LYXELL, 2007).

Alguns estudos mostraram que a contribuição dos componentes da memória de trabalho varia conforme a idade das crianças e o tipo de tarefa matemática proposta. Crianças até o 1º ano de escola utilizam estratégias de codificação viso-espaciais, enquanto que crianças maiores, de 3º e 4º anos, utilizam estratégias de codificação verbais (ANDERSON; LYXELL, 2007). Há evidências de que os três componentes da memória de trabalho demonstram-se essenciais para o processamento de cálculos mentais, porém suas funções variam conforme a demanda cognitiva do tipo de problema matemático solicitado e o nível de desenvolvimento das crianças (ANDERSON; LYXELL, 2007).

Quanto à relação entre memória de trabalho e estimativa numérica encontramos na literatura apenas um estudo que relacionou essas medidas. Esse estudo de Xenidou-Dervou e colaboradores (2014) investigou como as crianças resolvem problemas de adição e os mecanismos cognitivos subjacentes ao desempenho das crianças nesses problemas. Os autores também verificaram qual componente da memória de trabalho e qual forma de representação numérica mental apresentam relação com o desempenho nos problemas de adição. As tarefas de memória de trabalho utilizadas nesse estudo avaliaram apenas os componentes fonológico, viso-espacial e executivo central. Para acessar a representação numérica mental das crianças os autores utilizaram tarefas de estimativa na reta numérica. Os resultados dos autores sugeriram que a memória de trabalho e a capacidade de estimativa numérica apresentam relação com os problemas aditivos. Dessa maneira, verificamos, na presente pesquisa, as relações entre memória de trabalho, estimativa numérica e raciocínio quantitativo,

considerando o modelo atual de Baddeley (2000), que inclui o quarto componente, o *buffer* episódico.

1.5 HIPÓTESES E OBJETIVO

O objetivo geral desse estudo é verificar o desempenho em estimativa na reta numérica, em crianças de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental, e relacionar com o raciocínio quantitativo e com os componentes da memória de trabalho. Para nortear essa pesquisa, algumas questões são relevantes:

- a) Existem diferenças na precisão de estimativa entre as tarefas número-posição e posição-número?
- b) Qual a relação entre estimativa numérica e raciocínio quantitativo?
- c) Qual a relação entre o desempenho em estimativa na reta numérica e os componentes da memória de trabalho?

Partimos da premissa de que existem diferenças na precisão de estimativa nas tarefas número-posição e posição-número (SIEGLER; OPFER, 2003), de que quanto melhor a capacidade das crianças em realizar estimativas, melhor será o seu desempenho em tarefas de raciocínio quantitativo (BOOTH; SIEGLER, 2006) e de que há correlação entre a capacidade de memória de trabalho e as duas tarefas da reta numérica (XENIDOU-DERVOU; SCHOOT; LIESHOUT, 2014).

As hipóteses que norteiam o trabalho são: a) existem diferenças na precisão entre as duas tarefas de estimativa na reta numérica (número-posição e posição-número), b) existe relação entre o desempenho em estimativa numérica e raciocínio quantitativo e c) existe relação entre estimativa numérica e memória de trabalho.

1.6 MÉTODO

Esta pesquisa transversal teve a intenção de verificar as relações existentes entre estimativa numérica, memória de trabalho e raciocínio quantitativo. Para atingir os objetivos da pesquisa, foram realizados dois estudos: o primeiro estudo avaliou o desempenho dos participantes em duas tarefas de estimativa numérica. No segundo estudo, relacionou-se o desempenho nas tarefas de estimativa numérica com o desempenho nas tarefas de memória de trabalho e de raciocínio quantitativo. O método de cada estudo está detalhado nos capítulos seguintes.

Esta pesquisa contou com 186 crianças de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental de duas escolas públicas da rede municipal da cidade de Porto Alegre. Todos os alunos realizaram as atividades de avaliação da capacidade de estimativa, do raciocínio quantitativo e da memória de trabalho, porém, para fins de análise, foram retiradas da amostra crianças com nível intelectual abaixo do esperado, a partir da verificação do nível intelectual (QI dos estudantes), realizado pelo teste de raciocínio não-verbal avaliado pelas Matrizes Progressivas Coloridas de Raven – Escala Especial (ANGELINI; ALVES; CUSTÓDIO; DUARTE, W.; DUARTE, J., 1999), o qual foi aplicado por uma psicóloga. Nesse teste os estudantes são classificados de acordo com o escore obtido, sendo o percentil 50 classificado como “intelectualmente médio”, percentis acima de 50 são considerados “acima da média na capacidade intelectual” ou “intelectualmente superior” e percentis inferiores a 50 são classificados como abaixo da média intelectual ou com alguma deficiência intelectual (ANGELINI et al., 1999). Portanto, os alunos que obtiveram resultados em percentis superiores ou iguais a 50, considerando a padronização brasileira para escolas públicas, permaneceram no estudo. Esse teste foi escolhido por sua ampla aceitação em pesquisas como medida quantitativa do nível intelectual dos estudantes e pela possibilidade de aplicação coletiva, possibilitando a aplicação em um número maior de alunos, em tempo reduzido (SPERAFICO, 2016). O número total de participantes selecionados para análise dos resultados foi de 143 estudantes, 77 do 3º ano e 67 do 4º ano.

A quantidade de crianças participantes foi determinada a partir de um cálculo amostral, utilizando o software *Winpepi* (v11.48), para uma correlação igual a 0,3 (valor baseado no referencial Xenidou-Dervou et al., 2014), com poder de 90%, nível de significância de 5% e considerando uma perda de participantes de 10%.

Quanto à participação da pesquisa, foi solicitado primeiramente à Secretaria Municipal da Educação permissão para a realização da pesquisa nas escolas escolhidas, um termo de autorização para a realização da pesquisa para as escolas (ANEXO A), um termo de participação do professor responsável pela turma (ANEXO B) e um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO C) dos responsáveis dos alunos, em consonância com o projeto mais amplo, referido na apresentação desse trabalho.

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**, n. 78, 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**, n. 96, p. 197-228, 2007.

ANGELINI, A. L.; ALVES, I. C. B.; CUSTÓDIO, E. M.; DUARTE, W. F.; DUARTE, J. L. M. Matrizes Progressivas Coloridas de Raven: Escala Especial. São Paulo: Centro Editor de Testes e Pesquisas em Psicologia, 1999.

ASHCRAFT, M. H.; MOORE, A. M. Cognitive processes of numerical estimation in children. **Journal of Experimental Child Psychology**, n. 111, p. 246-267, 2012.

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

BADDELEY, A. Memória de Trabalho. In: A. Baddeley; M. C. Anderson; M. W. Eysenck. **Memória**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

BARTH, H. C.; PALADINO, A. M. The development of numerical estimation: Evidence against a representational shift. **Development Science**, n. 14, p. 125–135, 2011.

BOOTH, J. L.; SIEGLER, R. S. Developmental and Individual Differences in Pure Numerical Estimation. **Developmental Psychology**, v. 41, n. 6, p. 189–201, 2006.

BOOTH, J. L.; SIEGLER, R. S. Numerical magnitude representations influence arithmetic learning. **Child Development**, n. 79, p. 1016–1031, 2008.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: matemática/Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997. 142p

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

CORSO, L. V.; DORNELES, B. V. Qual o papel que a Memória de Trabalho Exerce na Aprendizagem da Matemática? **Bolema**, Rio Claro, SP, v. 26, n. 42B, p. 627-647, abr. 2012.

DACKERMANN, T.; HUBER, S.; BAHNMUELLER, J.; NUERK, H-C.; MOELLER, K. An integration of competing accounts on children's number line estimation. **Frontiers in Psychology**, v. 6, n. 884, 2015.

EBERSBACH, M.; LUWEL, K.; FRICK, A.; ONGHENA, P.; VERSCHAFFEL, L. The relationship between the shape of the mental number line and familiarity with numbers in 5- to 9-year-old children: Evidence for a segmented linear model. **Journal of Experimental Child Psychology**, n. 99, p. 1–17, 2008.

FRISO-VAN DEN BOS, I.; KROESBERGEN, E. H.; VAN LUIT, J. E. H.; XENIDOU-DERVOU, I.; JONKMAN, L. M.; VAN DER SCHOOT, M.; VAN LIESHOU, E. C. D. M. Longitudinal development of number line estimation and mathematics performance in primary school children. **Journal of Experimental Child Psychology**, n. 134, p. 12-29, 2015.

GATHERCOLE, S. E.; ALLOWAY, T. P. Working memory and classroom learning. **Professional Association for Teachers of Students with Specific Learning Difficulties**, n. 17, p. 2-12, 2004.

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. **Children Development**, v. 68, n. 6, p. 1723-1743, 2007.

LEE, K.; BULL, R. Developmental changes in working memory, updating, and math achievement. **Journal of Educational Psychology**, v. 108, n. 6, p. 869-882, 2016.

LINK, T.; NUERK, H-C.; MOELLER, K. On the relation between the mental number line and arithmetic competencies. **The Quarterly Journal of Experimental Psychology**, v. 67, n. 8, 2014.

MOORE, A. M.; ASHCRAFT, M. H. Children's mathematical performance: Five cognitive tasks across five grades. **Journal of Experimental Child Psychology**, n. 135, p. 1–24, 2015.

MULDOON, K.; SIMMS, V.; TOWSE, J.; BURNS, V.; YUE, G. Cross-Cultural comparisons of 5-years-old's estimating mathematical ability. **Journal of Cross-Cultural Psychology**, n. 42, p. 669-681, 2011.

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

NUNES, T.; CAMPOS, T. M. M.; MAGINA, S.; BRYANT, P. **Educação Matemática 1: Números e Operações Numéricas**. São Paulo: Cortez, 2005.

NUNES, T.; BRYANT, P.; BARROS, R.; SILVA, K. The relative importance of two different mathematical abilities to mathematical achievement. **British Journal of Educational Psychology**, 2011.

NUNES, T.; DORNELES, B.V.; LIN, Pi-Jen; RATHGEB-SCHNIERER, E. ICME-13 Topical Surveys. **Teaching and Learning about Whole Numbers in Primary School**. Springer Open, 2016.

PASSOLUNGI, C.; VERCELLONI, B.; SCHADEE, H. The precursors of mathematics learning: working memory, phonological ability and numerical competence. **Cognitive Development**, p. 165-184, 2007.

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**, n. 20, p. 110–122, 2010.

SIEGLER, R. S.; OPFER, J. E. The Development of numerical estimation: Evidence for Multiple Representation of Numerical Quantity. **Psychology Science**, v. 14, n. 3, 2003.

SIEGLER, R. S.; BOOTH, J. L. Development of numerical estimation in young children. **Child Development**, n. 75, 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**, v. 3, n. 3, p. 143-150, 2009.

SOUZA, E. K. de. **Formação continuada de professores na área da matemática inicial**. 2014. 190 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

SPERAFICO, Yasmini Lais Spindler. **Caracterização do desempenho aritmético e intervenção com estudantes com Transtorno de Déficit de Atenção / Hiperatividade** - Porto Alegre, 2016. 155 f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação. Faculdade de Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

XENIDOU-DERVOU, I.; SCHOOT, M. van der; LIESHOUT, E. C. D. M. van. Working memory and number line representations in single-digit addition: Approximate versus exact, nonsymbolic versus symbolic. **The Quarterly Journal of Experimental Psychology**, v. 68, n. 6, p. 1148-1167, 2014.

2 DESEMPENHO EM ESTIMATIVA NUMÉRICA DE UM GRUPO DE ALUNOS DE 3º E 4º ANOS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Resumo

Este estudo verificou a capacidade de estimativa numérica de alunos de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental de duas escolas públicas de Porto Alegre. No total, 143 crianças entre 8 e 11 anos de idade, foram avaliadas em duas tarefas de estimativa na reta numérica numa escala de 0 a 100: a número-posição e a posição-número. Os resultados indicaram uma representação linear das precisões dos participantes nos dois tipos de tarefa. Também mostraram que o desempenho do 4º ano foi superior ao do 3º ano e que a representação numérica apresenta um comportamento mais linear no 4º do que no 3º ano. De maneira geral, os estudantes apresentaram precisões mais aguçadas na tarefa posição-número, porém houve concordância entre as estimativas nos dois tipos de tarefa, indicando uma associação direta entre as duas tarefas de estimativa na reta numérica.

Palavras-chave: Estimativa numérica. Reta numérica.

Abstract

This study verified the ability for numerical estimation of 3rd and 4th graders from two public schools in Porto Alegre. In total, 143 children between 8 and 11 years old were evaluated in two number line estimation tasks on a scale from 0 to 100: number-to-position and position-to-number. The results indicated a linear representation of the accuracy of the participants in both tasks. They also showed that the performance of the 4th graders was higher than the 3rd graders and that the numerical representation shows a more linear development on 4th grade than on the 3rd grade. In general, the students presented more accuracy on the position-to-number task, but there was a correlation between the two types of task, indicating a direct association between the two number line estimation tasks.

Key-words: Number Estimation. Number line estimation task.

Introdução

A estimativa numérica é um processo de tradução entre representações quantitativas, no qual uma é aproximada e outra é numérica. A tarefa de estimativa na reta numérica requer a tradução de um número para uma posição no espaço, na reta numérica, ou pode ser ao contrário, a tradução de uma posição espacial na reta numérica para um número (SIEGLER; BOOTH, 2005; SIEGLER et al., 2009).

Pesquisas na área têm verificado a importância da estimativa numérica para o desempenho em matemática (SIEGLER; BOOTH, 2004; BOOTH; SIEGLER, 2006; LASKI; SIEGLER, 2007; MULDOON et al., 2011; LINK et al., 2014; MOORE; ASHCRAFT, 2015),

indicando que as crianças desenvolvem o entendimento de número, quantidade e relações numéricas desde muito cedo. Nesse sentido, a representação mental de número das crianças auxilia na avaliação dessas habilidades numéricas. Autores sugerem que essas representações são realizadas por meio de uma reta numérica mental, na qual os números são ordenados de acordo com sua magnitude e as comparações entre eles podem ser feitas estimando-se mentalmente sua localização na reta numérica (LASKI; SIEGLER, 2007; LINK et al., 2014; FRISO-VAN DEN BOS et al., 2015). Assim, a tradução de números em posições na reta numérica fornece informações sobre suas representações mentais de magnitudes numéricas, por isso um instrumento comumente utilizado para verificar tais representações, é a tarefa de estimativa na reta numérica (SIEGLER et al., 2009; FRISO-VAN DEN BOS et al., 2015).

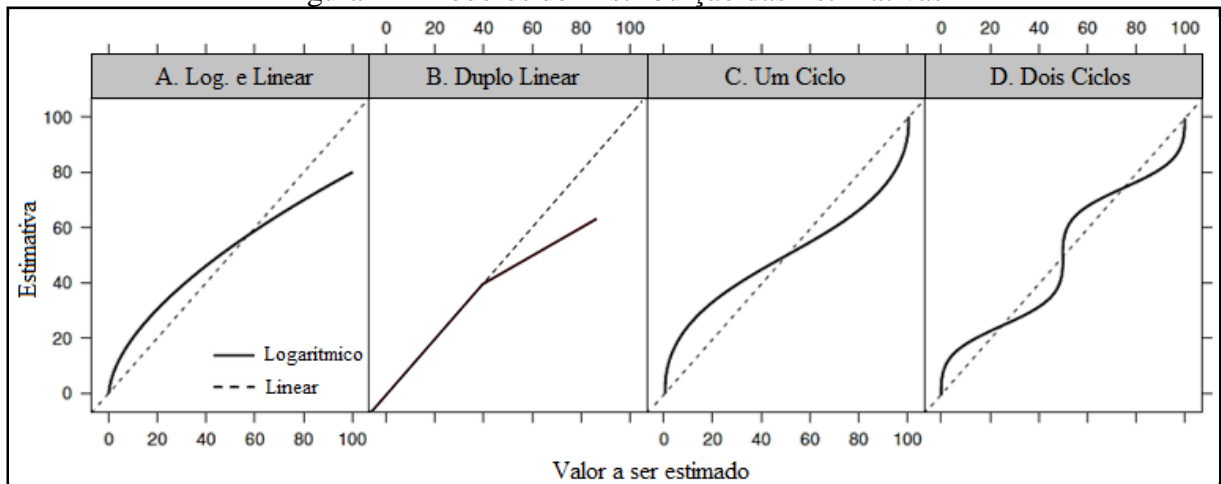
A representação mental dos números e o seu desenvolvimento têm sido assunto de muitas pesquisas já que tem sido considerado de grande importância para a aquisição do conhecimento matemático. Os estudos sobre as representações numéricas mentais e de como elas influenciam a capacidade de estimativa, começaram com a Lei de Weber-Fechner, a qual descreve a relação existente entre a magnitude física de um estímulo e a intensidade do estímulo que é percebida, ou seja, descreve a resposta do indivíduo a um estímulo físico de uma maneira quantitativa (SIEGLER; OPFER, 2003; XU; CHEN; PAN; LI, 2013).

Uma das tarefas comumente utilizadas para avaliar a representação numérica, é a tarefa de estimativa na reta numérica, na qual os participantes são solicitados a estimar a localização de um número em uma linha geralmente delimitada pelos valores 0 à esquerda e 100 à direita. Esta tarefa auxiliou pesquisadores em estudos sobre os modelos de representações numéricas. Dehaene (1997) propôs o Modelo Logarítmico (Fig. 2A), o qual sugere que as crianças aumentam as distâncias entre os números menores e diminuem as distâncias entre os números maiores, por exemplo, a distância representada entre 10 e 20 será maior do que a distância representada entre 80 e 90.

Um estudo realizado por Siegler e Opfer (2003), utilizou duas tarefas na reta numérica, a tarefa número-posição (estimar a localização de um número na reta numérica) e a tarefa posição-número (estimar um número a partir de sua localização na reta numérica), em 32 crianças de Educação Infantil, 2º, 4º e 6º anos do Ensino Fundamental. Esse estudo indicou que as precisões das estimativas melhoram conforme a idade da criança, porém entre as tarefas houve diferença na distribuição das precisões. A tarefa número-posição apresentou uma distribuição logarítmica e a tarefa posição-número, uma distribuição exponencial, que é oposta à logarítmica (menores distâncias entre números menores e maiores distâncias entre números maiores).

Em seguida, Siegler e Booth (2004) identificaram que as crianças passam de uma representação logarítmica para uma representação linear de acordo com o intervalo numérico que está sendo avaliado (SIEGLER; OPFER, 2003; SIEGLER; BOOTH, 2004; BOOTH; SIEGLER, 2006; LASKI; SIEGLER, 2007). Os autores avaliaram 85 crianças de Educação Infantil, 1º e 2º anos do Ensino Fundamental. A representação linear (Figura 2A) sugere que as distâncias representadas entre os números se mantêm proporcionais, independente da magnitude numérica. Portanto, conforme aumentam os anos escolares e as crianças ficam mais velhas, mais lineares se tornam as suas representações dos números na reta numérica, ou seja, as crianças tendem a manter distâncias proporcionais entre os números, e isso é explicado pelos autores pela familiaridade das crianças com o intervalo numérico proposto.

Figura 2 – Modelos de Distribuição das Estimativas



Fonte: Adaptado de Rouder e Geary (2014)

Nos últimos anos, pesquisadores propuseram modelos alternativos de representação numérica como, por exemplo, o Modelo Duplo Linear (Figura 2B), proposto por Ebersbach e colaboradores (2008), no qual eles indicam que a representação é segmentada em duas representações lineares separadas por um determinado número; isto é, as crianças representam mais precisamente a localização dos números que são conhecidos para elas e mantêm as distâncias proporcionais entre eles até o ponto de separação entre as representações. A partir desse ponto, as crianças diminuem as distâncias representadas entre os números que são desconhecidos para elas, mas essas distâncias continuam proporcionais entre si. Por exemplo, supondo que o ponto de separação entre as duas representações seja o número 10, as crianças irão localizar com maior precisão os números abaixo de 10, mas serão menos precisas com os números acima de 10. Porém, ambas as representações apresentarão o comportamento linear,

isto é, as distâncias entre os números serão proporcionais entre si, sendo representadas em proporção maior para os números acima de 10, nesse caso.

Os autores explicam que esse ponto de separação está associado à familiaridade das crianças com os números que estão sendo avaliados. Esse modelo também é proposto por Moeller e colaboradores (2009), porém, esses autores indicam que o ponto de separação entre as representações se dá pelos números de um dígito e números de dois dígitos.

Por outro lado, Barth e Paladino (2011) propuseram as versões de um e de dois ciclos do Modelo Proporcional. Neste modelo, marcados os pontos das extremidades da reta, por exemplo 0 e 100, as crianças marcam o ponto central, no caso 50, estimando melhor a posição de números abaixo da metade e estimando pior os números que ficam acima da metade, na versão de um ciclo (Figura 2C). Já na versão de dois ciclos (Figura 2D), os autores explicam que, marcadas as extremidades 0 e 100, as crianças marcam os quartis 25, 50 e 75 e obtêm um bom desempenho de estimativa entre 0 e 25 e entre 50 e 75, porém o desempenho não é tão bom entre 25 e 50 e entre 75 e 100. Esses estudos evidenciam a versão de um ciclo em crianças de 5 anos de idade e a versão de dois ciclos em crianças de 6 a 8 anos de idade.

Um estudo recente de Dackermann e colaboradores (2015) propõe uma integração desses modelos, a qual compartilhamos (DORNELES; DURO; RIOS; NOGUES; PEREIRA, 2017) na presente pesquisa. Essa ideia de integração indica que esses modelos são complementares, pois cada um provê uma maneira de compreender a representação de estimativa na reta numérica em um determinado momento do desenvolvimento. Os autores sugerem que os padrões de representação de estimativa na reta numérica refletem diferentes estágios de desenvolvimento da compreensão das crianças sobre a estrutura do sistema numérico e do valor-posicional, bem como as relações de proporção entre os números.

Dessa maneira, o modelo de integração sugere que aspectos de cada um dos modelos de representação na reta numérica sejam levados em consideração. Assim, é proposto que esses padrões de representação dependem do intervalo numérico sendo avaliado, da idade das crianças e da familiaridade com esse intervalo (SIEGLER; BOOTH, 2004; BOOTH; SIEGLER, 2006) e que o desconhecimento das crianças de grandes magnitudes numéricas pode influenciar a sua capacidade de estimar (EBERSBACH et al., 2008). Portanto, conforme o aumento dos anos escolares, a compreensão das crianças sobre a estrutura do sistema numérico o do valor-posicional parece influenciar mais fortemente os padrões de estimativa (MOELLER et al., 2009). Deste modo, somente depois das crianças estarem familiarizadas com o intervalo numérico que será avaliado e dominarem a estrutura de valor-posicional do sistema numérico, parece ser mais vantajoso basear-se em estratégias de julgamento-

proporcional, como indicado pelos modelos de um e de dois ciclos sugeridos por Barth e Paladino (2011).

Assim, os autores do modelo de integração, consideram que tanto os aspectos conceituais, como a familiaridade com os números, quanto os aspectos de procedimento, como os julgamentos de proporção, permitem uma compreensão mais abrangente do desenvolvimento das crianças em estimativa na reta numérica. Essa ideia de integrar os modelos parece ser relevante, também, para as relações entre o desempenho em estimativa numérica e o desempenho em matemática (DACKERMANN et al., 2015).

No presente estudo avaliou-se o desempenho de um grupo de alunos de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental em duas tarefas de estimativa numérica e verificou-se em qual tarefa esses estudantes apresentaram melhor precisão de estimativa e o modelo de distribuição que melhor se adequa às estimativas dos participantes.

2.1 MÉTODO

2.1.1 Participantes

A amostra deste estudo foi composta por 144 alunos de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental de duas escolas municipais da cidade de Porto Alegre. Essas escolas foram escolhidas a partir de critérios de conveniência, quantidade de alunos e características socioeconômicas semelhantes.

Inicialmente foram avaliados 186 estudantes no teste de raciocínio não-verbal das Matrizes Progressivas Coloridas de Raven – Escala Especial (ANGELINI et al., 1999) mantendo-se na amostra os estudantes com percentil de $QI \geq 50$, totalizando 144 estudantes ($M = 9,8$ anos e $DP = 0,74$). A Tabela 1 apresenta a caracterização da amostra.

Tabela 1 – Caracterização da amostra

	Geral		Percentil < 50		Percentil ≥ 50	
	N	%	N	%	N	%
Gênero						
Feminino	81	43,55	18	42,86	63	43,75
Masculino	105	56,45	24	57,14	81	56,25
Escolaridade						
3º ano	98	52,69	21	50	77	53,47
4º ano	88	47,31	21	50	67	46,53
Idade						
8	27	14,52	4	9,52	23	15,97
9	70	37,63	11	26,19	59	40,97
10	71	38,17	17	40,48	54	37,50
11	18	9,68	10	23,81	8	5,56

2.1.2 Tarefas de Avaliação da Estimativa Numérica

Duas tarefas de estimativa numérica foram aplicadas para avaliar a capacidade de realizar estimativas dos participantes. A primeira tarefa foi a número-posição (NP) que consiste em solicitar ao participante que localize a posição de um número em uma reta marcada apenas com as extremidades 0 a esquerda e 100 a direita. A segunda tarefa, posição-número (PN), foi semelhante à primeira, também consistiu em mostrar ao participante uma reta numérica marcada com as extremidades 0 e 100 e outra marcação entre esses dois valores, coube ao participante estimar o valor correspondente à marcação dada. Essas duas tarefas foram adaptadas de Siegler e Opfer (2003). Os 22 números a serem estimados foram retirados de Laski e Siegler (2007), são eles: 2, 3, 5, 8, 12, 17, 21, 26, 34, 39, 42, 46, 54, 58, 61, 67, 73, 78, 82, 89, 92, 97. Esses números foram apresentados de forma aleatória e as crianças marcavam ou anotavam suas estimativas em um caderno contendo uma reta numérica, em cada página, para cada número a ser estimado (Apêndices A e B). A tarefa foi aplicada em grupos de, no máximo, 10 alunos e teve duração média de 30 minutos por grupo de alunos.

2.1.3 Tarefa de Avaliação do Raciocínio Não-verbal

As Matrizes Progressivas Coloridas de Raven – Escala Especial (ANGELINI et al., 1999) foram utilizadas para avaliar a capacidade de raciocínio não-verbal dos participantes. Nessa tarefa as crianças eram solicitadas a observar uma imagem em que está faltando um pedaço, a partir disso deveriam selecionar entre 6 opções, qual completa corretamente a

imagem, anotando em uma folha resposta a sua opção escolhida. O teste é composto de um total de 36 questões divididas em três séries. Essa tarefa foi aplicada e corrigida por uma psicóloga que avaliou coletivamente as crianças em pequenos grupos. Esse teste foi escolhido por ser amplamente aceito em pesquisas para avaliação coletiva dos participantes.

2.1.4 Análise

Inicialmente foram analisadas as distribuições das variáveis pelo teste de normalidade de *Shapiro-Wilk*. Em seguida, foi realizado o teste de comparação não-paramétrico de *Mann-Whitney* para verificar diferenças no desempenho em estimativa numérica de acordo com o QI, gênero e ano escolar, e o teste de correlação de *Spearman* para verificar associação entre o desempenho em estimativa e a idade.

O desempenho em estimativa numérica foi determinado pelo cálculo da precisão com que os alunos estimaram cada número solicitado, ou seja, pelo cálculo da porcentagem do erro absoluto de cada criança. Esse cálculo é adaptado de Siegler e Booth (2004) e representado pela seguinte fórmula:

$$\left| \frac{\text{Estimativa feita pela criança} - \text{Número a ser estimado}}{\text{Escala de estimativas (100)}} \right|$$

Essa fórmula pode ser explicada da seguinte forma: se uma criança é solicitada a estimar o número 40, mas realiza uma marcação correspondente ao número 30, a porcentagem do erro absoluto será de 10%. Esse valor corresponde ao resultado de $\left| \frac{30-40}{100} \right|$, de acordo com a fórmula apresentada. Portanto, quanto menor esse valor mais precisa é a estimativa realizada pela criança.

O QI foi determinado pelo teste de raciocínio lógico não-verbal utilizando-se as Matrizes Progressivas Coloridas de Raven – Escala Especial (ANGELINI et al., 1999), que consideram os percentis maiores ou iguais do que 50 como médio ou acima da média.

Para verificar associação entre o desempenho nos dois tipos de tarefa de estimativa numérica, foi conduzido o teste de correlação de *Spearman*. Também foram analisadas as distribuições das precisões das estimativas das crianças nas tarefas NP e PN de acordo com os modelos logarítmico e linear, os quais são observados no desempenho das crianças dos mesmos anos escolares avaliados neste estudo (SIEGLER; OPFER, 2003; BOOTH; SIEGLER, 2006; SIEGLER et al., 2009; LINK et al., 2014). Além disso, foi conduzida uma análise gráfica de *Bland Altman* para verificar a concordância entre as médias das precisões

nos dois tipos de tarefa de estimativa numérica. Para tanto, os números 2, 58 e 97 das tarefas foram escolhidos por estarem próximos ao início, à metade e ao final da reta numérica.

2.2 RESULTADOS

A capacidade de realizar estimativas foi avaliada por dois tipos de tarefas de estimativa numérica: a número-posição (NP) e a posição-número (PN). O desempenho nas tarefas foi organizado de acordo com a média das precisões de cada criança por tipo de tarefa. Os dados dos participantes foram separados de acordo com o desempenho no teste de QI ($QI \geq 50$ ou $QI < 50$) e comparou-se com as médias de NP ($U = 4353, p < 0,05$) e PN ($U = 4252, p < 0,05$), observando-se que existe diferença estatisticamente significativa entre o QI e as duas tarefas de estimativa, conforme mostra a Tabela 2. Portanto as crianças com $QI \geq 50$ apresentam resultados melhores do que as crianças com QI mais baixo.

Tabela 2 – Comparação entre Estimativa Numérica e QI

	Raven percentil ≥ 50		Raven percentil < 50	
	NP	PN	NP	PN
N	144		42	
Média	0,100*	0,089*	0,151*	0,228*
DP	0,050	0,057	0,077	0,368
Percentis				
25	0,064	0,052	0,107	0,071
50	0,089	0,074	0,130	0,116
75	0,120	0,107	0,208	0,230

*Correlação significativa ao nível de 0,05

Ao relacionar o desempenho nas tarefas de estimativa numérica com gênero, idade e ano escolar, houve diferença estatisticamente significativa (NP: $U = 1827, p < 0,05$; PN: $U = 1767,5, p < 0,05$) apenas com o ano escolar, indicando que o desempenho dos alunos de 4º ano (média NP = 0,086, DP = 0,038; média PN = 0,074, DP = 0,037) foi melhor do que o desempenho dos alunos de 3º ano (média NP = 0,11, DP = 0,055; média PN = 0,099, DP = 0,056).

Dessa maneira, optou-se por manter na amostra apenas os alunos com QI médio ou acima da média (percentil ≥ 50) e aqueles com estimativas dentro da escala de 0 – 100, ou seja, estudantes que estimaram valores fora dessa escala, por exemplo, números maiores do

que 100, foram retirados da amostra. A amostra final, considerada para as demais análises, é de 143 estudantes, 77 do 3º ano e 67 do 4º ano do Ensino Fundamental.

A partir de uma análise de correlação, verificou-se que os desempenhos nas tarefas NP (M = 0,10, DP = 0,05) e PN (M = 0,09, DP = 0,06) apresentaram correlação moderada e significativa ($r_s = 0,66$; $p < 0,01$), indicando que quanto melhor o desempenho na tarefa NP, melhor o desempenho na tarefa PN.

Uma análise descritiva foi realizada para identificar em quais números, propostos nas tarefas, os participantes apresentaram um melhor desempenho em estimativa (Gráfico 1). Assim, verificou-se que tanto na tarefa NP quanto na PN as crianças obtiveram uma estimativa melhor com os números 2, 3, 5 e 97, porém na tarefa NP o desempenho foi inferior com os números 17, 21, 26, 34 e 89 (Gráfico 1). Já na tarefa PN as crianças não apresentaram um bom desempenho de estimativa nos números 42, 58, 61 e 67 (Gráfico 2).

Gráfico 1 – Médias das precisões em cada número a ser estimado na tarefa NP

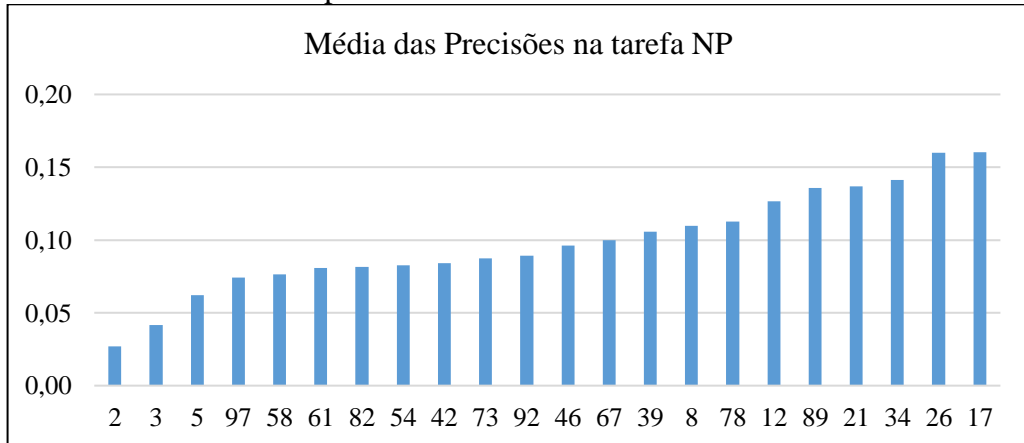
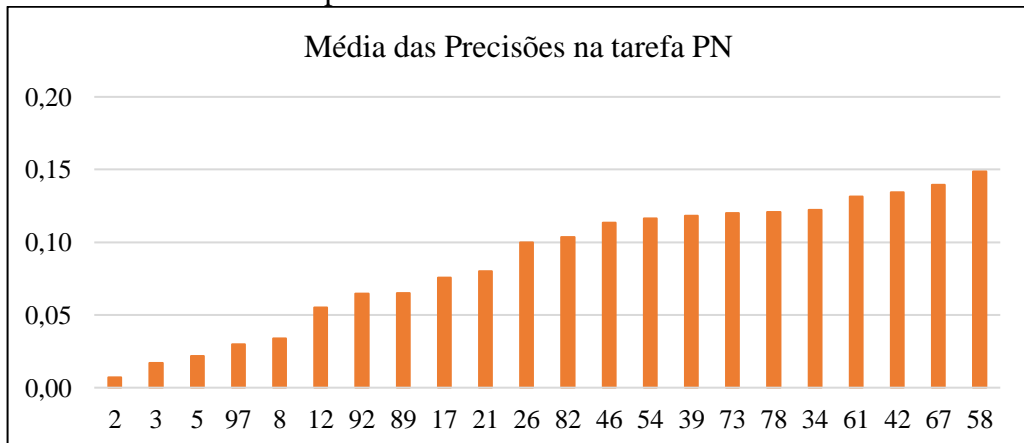
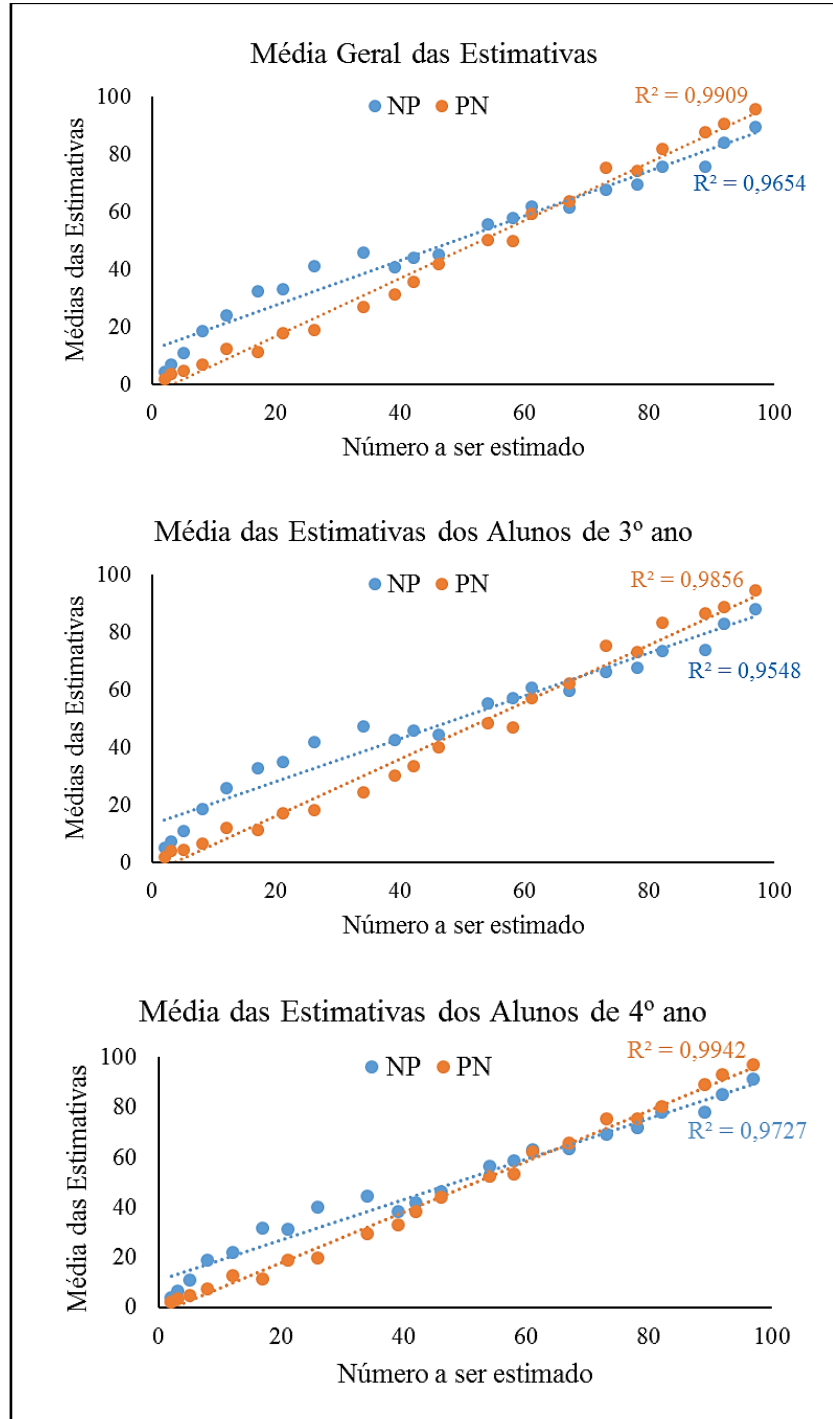


Gráfico 2 – Médias das precisões em cada número a ser estimado na tarefa PN



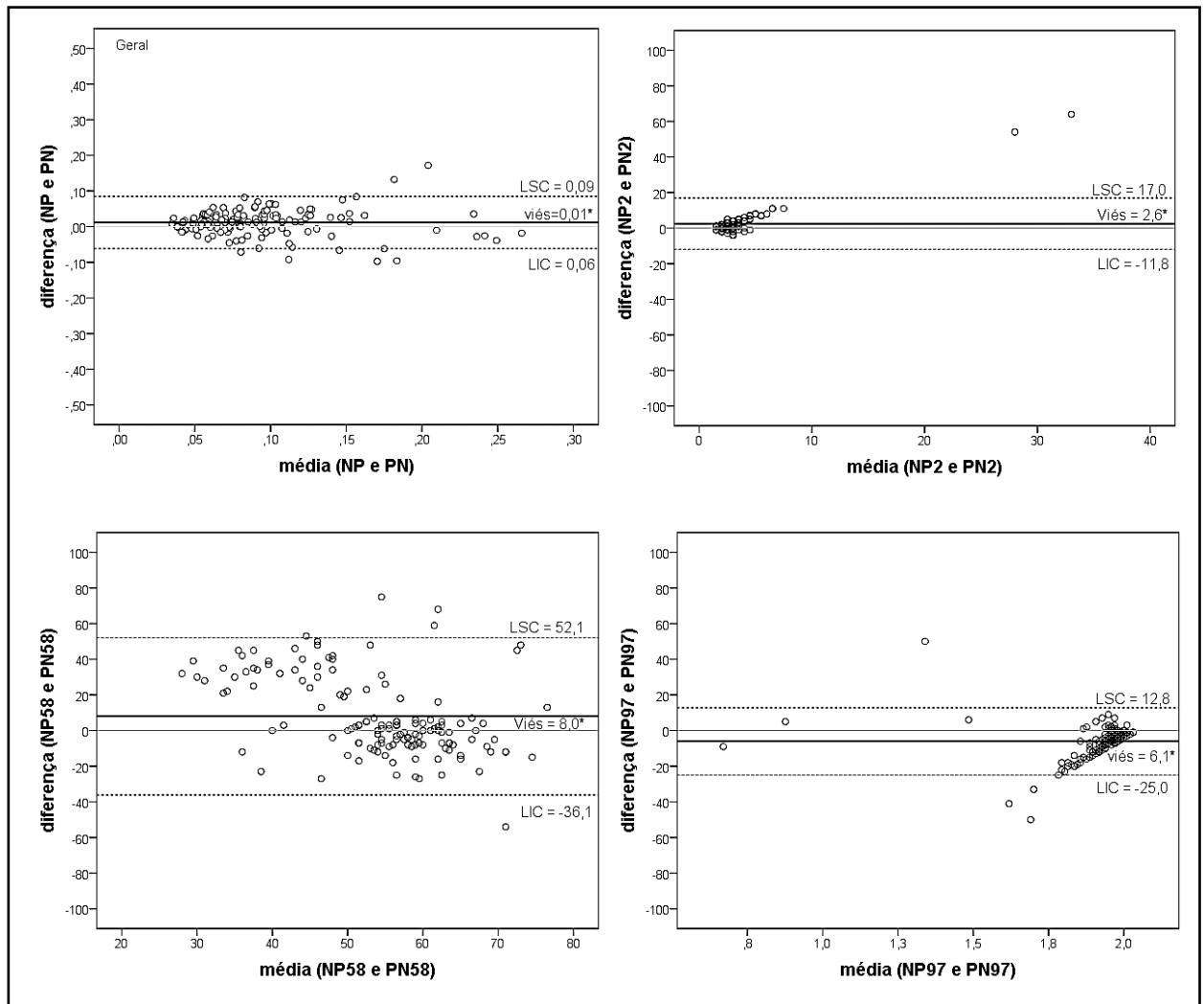
Decidiu-se, então, realizar uma análise de regressão linear para verificar a distribuição das estimativas das crianças e conferir, a partir de um teste de comparação de médias (Teste *t* de *Student*), se a distribuição das estimativas apresentou um comportamento melhor explicado pelo modelo logarítmico ou pelo linear. Essas análises indicaram que tanto na tarefa NP quanto na tarefa PN, as médias das estimativas foram melhor explicadas pelo modelo linear. Na tarefa NP, a equação linear representou 96,5% ($t(21) = 2,17, p < 0,05$) da variância das médias das estimativas, considerando toda a amostra, e 99,1% na tarefa PN ($t(21) = 7,26, p < 0,01$). Quando avaliada de acordo com a escolaridade, a distribuição das médias dos alunos de 3º ano pôde ser explicada igualmente pelos dois modelos na tarefa NP, pois a equação linear representou 95,5% e a equação logarítmica representou 90,7% das variâncias das médias, não havendo diferença estatisticamente significativa entre os dois modelos ($t(21) = 1,33, p = 0,198$). Na tarefa PN, a distribuição das estimativas dos alunos de 3º ano se adequou melhor ao modelo linear, pois a equação linear representou 98,6% ($t(21) = 7,27, p < 0,001$) das variâncias das médias. Para os estudantes de 4º ano, a equação linear representou 97,3% ($t(21) = 3,02, p < 0,05$) na tarefa NP e 99,4% ($t(21) = 7,3, p < 0,001$) na tarefa PN. Esses resultados podem ser verificados na Figura 3. De maneira geral, percebemos que as médias das estimativas das crianças foram melhor explicadas pelo modelo linear mesmo quando analisadas de acordo com a escolaridade.

Figura 3 – Gráficos das distribuições das médias das estimativas dos estudantes



Para verificar a concordância entre as estimativas das crianças nas duas tarefas, foi conduzida uma análise gráfica de *Bland Altman* (Figura 4), para tal foram escolhidos os números 2, 58 e 97.

Figura 4 – Gráficos das diferenças entre as médias nas tarefas NP e PN



Legenda: LSC (Limite Superior de Concordância), LIC (Limite Inferior de Concordância)

Com isso, é possível verificar que existe concordância entre as estimativas das crianças nos dois tipos de tarefa, isto é, elas realizaram estimativas próximas para um mesmo número a ser estimado.

2.3 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo verificar a capacidade de estimativa de um grupo de alunos de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental. As precisões dos alunos foram avaliadas por duas tarefas de estimativa na reta numérica, a NP e a PN, e foram analisadas as distribuições das precisões dos alunos de acordo com os modelos logarítmico e linear de representação.

Entre os anos escolares avaliados, a média de idades não apresentou diferença estatisticamente significativa para as tarefas avaliadas e há pouca diferença em relação ao conhecimento numérico por parte das crianças. Entretanto, o desempenho nas tarefas de estimativa numérica apresentou diferença significativa entre os 3º e 4º anos escolares. Com isso, percebe-se que há relação entre o desempenho em estimativa numérica e o ano escolar, indicando que a experiência e o aumento da escolaridade apuram a acurácia nesse tipo de tarefa, como encontrado em estudos anteriores (SIEGLER; OPFER, 2003; BOOTH; SIEGLER, 2006, LASKI; SIEGLER, 2007).

Conforme as crianças ficam mais velhas, suas precisões na tarefa de estimativa numérica são cada vez melhores. A precisão melhora em consequência de as crianças adquirirem maior entendimento sobre número e suas relações, aprenderem que os números maiores se posicionam mais à direita na reta numérica e que a distância entre 10 e 20 é a mesma entre 80 e 90, por exemplo (LASKI; SIEGLER, 2007; FRISO-VAN DEN BOS et al., 2015). Essa acurácia mais desenvolvida resulta em associações mais lineares, entre as posições dos números e seus valores reais e quanto mais precisas e lineares são as estimativas, melhor o desempenho em tarefas de matemática (FRISO-VAN DEN BOS et al., 2015).

A partir dos resultados encontrados, foi possível verificar associação entre o desempenho das crianças nas duas tarefas de estimativa numérica, isto é, os participantes que apresentaram bom desempenho na tarefa NP também apresentaram bom desempenho na tarefa PN. Quando analisadas as distribuições das estimativas, encontrou-se que em ambas as tarefas as crianças apresentaram médias de estimativa de acordo com o Modelo Linear, contrastando com o estudo de Siegler e Opfer (2003), no qual encontraram distribuição logarítmica para a tarefa NP e distribuição exponencial para a tarefa PN. A distribuição linear encontrada nos resultados deste estudo pode ser explicada pela estratégia utilizada pela maioria dos participantes, que contavam realizando traços com espaçamento semelhante entre eles, até encontrarem a posição do número a ser estimado.

Quando analisados os números nos quais as crianças obtiveram melhores e piores precisões, foi constatado que tanto na tarefa NP quanto na tarefa PN os números com melhor precisão 2, 3, 5 e 97, encontram-se próximos às extremidades da reta numérica. Já as precisões piores foram encontradas com números distintos para cada tarefa, porém a maioria desses números localizam-se nos 2º e 3º quartis da reta numérica, ou seja, entre 25 e 50 e entre 50 e 75, resultado semelhante ao de estudos anteriores que indicam que em números maiores ou afastados das extremidades da reta numérica, as crianças até o 4º ano escolar não

são muito precisas (SIEGLER; OPFER, 2003; LASKI; SIEGLER, 2007; BARTH; PALADINO, 2011).

Outro aspecto importante a ser destacado é a concordância entre as estimativas das crianças nas duas tarefas da reta numérica. Em ambas as tarefas os participantes apresentaram o mesmo padrão de estimativa, localizando ou indicando um mesmo número em regiões muito semelhantes da reta numérica, ou seja, as marcações realizadas na tarefa NP correspondiam aos números estimados na tarefa PN, o que também pode ser constatado pela distribuição linear verificada nas duas tarefas. Isto vai de encontro ao estudo de Siegler e Opfer (2003), em que os resultados indicaram distribuições distintas para cada tarefa, na tarefa NP os participantes obtiveram uma distribuição logarítmica e na tarefa PN uma distribuição exponencial.

No entanto, os achados deste estudo devem ser considerados levando-se em conta determinadas limitações, como os anos escolares escolhidos para a avaliação. Nos 3º e 4º anos do Ensino Fundamental não há diferença significativa entre as idades dos alunos, o que impossibilita uma verificação do comportamento no desempenho da estimativa em idades menores e mais avançadas. A aplicação coletiva das tarefas também limita a discussão na pesquisa, pois dificultou a observação das estratégias utilizadas pelos alunos, o que poderia auxiliar no entendimento do desenvolvimento de suas estimativas.

Os resultados do presente estudo fornecem evidências sobre a capacidade de estimativa de um grupo de alunos de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental, o que possibilita verificar o entendimento de número por parte das crianças e auxiliar no desenvolvimento de habilidades matemáticas básicas. Entretanto, pesquisas futuras no assunto são necessárias, como estudos longitudinais que acompanhem o desenvolvimento da capacidade de realizar estimativas desde os primeiros anos da escola e verifiquem as estratégias utilizadas pelos alunos no decorrer de cada ano escolar.

Referências

ANGELINI, A. L.; ALVES, I. C. B.; CUSTÓDIO, E. M.; DUARTE, W. F.; DUARTE, J. L. M. Matrizes Progressivas Coloridas de Raven: Escala Especial. São Paulo: Centro Editor de Testes e Pesquisas em Psicologia, 1999.

BARTH, H. C.; PALADINO, A. M. The development of numerical estimation: Evidence against a representational shift. **Development Science**, n. 14, p. 125–135, 2011.

BOOTH, J. L.; SIEGLER, R. S. Developmental and Individual Differences in Pure Numerical Estimation. **Developmental Psychology**, v. 41, n. 6, p. 189–201, 2006.

DACKERMANN, T.; HUBER, S.; BAHNMUELLER, J.; NUERK, H-C.; MOELLER, K. An integration of competing accounts on children's number line estimation. **Frontiers in Psychology**, v. 6, n. 884, 2015.

DEHAENE, S. **The number sense: How the mind creates mathematics**. New York: Oxford University Press, 1997.

DORNELES, B. V.; DURO, M. L.; RIOS, N. M. B.; NOGUES, C. P.; PEREIRA, C. S. Number estimation in children: an assessment study with number line estimation and numerosity tasks. In: CONGRESS OF EUROPEAN RESEARCH IN MATHEMATICS EDUCATION, 10., 2017, Dublin. *Arithmetic and Number Systems: Paper presentation...* Dublin: Institute of Education Dublin City University, 2017. Disponível em: <https://keynote.conference-services.net/resources/444/5118/pdf/CERME10_0037.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2017.

EBERSBACH, M.; LUWEL, K.; FRICK, A.; ONGHENA, P.; VERSCHAFFEL, L. The relationship between the shape of the mental number line and familiarity with numbers in 5- to 9-year-old children: Evidence for a segmented linear model. **Journal of Experimental Child Psychology**, n. 99, p. 1–17, 2008.

FRISO-VAN DEN BOS, I.; KROESBERGEN, E. H.; VAN LUIT, J. E. H.; XENIDOU-DERVOU, I.; JONKMAN, L. M.; VAN DER SCHOOT, M.; VAN LIESHOU, E. C. D. M. Longitudinal development of number line estimation and mathematics performance in primary school children. **Journal of Experimental Child Psychology**, n. 134, p. 12-29, 2015.

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. **Children Development**, v. 68, n. 6, p. 1723-1743, 2007.

LEUNG, D.C.M. **The contribution of working memory resources to arithmetic performance**. 2011. 228 f. Thesis (Doctor's Degree of Philosophy) – University of Western Australia, School of Psychology, 2011.

LINK, T.; NUERK, H-C.; MOELLER, K. On the relation between the mental number line and arithmetic competencies. **The Quarterly Journal of Experimental Psychology**, v. 67, n. 8, 2014.

MOELLER, K.; PIXNER, S.; KAUFMANN, L.; NUERK, H. C. Children's early mental number line: Logarithmic or decomposed linear? **Journal of Experimental Child Psychology**, n. 103, p. 503–515, 2009.

MOORE, A. M.; ASHCRAFT, M. H. Children's mathematical performance: Five cognitive tasks across five grades. **Journal of Experimental Child Psychology**, n. 135, p. 1–24, 2015.

MULDOON, K.; SIMMS, V.; TOWSE, J.; BURNS, V.; YUE, G. Cross-Cultural comparisons of 5-years-old's estimating mathematical ability. **Journal of Cross-Cultural Psychology**, n. 42, p. 669-681, 2011.

ROUDER, J. N.; GEARY, D. C. Children's cognitive representation of the mathematical number line. **Developmental Science**, v. 17, n. 3, p. 525-536, 2014.

SIEGLER, R. S.; OPFER, J. E. The Development of numerical estimation: Evidence for Multiple Representation of Numerical Quantity. **Psychology Science**, v. 14, n. 3, 2003.

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

SIEGLER, R. S.; BOOTH, J. L. Development of numerical estimation: A review. In: J. I. D. Campbell (Ed.). **Handbook of Mathematical Cognition**. New York: Psychology Press, p. 197-212, 2005.

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**, v. 3, n. 3, p. 143-150, 2009.

TOWSE, J.N.; HOUSTON-PRICE, C.M. Combining representations in working memory in mental addition. **British Journal of Developmental Psychology: a brief report**, n. 3, v. 19, p. 319-324, 2001.

XU, X.; CHEN, C.; PAN, M.; LI, N. Development of numerical estimation in Chinese preschool children. **Journal of Experimental Child Psychology**, n. 116, p. 351-366, 2013.

3 RELAÇÃO ENTRE ESTIMATIVA NUMÉRICA, MEMÓRIA DE TRABALHO E RACIOCÍNIO QUANTITATIVO

Resumo

O estudo da estimativa tem sido foco de pesquisas voltadas para a compreensão da representação mental dos números, especialmente das crianças. Há evidências de que a estimativa numérica é fator importante para o desempenho em matemática, porém pouco se sabe sobre sua relação com os componentes da memória de trabalho. Como a capacidade da memória de trabalho também está associada ao bom desempenho em matemática, pretendeu-se nesse estudo verificar as relações entre estimativa numérica, memória de trabalho e raciocínio quantitativo. Para atingir o objetivo, 143 crianças de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental de duas escolas municipais de Porto Alegre foram selecionadas para realizar tarefas de estimativa numérica número-posição e posição-número, tarefas de memória de trabalho envolvendo os quatro componentes (fonológico, viso-espacial, executivo central e *buffer* episódico) e uma tarefa de raciocínio quantitativo, a qual avaliou o desempenho dos estudantes na resolução de problemas de raciocínio aditivo e multiplicativo. A partir dos resultados encontrados, verificaram-se relações significativas do desempenho em estimativa numérica com a memória de trabalho e com o raciocínio quantitativo, especificamente os maiores níveis de correlação foram com os componentes executivo central e *buffer* episódico da memória de trabalho e com o raciocínio aditivo. Mesmo havendo associação da memória de trabalho com estimativa, o raciocínio quantitativo apresentou níveis mais significativos de correlação com a estimativa numérica, indicando associação direta entre esses dois desempenhos.

Palavras-chave: Estimativa Numérica. Memória de Trabalho. Raciocínio Quantitativo.

Abstract

Number estimation has been the focus of many studies for the understanding of mental number representation, especially in young children. So far, number estimation has been shown to be an important factor to math achievement, but little is known about its relation with working memory components. As the working memory capacity is also associated with math achievement, the aim of this study is to verify the relations between number estimation, working memory and quantitative reasoning. For that, 143 children of 3rd and 4th grades from two public schools in Porto Alegre were recruited to perform number-to-position and position-to number line tasks, working memory tasks involving the four components (phonological loop, visuo-spatial sketchpad, central executive and episodic buffer) and quantitative reasoning task, which assessed the student's abilities in solving additive and multiplicative reasoning problems. From the results, we verified significant relations on number line estimation ability, working memory capacity and quantitative reasoning skills, specifically the highest levels of correlation were on central executive and episodic buffer components, and on the additive reasoning. Although there was an association of working memory and number estimation, quantitative reasoning presented more significant levels of correlation with number estimation. This indicates a direct association between number line estimation ability and math skills on quantitative reasoning.

Key-words: Number Estimation. Working Memory. Quantitative Reasoning.

Introdução

Já existem evidências na literatura de que tanto a estimativa numérica (LASKI; SIEGLER, 2007; LINK et al., 2014; MOORE; ASHCRAFT, 2015) quanto a memória de trabalho (ANDERSSON; LYXELL, 2007; ANDERSSON, 2008; MEYER; SALIMPOOR; WU; GEARY; MENON, 2010; LEE; BULL, 2016) apresentam relações com o desempenho em matemática, portanto, nesse estudo verificamos a existência de relação entre a capacidade da memória de trabalho, o desempenho no raciocínio quantitativo com o desempenho em estimativa numérica.

A relação entre a capacidade de realizar estimativas e a memória de trabalho, até onde sabemos, ainda não foi foco de estudos, apesar da grande quantidade de estudos que verificaram a influência da memória de trabalho no desempenho em matemática. Algumas pesquisas apresentam a estimativa numérica como uma tarefa complementar de habilidades cognitivas e de representação numérica mental (XENIDOU-DERVOU; SMEDT; SCHOOT; LIESHOUT, 2013; XENIDOU-DERVOU et al., 2014), porém a relação, especificamente, entre estimativa e memória de trabalho não aparece como foco.

Quanto à relação da estimativa numérica com o desempenho em matemática, podemos destacar um estudo que avaliou o desenvolvimento da representação mental da reta numérica por parte das crianças, especificamente utilizando tarefas de estimativa na reta numérica, relacionando com o desempenho em tarefas de comparações de magnitude numérica e de contagem, realizadas com alunos pré-escolares até o segundo ano de escola (LINK et al., 2014). Com essas tarefas, os padrões na precisão da estimativa foram calculados e classificados como indicadores do desenvolvimento da representação mental dos números (LASKI; SIEGLER, 2007; LINK et al., 2014). Esses padrões, classificados em modelos de desenvolvimento da estimativa, foram observados entre crianças de diferentes idades e entre crianças e adultos. Com isso, foi constatado que as crianças melhoram seu desempenho em estimativa conforme a idade, o ano escolar e a experiência com o tipo de tarefa (LINK et al., 2014).

Há evidências de que o desempenho em estimativa está relacionado com habilidades numéricas básicas e complexas de aritmética (SIEGLER; BOOTH, 2004; BOOTH; SIEGLER, 2006, 2008; LASKI; SIEGLER, 2007; LINK et al., 2014). Também foi encontrada relação entre o desempenho na estimativa numérica e habilidades numéricas de categorização e comparação de magnitudes entre crianças pequenas da Educação Infantil até crianças do

segundo ano escolar (LASKI; SIEGLER, 2007). Entre estudantes até o terceiro ano de escola, foi observada uma relação entre o desempenho em estimativa numérica e o desempenho em matemática, pois os participantes que obtiveram bom desempenho em estimativa na reta numérica apresentaram bons resultados em testes padronizados para avaliar o desempenho em matemática (BOOTH; SIEGLER, 2006).

Um estudo realizado por Xenidou-Dervou e colaboradores (2014), com foco em como as crianças resolvem problemas de adição, relacionou a memória de trabalho com diferentes formatos de problemas aditivos: simbólicos e não-simbólicos. Os pesquisadores analisaram como o desempenho das crianças muda entre esses formatos de problemas aditivos, o processo cognitivo subjacente ao desempenho em cada tipo de problema e relacionaram com os componentes da memória de trabalho e com o desempenho em estimativa na reta numérica. Como medidas de avaliação, os autores utilizaram as tarefas de adição nos formatos simbólico (utilizando símbolos numéricos) e não-simbólico (utilizando representações de quantidades por pontos), ambos exigindo respostas aproximadas ou exatas, tarefas para avaliar cada um dos três componentes da memória de trabalho – *Corsi Blocks* para avaliar o esboço visoespacial, *Digit Span* em ordem direta para avaliar a alça fonológica e o *Digit Span* em ordem inversa para avaliar o executivo central – e tarefa de estimativa na reta numérica simbólica e não-simbólica. A partir dessas tarefas, alguns resultados encontrados pelos autores merecem destaque. Na adição simbólica, o desempenho em memória de trabalho e em estimativa na reta numérica indicaram que as crianças realizam uma tradução da informação simbólica para uma codificação não-simbólica quando são exigidas respostas aproximadas. Por exemplo, a informação simbólica do problema aditivo (o número indicado) é retida na memória em sua codificação original (simbólica), enquanto ocorre a tradução pelo executivo central para uma informação não-simbólica (uma resposta aproximada). Já quando são exigidas respostas exatas, os autores explicam que as crianças armazenam fonologicamente a informação numérica do problema aditivo em uma codificação simbólica, não sendo necessária tradução entre diferentes tipos de codificação da informação (XENIDOU-DERVOU et al., 2014).

Outro resultado importante desse mesmo estudo é a relação entre as representações na reta numérica e o desempenho em problemas de adição: quanto mais precisas as representações na reta numérica simbólica, melhor o desempenho em problemas de adição exata. Portanto, a partir desse estudo, podemos verificar que a estimativa numérica apresentou relação com a memória de trabalho conjuntamente com problemas aditivos (XENIDOU-DERVOU et al., 2014).

A partir disso, o presente estudo verificou o desempenho dos estudantes em tarefas de memória de trabalho e raciocínio quantitativo, e investigou as relações entre essas medidas e duas tarefas de estimativa numérica. As tarefas de avaliação dessas diferentes medidas são descritas nos subcapítulos seguintes.

3.1 MÉTODO

3.1.1 Participantes

A amostra foi composta de 143 estudantes, com idades entre 8 e 11 anos ($M = 9,8$ anos, $DP = 0,74$), de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental de duas escolas municipais de Porto Alegre – RS. As duas escolas foram escolhidas por critérios de conveniência, quantidade de alunos e por atenderem comunidades de classes socioeconômica semelhantes.

O critério de exclusão estabelecido foi obter uma classificação inferior ao percentil 50 nas Matrizes Progressivas Coloridas de Raven – Escala Especial (ANGELINI et al., 1999). A Tabela 3 apresenta a caracterização da amostra.

Tabela 3 – Caracterização da amostra

	N	%
Gênero		
Feminino	62	43,36
Masculino	81	56,64
Escolaridade		
3º ano	76	53,15
4º ano	67	46,85
Idade		
8	22	15,38
9	59	41,26
10	54	37,76
11	8	5,59

3.1.2 Tarefa de Avaliação da Estimativa Numérica

Essa tarefa foi a mesma utilizada no Estudo 1. Dois tipos de tarefas para avaliar a capacidade de estimativa dos estudantes, foram aplicadas. A tarefa número-posição (NP) e a tarefa posição-número (PN), adaptadas de Siegler e Opfer (2003). Nas duas tarefas eram

mostradas retas numéricas marcadas apenas com as extremidades 0 a esquerda e 100 a direita. Os participantes eram solicitados a estimar a localização de um número na tarefa NP, e na tarefa PN a estimar um número para uma marcação dada na reta. Foram 22 números a serem estimados retirados de Laski e Siegler (2007) e apresentados de forma aleatória (2, 3, 5, 8, 12, 17, 21, 26, 34, 39, 42, 46, 54, 58, 61, 67, 73, 78, 82, 89, 92, 97). As crianças receberam um caderno para cada tarefa contendo uma reta numérica por página, no qual elas marcavam ou anotavam suas estimativas (Apêndices A e B).

3.1.3 Tarefas de Avaliação da Memória de Trabalho

Neste estudo foram avaliados os componentes da memória de trabalho por meio das tarefas Memória de Blocos e Memória de Dígitos em ordem direta e inversa, selecionados a partir de Pickering e Gathercole (2009) e pelo Teste de Aprendizagem Auditivo-Verbal de Rey – RAVLT (MALLOY-DINIZ; FUENTES; ABRANTES; LASMAR; SALGADO, 2010). Essas tarefas foram aplicadas individualmente.

A tarefa Memória de Blocos foi aplicada para avaliar o componente viso-espacial da memória de trabalho. Nesta tarefa são apresentados para a criança nove blocos fixados sobre uma base de plástico, em que as faces voltadas para a criança são lisas e as faces voltadas para o avaliador possuem um número em cada bloco, compreendidos entre 1 e 9. Para dar início à tarefa, o avaliador compõe uma sequência de blocos posicionando o dedo indicador em cada um deles, realizando uma sequência de um bloco por segundo. As sequências são separadas em nove níveis, inicia-se com o primeiro nível que corresponde apenas a um bloco e continua, aumenta progressivamente, até uma sequência de nove blocos. Para cada nível há seis sequências que devem ser repetidas na mesma ordem. O teste é interrompido caso a criança cometa três erros em um mesmo nível. O desempenho nesta tarefa é medido de acordo com o número de sequências repetidas corretamente. (WMTB-C, PICKERING; GATHERCOLE, 2009).

Para avaliar os componentes fonológico e executivo central foram utilizadas as tarefas de Memória de Dígitos em ordem direta e inversa, respectivamente. Estas tarefas são compostas por nove níveis em ordem direta e seis em ordem inversa. Em cada nível há seis sequências de dígitos que aumentam gradualmente conforme muda o nível, iniciando com sequências de um dígito na ordem direta e de dois na ordem inversa. As sequências em ordem direta avaliam o componente fonológico, ou seja, a capacidade de armazenamento de informação a partir da fala, enquanto as sequências em ordem inversa avaliam o executivo

central, isto é, a capacidade de manipulação da informação. O teste é interrompido quando três respostas incorretas consecutivas são dadas em um mesmo nível. (PICKERING; GATHERCOLE, 2009).

O *buffer* episódico foi avaliado por meio do Teste de Aprendizagem Auditivo-Verbal de Rey (RAVLT). Esse teste foi escolhido por ser utilizado na literatura como uma possibilidade de avaliar esse componente da memória de trabalho (MARTINS; ORTIZ, 2009; NOBRE; RODRIGUES; SBICIGO; PICCOLO; ZORTEA; DUARTE JR; SALLES, 2013), além de ser um teste padronizado, possuir tradução para a língua portuguesa e já ser aplicado em estudos no Brasil (MARTINS; ORTIZ, 2009).

Esse teste é composto por uma lista de 15 substantivos (lista A) que é lida em voz alta para o participante com um intervalo de um segundo entre as palavras, por cinco vezes consecutivas e sempre na mesma ordem. Cada repetição é seguida por um teste de recordação imediata, no qual o participante deve lembrar o máximo de palavras que conseguir (a ordem em que são lembradas não é levada em consideração). Depois da quinta tentativa, uma lista de interferência, também composta por 15 substantivos (lista B), é lida para o participante, sendo seguida de sua recordação. Em seguida, o participante é solicitado a recordar as palavras da lista A sem que ela seja reapresentada. Após um intervalo de 20 minutos, que deve ser preenchido com outras atividades que não demandem raciocínio verbal, pede-se ao participante que se lembre das palavras da lista A (recordação tardia) sem que a lista seja lida para ele. Após a tentativa A7 é feito o teste de memória de reconhecimento, quando uma lista de 50 palavras, contendo as 15 palavras da lista A, 15 da lista B e outras 20, semelhantes fonética ou semanticamente às palavras das listas A e B, são lidas para o participante. Nesse momento, ele deverá identificar se cada uma das palavras pertence à lista A, à lista B ou a nenhuma das listas (MALLOY-DINIZ et al., 2010). Para esse estudo, o RAVLT fornece uma medida de recordação tardia, que é influenciada pelo *buffer* episódico já que essa recordação não necessita a leitura precedente da lista pelo examinador (MARTINS; ORTIZ, 2009).

3.1.4 Tarefa de Avaliação do Raciocínio Quantitativo

A tarefa de avaliação do raciocínio quantitativo (Apêndice C), baseada em Nunes (2009), foi aplicada com o objetivo de avaliar o raciocínio aritmético na resolução de problemas. As relações quantitativas envolvidas foram o raciocínio aditivo (incluindo composição aditiva, situações de transformação e de comparação) e raciocínio multiplicativo (contendo situações de relação direta e inversa entre quantidades e de produto de medidas). A

tarefa compreendeu 18 problemas, nove de raciocínio aditivo (sendo três de composição aditiva, três de transformação e três de comparação) e nove de raciocínio multiplicativo (sendo três de relação direta, três de relação inversa e três de produto de medidas). A aplicação ocorreu de forma coletiva em pequenos grupos de, no máximo, 10 alunos. Cada participante recebeu um caderno contendo apenas as ilustrações dos problemas, sendo um problema por página, e sem informações por escrito. As instruções foram dadas oralmente pelo avaliador, pois assim permitia aos alunos exporem diferentes estratégias de solução e não dependia de sua habilidade de leitura. Após os alunos preencherem o caderno com as respostas no local indicado, a avaliadora recolheu os cadernos para posterior análise.

3.1.5 Análise

Foi realizada uma análise quantitativa para comparar o desempenho nas tarefas de memória de trabalho e raciocínio quantitativo com o desempenho nas tarefas de estimativa numérica. Inicialmente analisou-se a distribuição das variáveis pelo teste de normalidade de *Shapiro-Wilk*. Para comparar os desempenhos entre os anos escolares e entre os gêneros nas tarefas de memória de trabalho e de raciocínio quantitativo, foi conduzido o teste não-paramétrico de *Mann-Whitney*. As análises de associação entre o desempenho em estimativa numérica e o desempenho nas demais tarefas foram realizadas por meio do teste de correlação de *Spearman*, esse mesmo teste também foi conduzido para verificar relação entre o desempenho nas tarefas e a idade.

Os dados do desempenho em estimativa numérica das crianças são os mesmos do Estudo 1. O desempenho de cada criança nas tarefas de memória de trabalho foi considerado a partir da quantidade total de acertos em cada tarefa aplicada. As tarefas Memória de Dígitos em ordem direta e Memória de Blocos possuem nove níveis com seis sequências cada um, totalizando 54 pontos para cada tarefa. Já a tarefa Memória de Dígitos em ordem inversa possui seis níveis com seis sequências cada um, totalizando 36 pontos. A tarefa para medir o *buffer* episódico (RAVLT) foi contabilizada pelo número de palavras evocadas corretamente na recordação tardia, após o intervalo de 20 minutos.

Já no teste de avaliação do raciocínio quantitativo, será levado em consideração o número de acertos sobre o total de questões e o número de acertos por tipo de problema (raciocínio aditivo e raciocínio multiplicativo).

3.2 RESULTADOS

3.2.1 Medidas de Desempenho da Memória de Trabalho

A avaliação da memória de trabalho considerou os componentes fonológico, viso-espacial, executivo central e *buffer* episódico do modelo de Baddeley (2000). O componente fonológico foi medido pela tarefa Memória de Dígitos em ordem direta (Dígitos OD), o componente viso-espacial foi acessado pela tarefa Memória de Blocos (Blocos), o executivo central foi avaliado pela tarefa Memória de Dígitos em ordem inversa (Dígitos OI) e o *buffer* episódico foi medido pelo RAVLT A7, que corresponde à recordação tardia do teste de evocação de palavras (Teste Auditivo-verbal de Rey). A Tabela 4 apresenta o desempenho dos alunos por tipo de tarefa.

Tabela 4 – Escores das medidas de MT

Medida	Média (DP)	Mediana [p25; p75]
Dígitos OD	27,97 (5,32)	29 [24;31]
Dígitos OI	10,10 (3,75)	10 [7;12]
Blocos	23,53 (4,07)	24 [21;26]
RAVLT A7	7,83 (2,88)	8 [6;10]

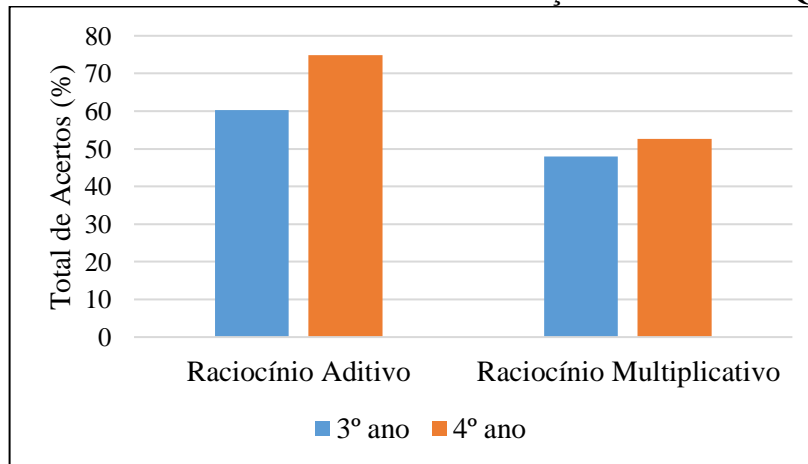
Ao relacionar as medidas de memória de trabalho com as variáveis gênero, idade e ano escolar, encontrou-se diferença significativa entre o gênero e a medida do componente fonológico ($U = 1941, p < 0,05$), indicando que as meninas ($M = 29,29, DP = 5,48$) obtiveram um desempenho melhor do que os meninos ($M = 26,96, DP = 4,99$), e entre o ano escolar a medida do *buffer* episódico ($U = 3294, p < 0,05$), em que o 4º ano ($M = 8,48, DP = 2,96$) mostrou um desempenho superior ao 3º ano ($M = 7,25, DP = 2,70$). Em relação à idade, foi encontrada associação significativa, porém fraca apenas com a medida do componente viso-espacial ($r_s = 0,18, p < 0,05$).

3.2.2 Medias de Desempenho do Raciocínio Quantitativo

A tarefa de avaliação do raciocínio quantitativo avaliou a capacidade das crianças em resolver situações matemáticas envolvendo o raciocínio aritmético por meio das quatro operações fundamentais da matemática. Os resultados da tarefa foram computados pelo total

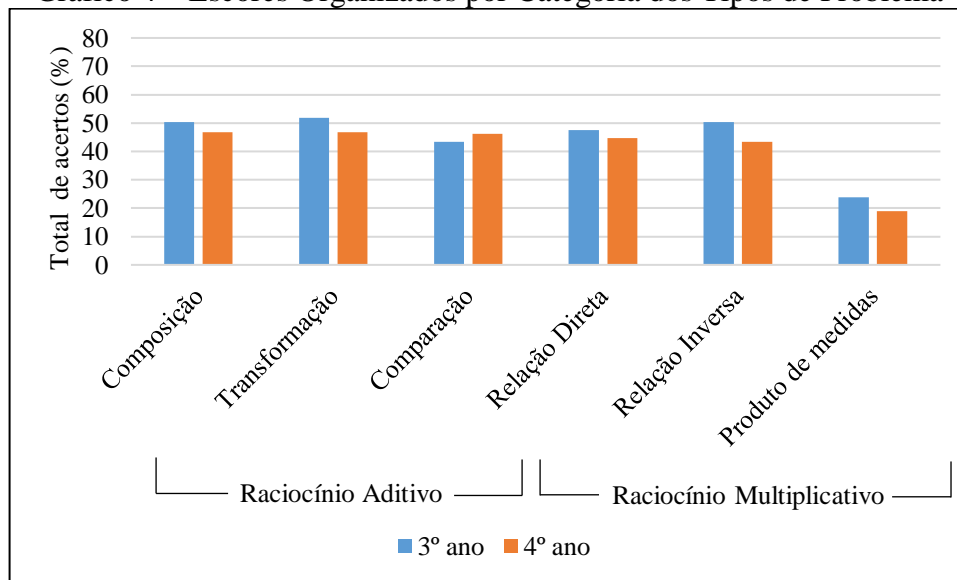
de acertos na tarefa e pelo número de acertos em cada tipo de problema (raciocínio aditivo e raciocínio multiplicativo). De maneira geral, os alunos apresentaram uma média de 10,55 acertos (DP = 3,22). Quando verificados os escores de acordo com o tipo de problema, os alunos obtiveram melhores resultados no raciocínio aditivo (M = 6,03, DP = 1,92) do que no raciocínio multiplicativo (M = 4,51, DP = 1,81). Ao relacionar o desempenho na tarefa de raciocínio quantitativo com gênero, idade e ano escolar, verificou-se diferença estatisticamente significativa com o ano escolar ($U = 3256, p < 0,05$) e uma correlação direta, porém fraca com a idade ($r_s = 0,18, p < 0,05$). Essas análises indicaram que houve aumento no total de acertos do 3º para o 4º ano (3º ano: M = 9,74, DP = 3,32; 4º ano: M = 11,46, DP = 2,87) e uma elevação significativa ($U = 3486,5, p < 0,05$) entre os anos escolares apenas para o tipo raciocínio aditivo (3º ano: M = 5,42, DP = 2,06; 4º ano: M = 6,73, DP = 1,47), conforme apresentado no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Escores dos Alunos na Tarefa de Avaliação do Raciocínio Quantitativo




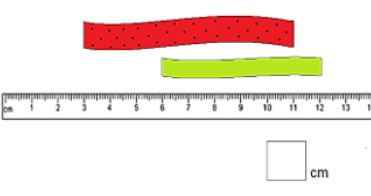
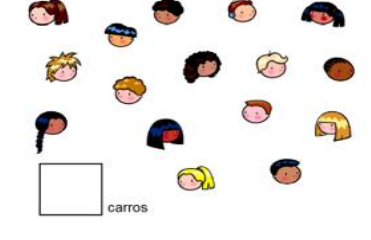

Quando analisadas as categorias dos raciocínios aditivo e multiplicativo (Gráfico 4), verificou-se um maior percentual de acertos nas categorias do raciocínio aditivo envolvendo composição aditiva e transformação. Já nas categorias do raciocínio multiplicativo, os estudantes apresentaram melhores resultados nos problemas envolvendo relações direta e inversa.

Gráfico 4 – Escores Organizados por Categoria dos Tipos de Problema



Uma análise descritiva foi realizada para identificar quais os problemas com maior e menor número de acertos pelos estudantes tanto no raciocínio aditivo quanto no multiplicativo (Quadro 1). Verificou-se, assim, que dentre as categorias do raciocínio aditivo o problema mais acertado (95,8% de acertos) foi um de transformação simples, que requer a aplicação direta da operação matemática, e o menos acertado (11,9% dos acertos) foi um problema de comparação. Dentre as categorias do raciocínio multiplicativo, o problema mais acertado (85,3% dos acertos) foi um de relação direta entre as variáveis envolvidas, e o com menor percentual de acertos foi um de produto de medidas (23,1% dos acertos).

Quadro 1 – Problemas com maior e menor número de acertos de Raciocínio Quantitativo

Raciocínio Aditivo	95,8% dos acertos		<p>Transformação simples:</p> <p>Tinha 9 peixes no aquário. O gato comeu 3. Quantos peixes há no aquário agora? Escreva sua resposta no espaço indicado.</p>
	11,9% dos		<p>Comparação:</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>
Raciocínio Multiplicativo	85,3% dos acertos		<p>Relação direta:</p> <p>A professora quer levar os seus 16 alunos para o zoológico. A professora irá dirigindo um carro e algumas mães terão que dirigir outros carros também. Em cada carro cabem 8 crianças. Quantos carros são necessários para que todas as crianças possam ir ao zoológico?</p>
	23,1% dos acertos		<p>Produto de medidas:</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>

3.2.3 Relações entre Estimativa Numérica, Memória de Trabalho e Raciocínio Quantitativo

Análises de correlação foram realizadas para verificar associações entre as medidas de estimativa numérica, memória de trabalho e raciocínio quantitativo. A partir disso, constatou-se correlação fraca, mas significativa, dos escores nas tarefas Memória de Blocos ($r_s = -0,17, p < 0,05$), Dígitos OI ($r_s = -0,19, p < 0,05$) e RAVLT Recordação Tardia ($r_s = -0,19, p < 0,05$) com o desempenho na tarefa de estimativa numérica NP, indicando relação entre a capacidade de memória de trabalho, especificamente os componentes visoespacial, executivo central e *buffer* episódico, e o desempenho em estimativa numérica na tarefa número-posição. Já na tarefa de estimativa PN, também se verificou correlação fraca, porém significativa, com os escores nas tarefas Dígitos OI ($r_s = -0,26, p < 0,01$) e RAVLT

recordação tardia ($r_s = -0,22, p < 0,01$), indicando associação dos componentes executivo central e *buffer* episódico com o desempenho em estimativa numérica na tarefa posição-número.

Para as medidas de raciocínio quantitativo foram verificadas correlações moderadas e significativas entre o desempenho geral na tarefa de raciocínio quantitativo tanto na tarefa NP ($r_s = -0,39, p < 0,01$) quanto na tarefa PN ($r_s = -0,42, p < 0,01$). Da mesma forma, também foram verificadas associações moderadas e significativas entre o desempenho por tipo de raciocínio e o desempenho nas duas tarefas de estimativa (Raciocínio aditivo – NP: $r_s = -0,38, p < 0,01$; PN: $r_s = -0,39, p < 0,01$; raciocínio multiplicativo – NP: $r_s = -0,29, p < 0,01$; PN: $r_s = -0,33, p > 0,01$).

As correlações entre as medidas da capacidade de realizar estimativas numéricas, memória de trabalho e raciocínio quantitativo podem ser verificadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Correlações entre estimativa numérica, memória de trabalho e raciocínio quantitativo

Medidas	Estimativa Numérica		Memória de Trabalho				Raciocínio Quantitativo		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. NP		0,660**	-0,053	-0,189*	-0,174*	-0,190*	-0,378**	-0,292**	-0,389**
2. PN	0,660**		-0,091	-0,257**	-0,021	-0,218**	-0,394**	-0,328**	-0,420**
3. Dígitos OD	-0,053	-0,091		0,427**	0,063	0,062	0,283**	0,143	0,239**
4. Dígitos OI	-0,189*	-0,257**	0,427**		0,088	0,292**	0,361**	0,169*	0,297**
5. Blocos	-0,174*	-0,021	0,063	0,088		0,087	0,124	0,099	0,131
6. RAVLT A7	-0,190*	-0,218**	0,062	0,292**	0,087		0,274**	0,142	0,251**
7. RA	-0,378**	-0,394**	0,283**	0,361**	0,124	0,274**		0,502**	0,857**
8. RM	-0,292**	-0,328**	0,143	0,169*	0,099	0,142	0,502**		0,864**
9. RQ - Total	-0,389**	-0,420**	0,239**	0,297**	0,131	0,251**	0,857**	0,864**	

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Nota: Triângulo superior para leitura horizontal, triângulo inferior para leitura vertical

Legenda: NP – Estimativa tarefa número-posição; PN – Estimativa tarefa posição-número; Dígitos OD – medida do componente fonológico; Dígitos OI – medida do executivo central; Blocos – medida do componente viso-espacial; RAVLT A7 – medida do *buffer* episódico (recuperação tardia); RA – Raciocínio aditivo; RM – Raciocínio multiplicativo; RQ - Total – Escore total na tarefa de raciocínio quantitativo

A partir desses resultados é possível observar correlação entre a tarefa de estimativa numérica NP e os componentes viso-espacial, executivo central e *buffer* episódico da memória de trabalho, na tarefa de estimativa PN as correlações foram entre os componentes executivo central e *buffer* episódico, portanto decidiu-se verificar se essas correlações estão associadas àqueles participantes que apresentam alto ou baixo desempenho nas tarefas Memória de Blocos (medida do componente viso-espacial), Memória de Dígitos em ordem inversa (medida do executivo central) e Recordação Tardia do RAVLT (medida do *buffer*

episódico). Para tanto separou-se os escores de desempenho nessas tarefas em tercís, classificando-os em alto, moderado ou baixo desempenho, conforme indicado na Tabela 6.

Tabela 6 – Escores classificados em tercís nas medidas de Memória de Trabalho

Medida	N	Tarefa NP		Tarefa PN	
		Média (DP)	Mediana [p25; p75]	Média (DP)	Mediana [p25; p75]
Escore Blocos					
Baixo (acertos \leq 22)	52	0,103 (0,051)	0,091 [0,071; 0,126]	0,087 (0,047)	0,074 [0,055; 0,105]
Médio ($23 \leq$ acertos \leq 26)	58	0,103 (0,049)	0,092 [0,065; 0,123]	0,092 (0,059)	0,073 [0,051; 0,111]
Alto (acertos \geq 27)	33	0,084 (0,041)	0,074 [0,059; 0,096]	0,078 (0,035)	0,074 [0,052; 0,091]
Escore Dígitos OI					
Baixo (acertos \leq 8)	62	0,111 (0,061)	0,094 [0,062; 0,141]	0,098 (0,057)	0,079 [0,064; 0,119]
Médio ($9 \leq$ acertos \leq 12)	46	0,092 (0,035)	0,087 [0,067; 0,115]	0,083 (0,045)	0,068 [0,053; 0,098]
Alto (acertos \geq 13)	35	0,086 (0,034)	0,078 [0,064; 0,112]	0,073 (0,039)	0,058 [0,049; 0,087]
Escore RAVLT A7					
Baixo (acertos \leq 7)	52	0,111 (0,059)	0,093 [0,071; 0,127]	0,095 (0,054)	0,078 [0,058; 0,110]
Médio ($8 \leq$ acertos \leq 9)	52	0,098 (0,041)	0,092 [0,066; 0,123]	0,091 (0,049)	0,078 [0,057; 0,115]
Alto (acertos \geq 10)	39	0,083 (0,039)	0,079 [0,058; 0,097]	0,070 (0,040)	0,061 [0,048; 0,084]

Legenda: Escore Blocos: escore na tarefa Memória de Blocos que avalia o componente viso-espacial; Escore Dígitos OI: escore na tarefa Dígitos ordem inversa que avalia o executivo central; Escore RAVLT A7: escore na tarefa de Recordação Tardia do RAVLT que avalia o *buffer* episódico.

A partir da comparação entre esses resultados foi possível verificar diferença significativa entre os escores alto e baixo da tarefa Dígitos OI apenas na tarefa PN ($H(2) = 23,69, p < 0,05$), indicando que os alunos que obtiveram escores mais altos no componente viso-espacial, obtiveram melhor desempenho na tarefa PN de estimativa. Também se constatou diferença significativa entre os escores alto e baixo da tarefa RAVLT recordação tardia na tarefa NP ($H(2) = 21,20, p < 0,05$), indicando que os estudantes com precisões melhores em estimativa na tarefa NP, apresentam escores mais altos para o componente *buffer* episódico. Para essa mesma medida de memória de trabalho, verificou-se diferença significativa entre os escores alto e moderado ($H(2) = 22,28, p < 0,05$) e entre alto e baixo ($H(2) = 24,97, p < 0,05$) na tarefa PN, o que indica que quanto mais alta a capacidade do *buffer* episódico, melhor será o desempenho em estimativa numérica na tarefa PN.

3.3 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi verificar as relações existentes entre os componentes da memória de trabalho com o desempenho em estimativa numérica, bem como relacionar o

desempenho em matemática, utilizando tarefas de raciocínio quantitativo, com o desempenho nas mesmas tarefas de estimativa numérica.

Uma hipótese era de que existiria correlação entre memória de trabalho e as duas tarefas de estimativa numérica propostas tanto no 3º quanto no 4º ano escolar. Essa hipótese foi confirmada e constatamos, mais especificamente, que as medidas do executivo central e do *buffer* episódico foram significativas para o desempenho nas duas tarefas de estimativa. Verificamos, ainda, que a diferença de maior significância se encontra entre os alunos que apresentam desempenhos superiores e inferiores nos escores das tarefas que avaliam esses componentes da memória de trabalho, indicando que quanto maior a capacidade do executivo central e do *buffer* episódico, melhor será o desempenho nas tarefas de estimativa numérica.

Vale ressaltar que, embora não fosse o foco desse estudo, encontramos associação entre memória de trabalho e o desempenho em matemática. O componente fonológico e o *buffer* episódico apresentaram correlação apenas com o raciocínio aditivo, já o componente executivo central apresentou associação com os dois tipos de raciocínio quantitativo: aditivo e multiplicativo. O envolvimento desses componentes parece bastante razoável, uma vez que se faz necessária a retenção de informações auditivas, processadas pelo componente fonológico, enquanto que o *buffer* episódico realiza a integração entre informações fornecidas no momento com informações da memória de longo prazo, no mesmo momento em que o executivo central manipula e modifica as informações para se chegar ao resultado, processos importantes e necessários para a resolução de problemas matemáticos. Esses resultados confirmam estudos anteriores que indicaram relação importante entre memória de trabalho e matemática, especificamente na solução de problemas aritméticos, os quais foram medidas de avaliação nesta pesquisa (GATHERCOLE; ALLOWAY, 2004; PASSOLUNGHY et al., 2007; CORSO, 2008; CORSO; DORNELES, 2012).

De acordo com os resultados encontrados na tarefa de avaliação do raciocínio quantitativo, o 4º ano obteve um desempenho nos escores gerais da tarefa superior ao 3º ano, como era esperado. Quando analisados os tipos de raciocínio de maneira separada, o 4º ano apresentou resultados melhores tanto no raciocínio aditivo quanto no multiplicativo, porém essa diferença somente foi significativa para o raciocínio aditivo. Isso indica que pela semelhança de conteúdos propostos no currículo escolar brasileiro nesses anos escolares (BRASIL, 1997), os estudantes estão no momento de aprendizagem do raciocínio multiplicativo e das relações entre as operações de multiplicação e divisão, o que pode explicar o fato de o desempenho entre os 3º e 4º anos não ter sido significativo para esses tipos de problemas.

Dentre os problemas de raciocínio aditivo, aquele com maior percentual de acertos foi um da categoria de transformação simples, no qual é dada uma quantidade inicial, retirada uma segunda quantidade e é perguntado o resultado. Nessa categoria de problema os alunos utilizam o esquema de retirar juntamente com a contagem (NUNES et al., 2005). Nesse problema os alunos obtiveram um percentual maior do que 95% dos acertos no 3º e 4º ano, o mesmo resultado obtido por crianças paulistas na pesquisa de Nunes et al. (2005).

O desempenho dos estudantes na tarefa de raciocínio quantitativo também apresentou correlação com as duas tarefas de estimativa numérica, sendo o raciocínio aditivo o com maior nível de correlação tanto na tarefa NP quanto na PN. É possível perceber com os índices de correlação, que o raciocínio quantitativo foi a medida que apresentou o maior índice de associação com a capacidade de realizar estimativas numéricas, em comparação aos índices das medidas de memória de trabalho.

Resultados semelhantes foram encontrados em um estudo anterior de Xenidou-Dervou e colaboradores (2014), que relacionou a memória de trabalho com problemas aditivos e tarefas de estimativa numérica do tipo número-posição. Nesse estudo os autores encontraram correlação entre os componentes fonológico, viso-espacial e executivo central da memória de trabalho em tipos diferentes de problemas aditivos com tarefas de estimativa numérica, apresentando associação também entre memória de trabalho e problemas de adição, o que confirma e traz consistência aos resultados verificados no presente estudo.

Entretanto, algumas limitações devem ser consideradas ao interpretar os resultados. Primeiramente a restrição das tarefas selecionadas para avaliação, deve ser levada em consideração a diversidade de tarefas existentes e a não padronização de tais tarefas para avaliar a capacidade de estimativa numérica, de memória de trabalho e de raciocínio quantitativo. A aplicação coletiva das tarefas de estimativa numérica e de raciocínio quantitativo também limitou a discussão deste estudo. Outro fator limitador é o grupo de alunos avaliados, os quais eram apenas dos 3º e 4º anos do Ensino Fundamental, o que dificulta uma análise mais detalhada sobre os efeitos das medidas avaliadas na capacidade de estimativa numérica.

Contudo, os achados deste estudo têm aplicabilidade, principalmente, nos anos iniciais do Ensino Fundamental, pois contribuem no planejamento de tarefas que estimulem aspectos pouco explorados atualmente em sala de aula, como a estimativa numérica e a memória de trabalho, e que apresentam influência direta para um melhor desempenho em tarefas matemáticas. Tais resultados podem acrescentar novos elementos na discussão do papel da

estimativa numérica no desempenho matemático e, de certa forma, nas influências da memória de trabalho para o desempenho da capacidade de estimativa numérica.

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**, n. 78, 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**, n. 96, p. 197-228, 2007.
- ANGELINI, A. L.; ALVES, I. C. B.; CUSTÓDIO, E. M.; DUARTE, W. F.; DUARTE, J. L. M. Matrizes Progressivas Coloridas de Raven: Escala Especial. São Paulo: Centro Editor de Testes e Pesquisas em Psicologia, 1999.
- BADDELEY, A. The episodic buffer: A new component of working memory? **Trends in Cognitive Sciences**, n. 4, p.417–423, 2000.
- BOOTH, J. L.; SIEGLER, R. S. Developmental and Individual Differences in Pure Numerical Estimation. **Developmental Psychology**, v. 41, n. 6, p. 189–201, 2006.
- BOOTH, J. L.; SIEGLER, R. S. Numerical magnitude representations influence arithmetic learning. **Child Development**, n. 79, p. 1016–1031, 2008.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: matemática/Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997. 142p
- 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. 218 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- CORSO, L. V.; DORNELES, B. V. Qual o papel que a Memória de Trabalho Exerce na Aprendizagem da Matemática? **Bolema**, Rio Claro, SP, v. 26, n. 42B, p. 627-647, abr. 2012.
- GATHERCOLE, S. E.; ALLOWAY, T. P. Working memory and classroom learning. **Professional Association for Teachers of Students with Specific Learning Difficulties**, n. 17, p. 2-12, 2004.

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. **Children Development**, v. 68, n. 6, p. 1723-1743, 2007.

LEE, K.; BULL, R. Developmental changes in working memory, updating, and math achievement. **Journal of Educational Psychology**, v. 108, n. 6, p. 869-882, 2016.

LINK, T.; NUERK, H-C.; MOELLER, K. On the relation between the mental number line and arithmetic competencies. **The Quartely Journal of Experimental Psychology**, v. 67, n. 8, 2014.

MALLOY-DINIZ, L. F.; FUENTES, D.; ABRANTES, S. S.; LASMAR, V. A.; SALGADO, J. V. Teste de aprendizagem auditivo-verbal de Rey (RAVLT). In: L. F. Malloy-Diniz; D. Fuentes, O. Mattos; N. Abreu. **Avaliação Neuropsicológica**. Porto Alegre: Artmed. 2010.

MARTINS, F. C.; ORTIZ, K. Z. The relationship between working memory and apraxia of speech. **Arq Neuropsiquiatr**, v. 3B, n. 67, p. 843-848, 2009

MEYER, M.L.; SALIMPOOR, V.N.; WU, S.S.; GEARY, D.C.; MENON, V. Differential contribution of specific working memory components to mathematics achievement in 2nd and 3rd graders. **Learning and Individual Differences**, n. 20, p. 101-109, 2010.

MOORE, A. M.; ASHCRAFT, M. H. Children's mathematical performance: Five cognitive tasks across five grades. **Journal of Experimental Child Psychology**, n. 135, p. 1-24, 2015.

NOBRE, A. T.; RODRIGUES, J. C.; SBICIGO, J. B.; PICCOLO, L. R.; ZORTEA, M.; DUARTE Jr., S.; SALLES, J. F. de. Tasks for assessment of the episodic buffer: a systematic review. **Psychology & Neuroscience**, v. 3, n. 6, p. 331-343, 2013.

NUNES, T.; CAMPOS, T. M. M.; MAGINA, S.; BRYANT, P. Educação Matemática 1: **Números e Operações Numéricas**. São Paulo: Cortez, 2005.

NUNES, T. **Teacher notes**, 2009. Disponível em:
<http://www.education.ox.ac.uk/ndcs/Resources/teachersbook_exercises.pdf>.

PASSOLUNGI, C.; VERCELLONI, B.; SCHADEE, H. The precursors of mathematics learning: working memory, phonological ability and numerical competence. **Cognitive Development**, p. 165-184, 2007.

PICKERING, S. J.; GATHERCOLE, S. E. **Working Memory Test Battery for Children (WMTB-C)**, 2009.

SIEGLER, R. S.; OPFER, J. E. The Development of numerical estimation: Evidence for Multiple Representation of Numerical Quantity. **Psychology Science**, v. 14, n. 3, 2003.

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

XENIDOU-DERVOU, I.; SMEDT, B. De; SCHOOT, M. van der; LIESHOUT, E. C. D. M. van. Individual differences in kindergarten math achievement: The integrative roles of approximation skills and working memory. **Learning and Individual Differences**, n. 28, p. 119–129, 2013.

XENIDOU-DERVOU, I.; SCHOOT, M. van der; LIESHOUT, E. C. D. M. van. Working memory and number line representations in single-digit addition: Aproximate versus exact, nonsymbolic versus symbolic. **The Quartely Journal of Experimental Psychology**, v. 68, n. 6, p. 1148-1167, 2014.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo central dessa dissertação foi verificar o desempenho em estimativa numérica de um grupo de alunos de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental e relacionar tal desempenho com a capacidade de memória de trabalho e com o desempenho em tarefas de raciocínio quantitativo. Para alcançar esse objetivo, foram desenvolvidos dois estudos. O primeiro teve como propósito verificar e relacionar o desempenho dos estudantes em duas tarefas de estimativa na reta numérica: a número-posição e a posição-número. A hipótese principal era que os alunos apresentariam desempenhos diferentes entre as duas tarefas. Essa hipótese foi confirmada pelos resultados, indicando que o grupo de alunos avaliados obteve um melhor desempenho na tarefa posição-número. Também foi constatada uma associação direta entre as duas tarefas, isto é, aqueles que foram mais precisos na tarefa NP também foram mais precisos na tarefa PN. Mais do que isso, os resultados indicaram concordância das estimativas de cada criança entre as duas tarefas, o que indica que para um mesmo número as precisões foram muito semelhantes entre as tarefas. Os estudantes também apresentaram um padrão das distribuições de suas estimativas que foi melhor explicado pelo Modelo Linear nas duas tarefas, o que contrapõe os resultados do estudo de Siegler e Opfer (2003) do qual foram adaptadas as tarefas. Porém, vai ao encontro de outros estudos que também indicaram um desempenho linear para crianças da mesma idade (BOOTH; SIEGLER, 2006; SIEGLER et al., 2009; LINK et al., 2014).

O segundo estudo teve como objetivo relacionar o desempenho em estimativa numérica com a memória de trabalho e com o raciocínio quantitativo desses mesmos estudantes. As hipóteses eram que tanto o raciocínio quantitativo quanto a memória de trabalho iriam apresentar relação com a estimativa numérica. Os resultados indicaram que o desempenho dos alunos nas duas tarefas de estimativa numérica teve relação com a memória de trabalho e com o raciocínio quantitativo, especificamente com o raciocínio aditivo, confirmando as hipóteses. Nas medidas de memória de trabalho, os componentes que apresentaram associação com a tarefa NP foram o viso-espacial, o executivo central e o *buffer* episódico. Já para a tarefa PN as relações mostraram-se apenas com os componentes executivo central e *buffer* episódico. Com esses resultados pressupõe-se que a partir da leitura do número a ser estimado (informação simbólica) o executivo central estaria envolvido na tradução dessa informação para uma codificação não-simbólica (localização na reta numérica), requerendo o componente viso-espacial para representá-la (XENIDOU-DERVOU et al., 2014). O *buffer* episódico estaria envolvido na integração entre as informações recentes

e a recuperação de fatos da memória de longo prazo. Dentre essas medidas avaliadas, o desempenho nas tarefas de raciocínio quantitativo ainda se sobressai perante as medidas de memória de trabalho, pois apresentou o maior nível de correlação com o desempenho em estimativa numérica.

Mesmo não fazendo parte da proposta dos estudos, as medidas do raciocínio quantitativo e da memória de trabalho apresentaram associação direta. Para o raciocínio aditivo, os componentes fonológico, executivo central e *buffer* episódico apresentaram relações, já no raciocínio multiplicativo apenas o componente executivo central mostrou índice significativo de relação. Semelhante às explicações para as relações entre memória de trabalho e estimativa numérica, no caso dos problemas de raciocínio quantitativo, a alça fonológica estaria envolvida no armazenamento das informações do problema, o *buffer* episódico seria o responsável por recuperar, da memória de longo prazo, conceitos aritméticos necessários à resolução do problema e o executivo central estaria envolvido no monitoramento e manipulação das informações para a resolução dos problemas. Esses resultados confirmam estudos anteriores que também indicaram relações importantes entre memória de trabalho e o desempenho aritmético (GATHERCOLE; ALLOWAY, 2004; PASSOLUNGI et al., 2007; CORSO, 2008; XENIDOU-DERVOU et al., 2014).

Os estudos que compõem essa dissertação evidenciaram resultados que devem ser interpretados com a compreensão de algumas limitações. Uma delas seria a amostra limitada a estudantes de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental que impede generalizações sobre o desempenho nas medidas avaliadas nos dois estudos. Outra limitação é quanto à diversidade de tarefas existentes e a não padronização das tarefas para a avaliação dessas medidas. Mais um fator que limitou a discussão desta pesquisa foi a aplicação coletiva das tarefas de estimativa numérica e de raciocínio quantitativo. Apesar dessas limitações, os resultados encontrados nos dois estudos possibilitam uma visão ampla do desempenho dos estudantes em estimativa numérica, assunto ainda pouco explorado na população brasileira e dão indícios para uma aplicabilidade em sala de aula, como mais um recurso a ser explorado para desenvolver o conhecimento numérico.

A partir disso, e em conjunto com os estudos revisados, pode-se dizer que o desenvolvimento da capacidade de realizar estimativas é importante para o desempenho matemático, pois auxilia os alunos a aprimorar suas habilidades em cálculos. Nas tarefas de estimativa numérica os alunos realizam reconhecimento de grandezas numéricas e decomposições de números, por exemplo, o que se assemelha aos cálculos realizados mentalmente ou por escrito. É importante salientar que o conceito de estimativa já aparece na

proposta curricular escolar desde os PCNs de 1998, porém percebemos com nossas práticas como educadores que esse conceito ainda continua pouco explorado pelos professores nas aulas de matemática. Talvez o pouco conhecimento e a escassa divulgação sobre sua importância para o desempenho em matemática dificultem a valorização desse conceito em sala de aula. Há diversas situações cotidianas em que um cálculo por estimativa é suficiente, sem a necessidade de se obter uma resposta exata. Nesse sentido, torna-se relevante destacar no ensino da matemática o uso de estratégias alternativas na resolução de problemas, proporcionando aos alunos ampliarem seu conjunto de métodos de resolução (OLIVEIRA; SAMPAIO; BATISTA, 2016). Dessa maneira, a utilização da estimativa nas aulas de matemática pode ser mais uma opção para desenvolver a habilidade em cálculos e na apropriação de formas distintas para solucionar tarefas matemáticas (BRASIL, 1997; OLIVEIRA et al., 2016).

Como proposta pedagógica e incentivo para sua utilização em sala de aula, o conceito de estimativa pode ser trabalhado no mesmo momento em que a compreensão do número e das operações, dessa forma a estimativa pode auxiliar a justificar e comprovar cálculos realizados (BRASIL, 1997), além de permitir com que os alunos estabeleçam suas próprias estratégias de resolução. Com isso, os alunos expressam a compreensão que possuem de número, o que pode ser uma oportunidade de desenvolver a autonomia e a confiança na aprendizagem da matemática (OLIVEIRA et al., 2016). Portanto, desenvolver a habilidade de estimar nas crianças é mais um recurso para estimular o desempenho nas tarefas de matemática. Com base nas pesquisas consideradas e nos resultados encontrados nesta dissertação, a estimativa torna-se um assunto merecedor de destaque em estudos futuros. Sugere-se, assim, que mais pesquisas sejam feitas nessa área para que se verifiquem as influências da estimativa no desempenho matemático dos estudantes desde os anos iniciais da escola.

Referências

BOOTH, J. L.; SIEGLER, R. S. Developmental and Individual Differences in Pure Numerical Estimation. **Developmental Psychology**, v. 41, n. 6, p. 189–201, 2006.

CORSO, L. V. **Dificuldades na leitura e na matemática:** um estudo dos processos cognitivos em alunos de 3^a a 6^a série do Ensino Fundamental. 2008. 218 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

GATHERCOLE, S. E.; ALLOWAY, T. P. Working memory and classroom learning. **Professional Association for Teachers of Students with Specific Learning Difficulties**, n. 17, p. 2-12, 2004.

LINK, T.; NUERK, H-C.; MOELLER, K. On the relation between the mental number line and arithmetic competencies. **The Quartely Journal of Experimental Psychology**, v. 67, n. 8, 2014.

OLIVEIRA, V.; SAMPAIO, R. S.; BATISTA, C. C. O uso da estimativa nos anos iniciais do Ensino Fundamental. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 12., 2016, São Paulo. *Anais...* São Paulo, 2016. p. 1-12.

PASSOLUNGI, C.; VERCELLONI, B.; SCHADEE, H. The precursors of mathematics learning: working memory, phonological ability and numerical competence. **Cognitive Development**, p. 165-184, 2007.






SIEGLER, R. S.; OPFER, J. E. The Development of numerical estimation: Evidence for Multiple Representation of Numerical Quantity. **Psychology Science**, v. 14, n. 3, maio 2003.

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**, v. 3, n. 3, p. 143-150, 2009.

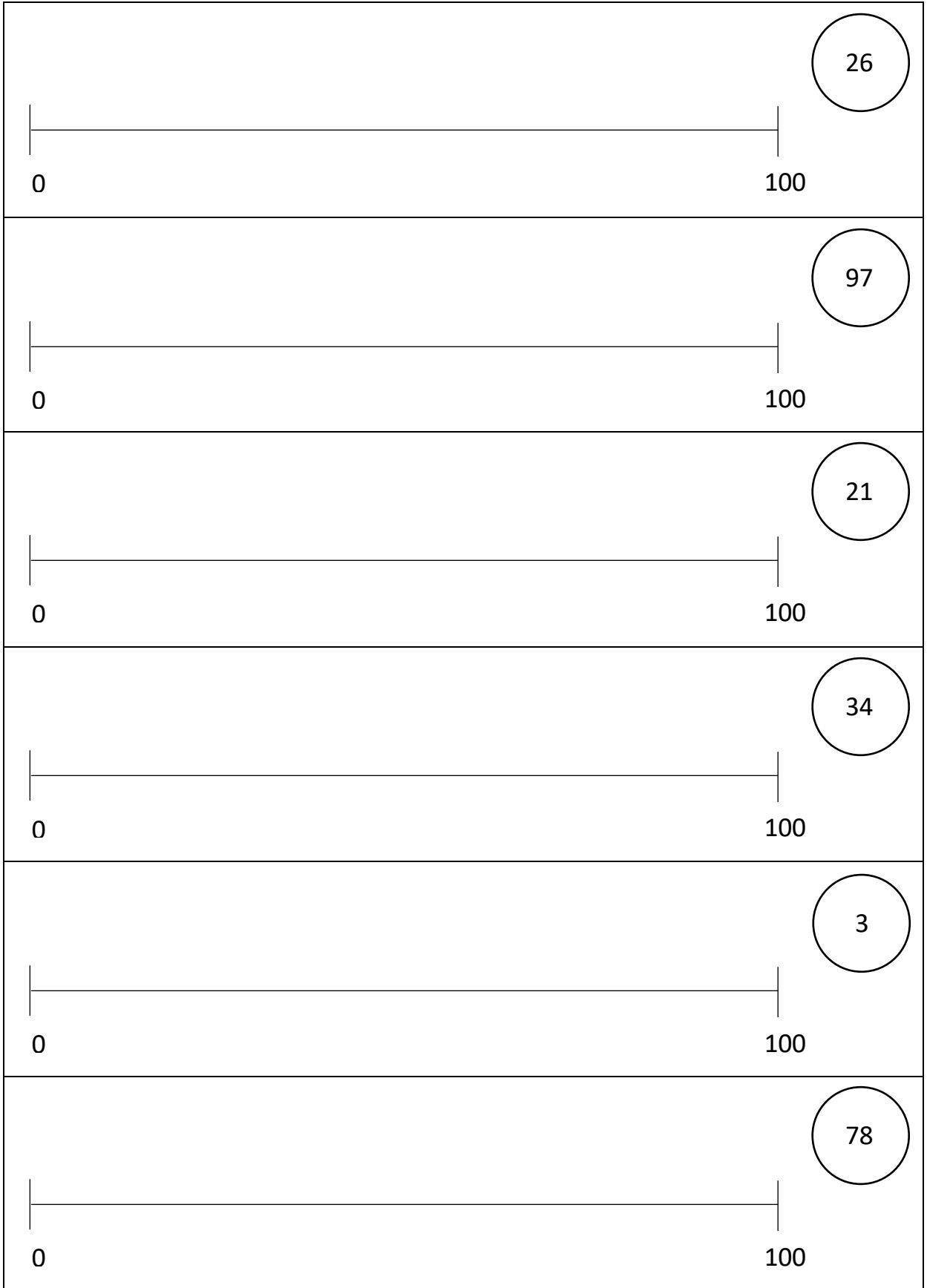
XENIDOU-DERVOU, I.; SCHOOT, M. van der; LIESHOUT, E. C. D. M. van. Working memory and number line representations in single-digit addition: Approximate versus exact, nonsymbolic versus symbolic. **The Quartely Journal of Experimental Psychology**, v. 68, n. 6, p. 1148-1167, 2014.

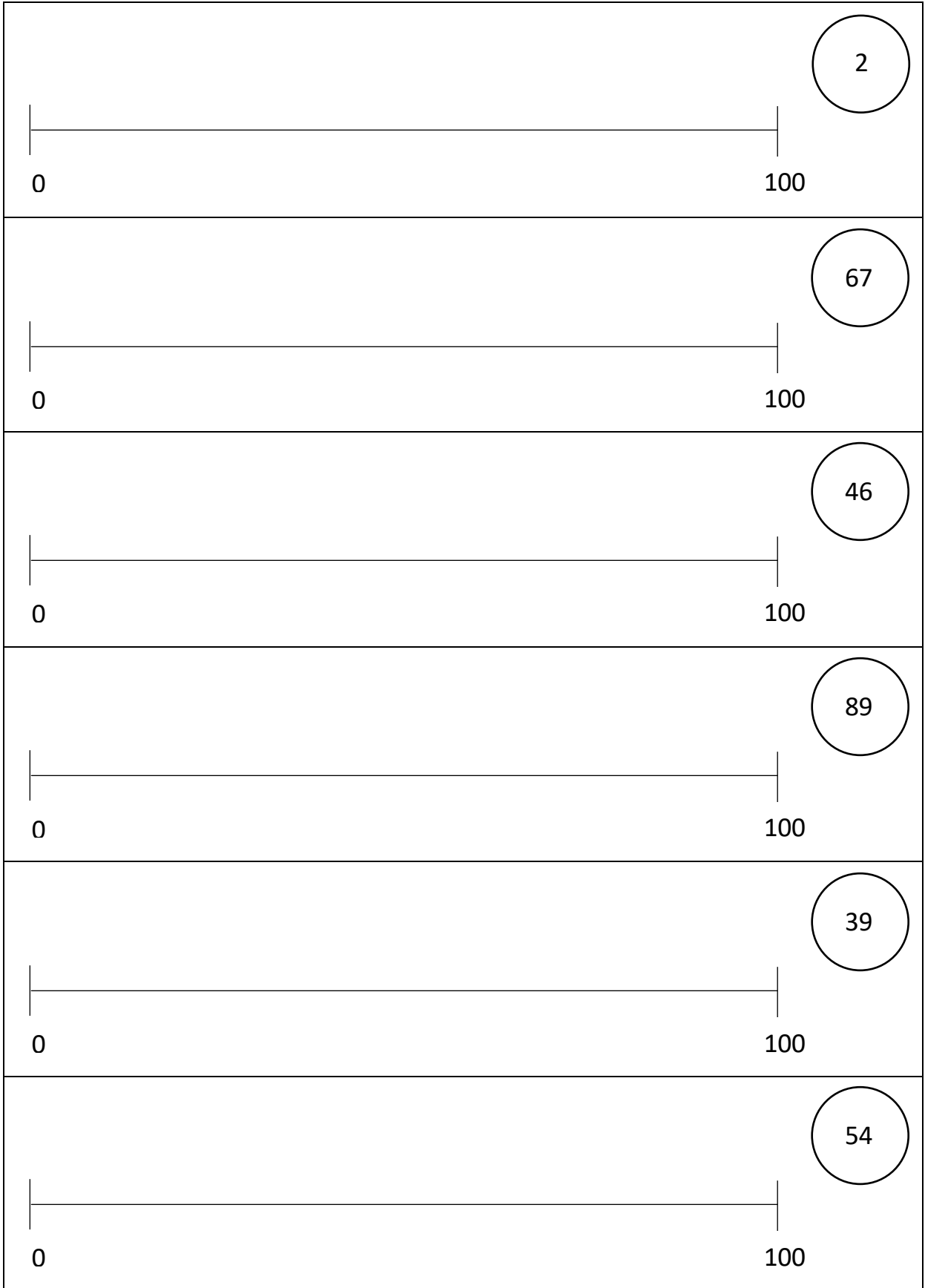
APÊNDICE A – TAREFA DE ESTIMATIVA NUMÉRICA NÚMERO-POSIÇÃO

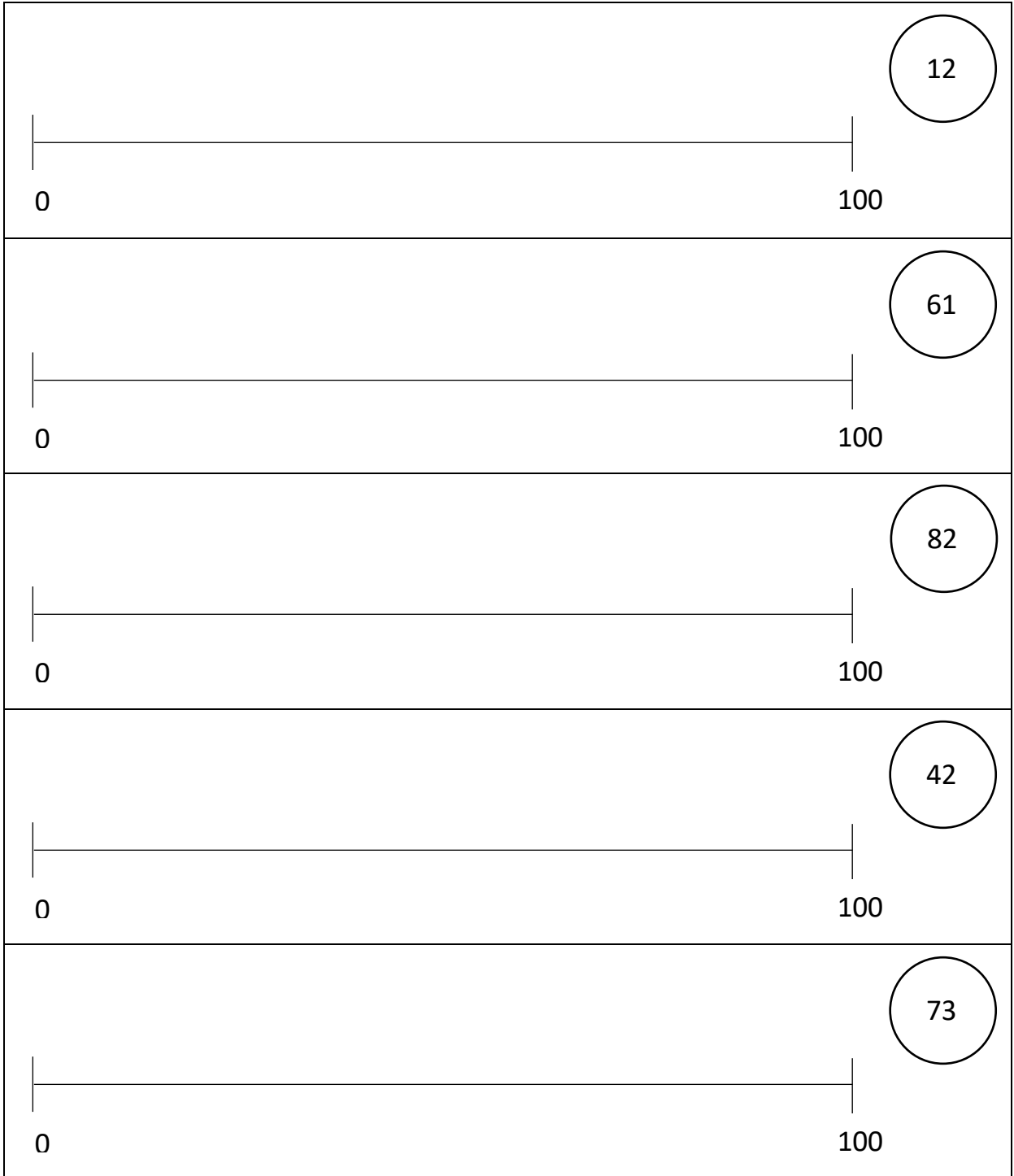
Localize na reta numérica o número indicado dentro do círculo¹:

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

¹ 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.

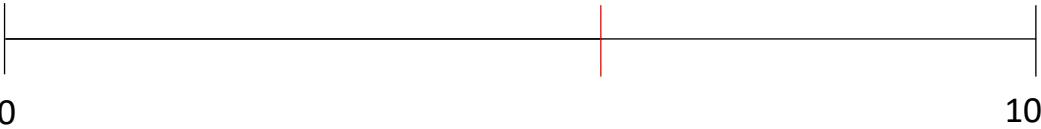
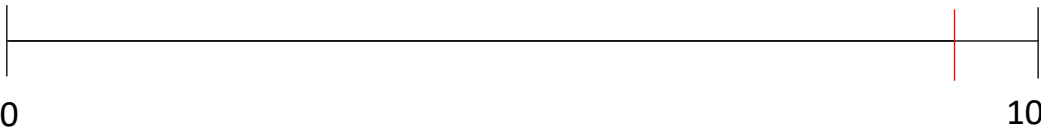







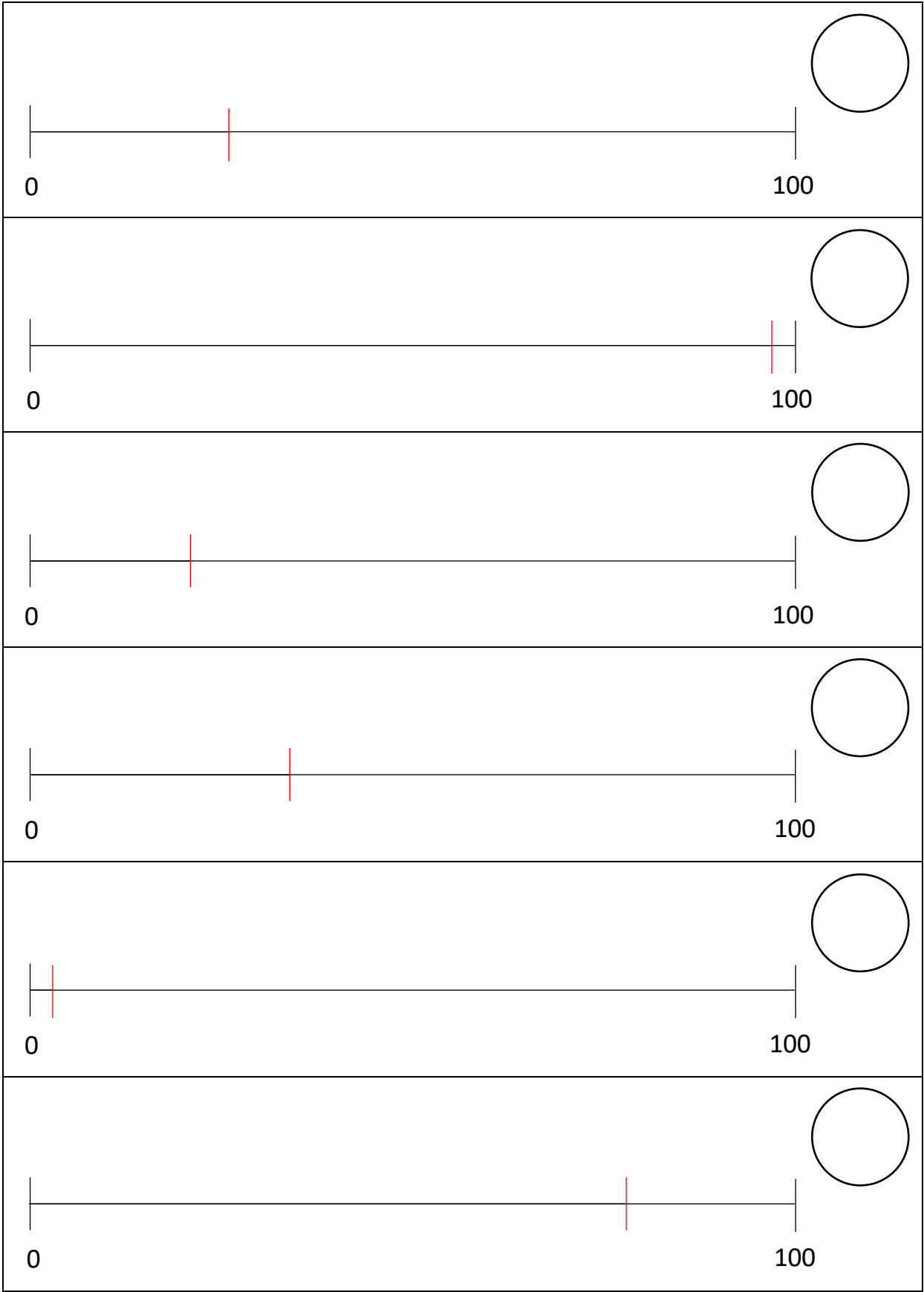


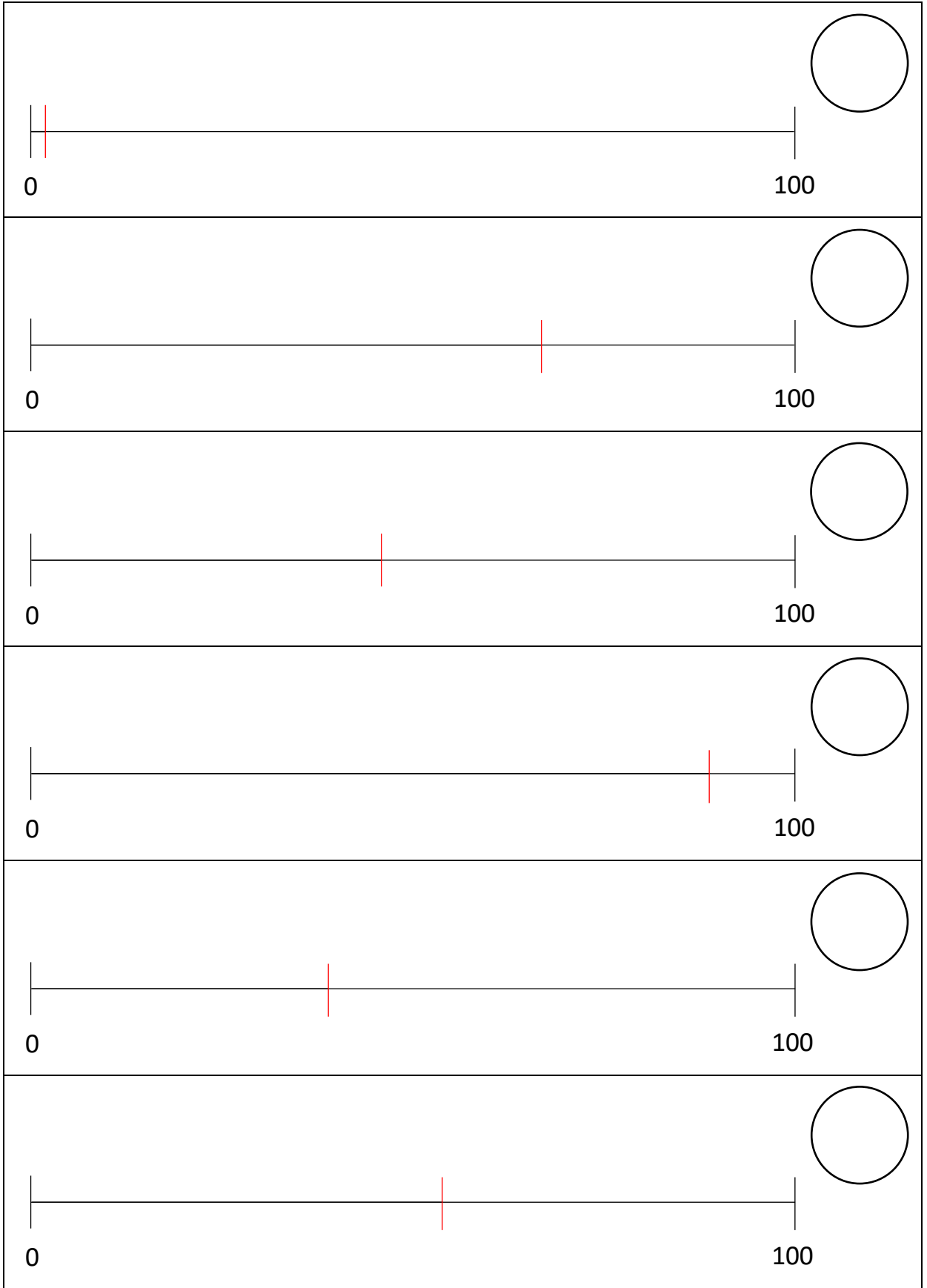
APÊNDICE B – TAREFA DE ESTIMATIVA NUMÉRICA POSIÇÃO-NÚMERO

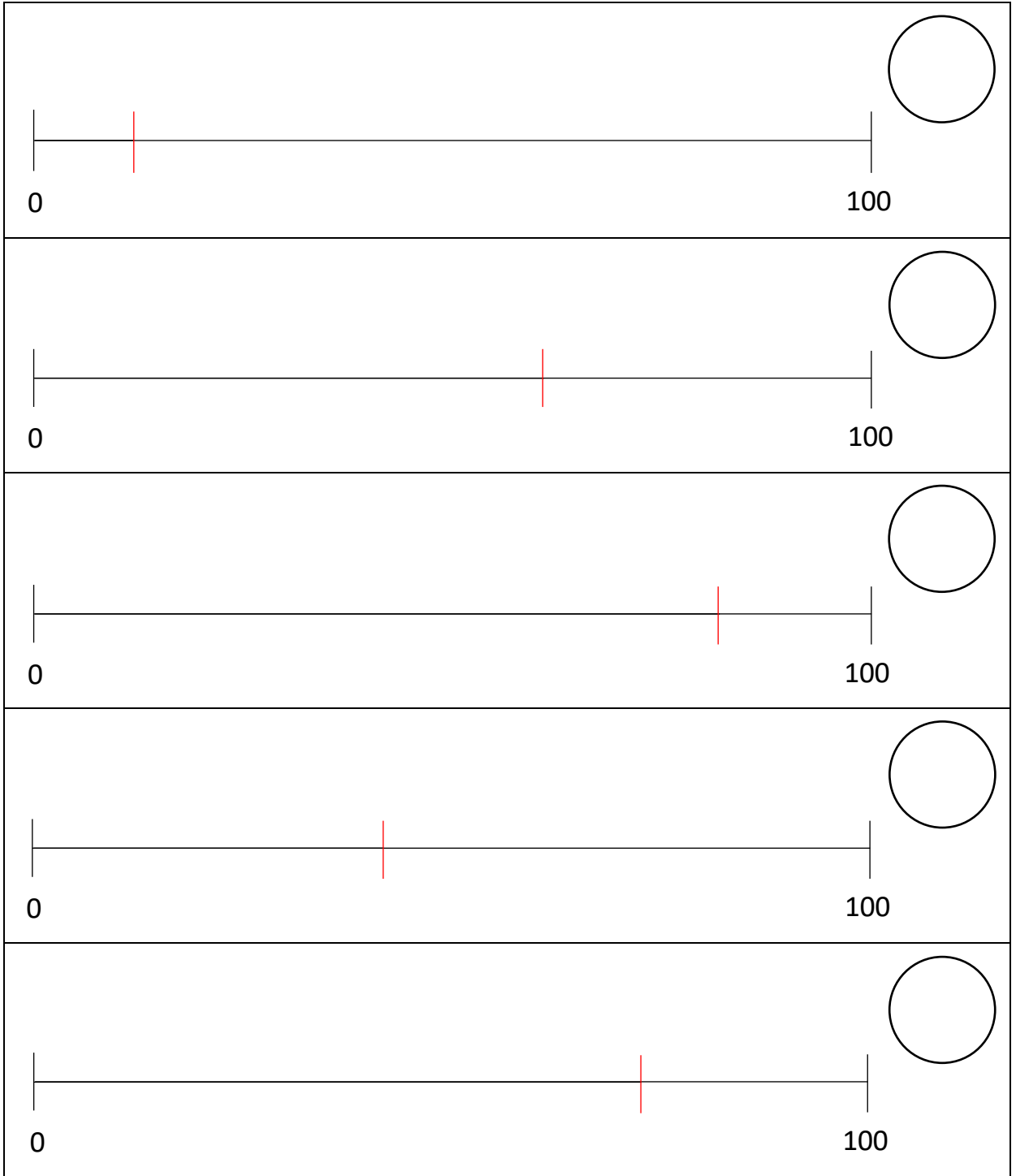
A marcação corresponde a que número? Escreva sua resposta no círculo²:

	<input data-bbox="1305 387 1441 526" type="text"/>
	<input data-bbox="1305 676 1441 815" type="text"/>
	<input data-bbox="1305 960 1441 1099" type="text"/>
	<input data-bbox="1305 1245 1441 1384" type="text"/>
	<input data-bbox="1305 1529 1441 1668" type="text"/>

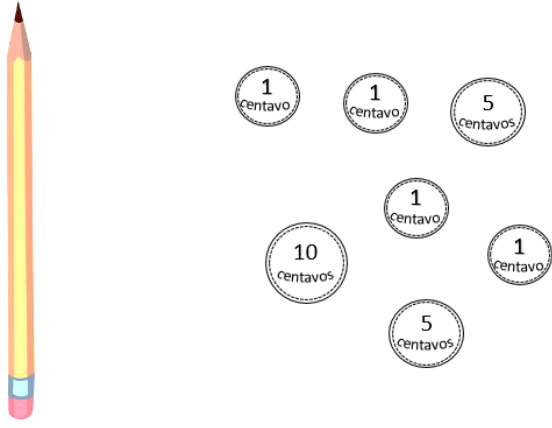
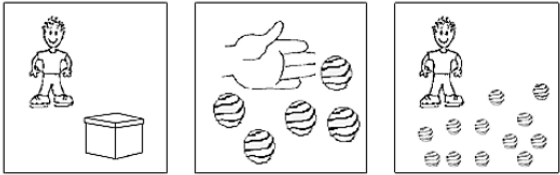
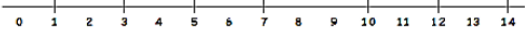
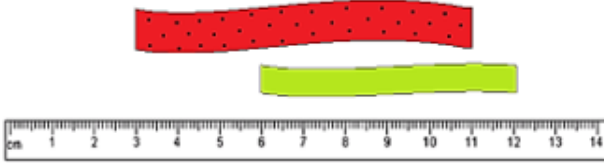

² Esta tarefa foi impressa em formato de bloco de folhas e em cada folha havia uma reta com um número para ser estimado. Esse bloco foi entregue aos alunos para realizarem suas marcações e, em seguida, devolvido à pesquisadora para posterior correção e análise.



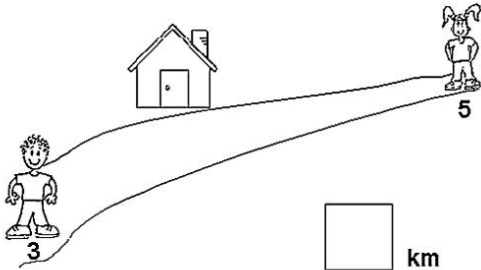


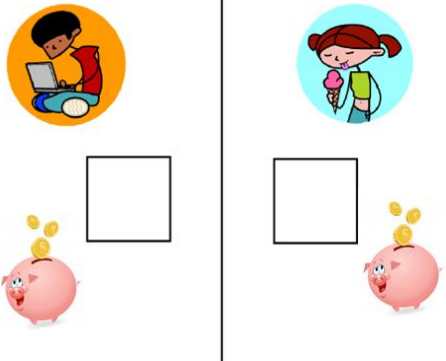
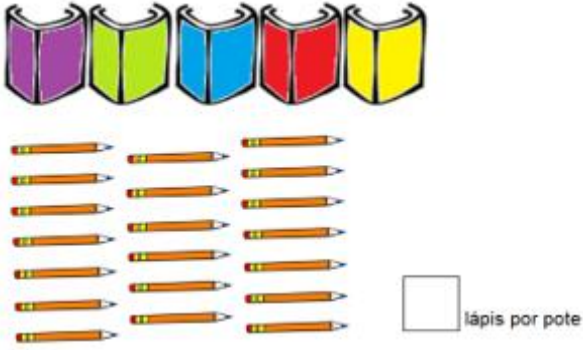
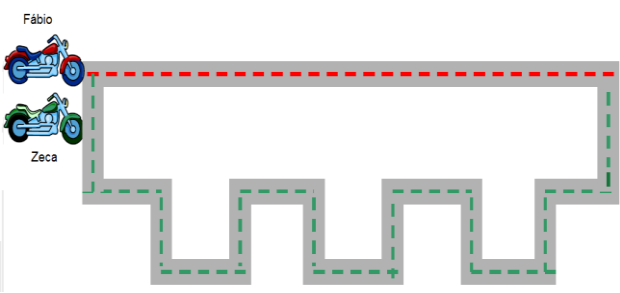
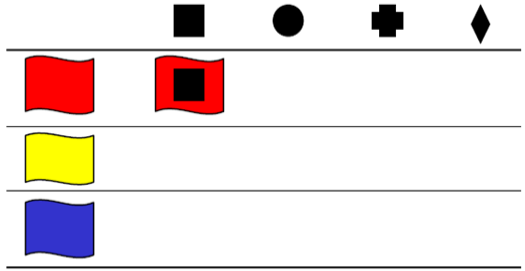






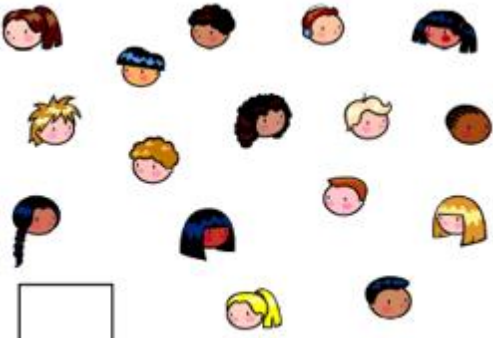


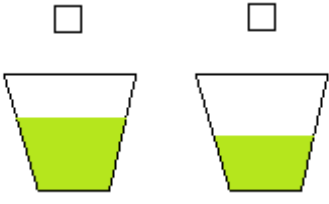
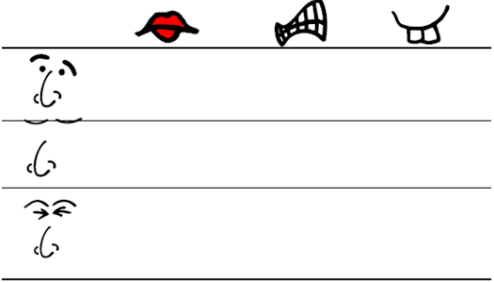
APÊNDICE C – TAREFA DE AVALIAÇÃO DO RACIOCÍNIO QUANTITATIVO

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;">___ bolitas</p>	<p>O menino tem algumas bolitas dentro da caixa. Brincando com seus amigos, ganhou 5 bolitas. Agora o menino tem 12 bolitas. Quantas bolitas o menino tinha na caixa? 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"/> biscoitos</p>	<p>Vó Maria está fazendo biscoitos para os seus netos. Cada neto irá receber 3 biscoitos. Quantos biscoitos vó Maria deverá fazer ao todo? Escreva a resposta no espaço indicado.</p>

 <p>Os fazendeiros José e Eduardo compraram sacos de ração para suas vacas.</p>	<p>O fazendeiro José tem 20 vacas e o fazendeiro Eduardo tem 15. Eles foram ao mercado juntos e compraram o mesmo número de sacos de ração para suas vacas. Algum dos fazendeiros vai conseguir alimentar suas vacas por mais tempo do que o outro?</p>
 <p>Francisco tem duas bermudas e três camisetas. Se ele combinar as bermudas e as camisetas de maneira diferente, quantos conjuntos ele pode formar?</p> <p><input type="text"/> Conjuntos diferentes</p>	<p>Francisco tem duas bermudas e três camisetas. Se ele combinar as bermudas e as camisetas de maneira diferente, quantos conjuntos ele pode formar?</p>
 <p>O menino 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="text"/> camisetas</p>	<p>O menino 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>Dois amigos saíram para caminhar e cada um foi para um lado. O menino caminhou 3 km para um lado. A menina caminhou 5 km para o outro lado. Qual a distância que um teria que percorrer para chegar até o outro? Escreva sua resposta no espaço indicado.</p> <p><input type="text"/> km</p>	<p>Dois amigos saíram para caminhar e cada um foi para um lado. O menino caminhou 3 km para um lado. A menina caminhou 5 km para o outro lado. Qual a distância que um teria que percorrer para chegar até o outro? Escreva sua resposta no espaço 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. 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?</p>
 <p>3 cores 4 emblemas ___ bandeiras</p>	<p>A professora comprou 3 tecidos 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>Um doce custa 6 centavos. Você quer comprar dois doces. Circule as moedas que você precisa para comprar os doces, sem receber troco.</p>
 <p style="text-align: center;"><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 style="text-align: center;">8</p> 	<p>A menina está fazendo 8 anos, tem 8 velas em seu bolo. Ela é três anos mais velha que o menino. Desenhe as velas no bolo do menino. Circule a idade da menina e do menino na reta numérica.</p>
 <p><input type="text"/> carros</p>	<p>A professora quer levar os seus 16 alunos para o zoológico. A professora irá dirigindo um carro e algumas mães terão que dirigir outros carros também. Em cada carro cabem 8 crianças. Quantos carros são necessários para que todas as crianças possam ir ao zoológico?</p>

	<p>Ana serviu dois copos de suco de limão com quantidades diferentes. Nos dois copos irá colocar a mesma quantidade de açúcar. Qual ficará mais doce? Circule-o.</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 PARA AS ESCOLAS

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

Projeto: Estimativa numérica, memória de trabalho e raciocínio quantitativo: um estudo com alunos de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental

Eu, NEUSA MARIA DA ROSA ROPKE, no cargo de Coordenadora Cidade Escola venho representar a escola EMEF ARAMY SILVA, situada no endereço RUA CHICO PEDRO, 390, em Porto Alegre, no sentido de autorizar o desenvolvimento do projeto “Estimativa numérica, memória de trabalho e raciocínio quantitativo: um estudo com alunos de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental” e a participação livre e espontânea dos alunos das turmas de 3º e 4º ano. Declaro estar ciente que o projeto se desenvolverá nas dependências da escola e da necessidade da instituição disponibilizar uma sala para realizar as avaliações com os alunos participantes.

Porto Alegre, 14 de dezembro de 2016.


Assinatura do (a) representante da escola

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

Projeto: Estimativa numérica, memória de trabalho e raciocínio quantitativo: um estudo com alunos de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental

Eu, Cristina Severino Mainieri, no cargo de Supervisora venho representar a escola EMEF Neusa Goulart Brizola, situada no endereço Rua Monsenhor Ruben Veis, 430, em Porto Alegre, no sentido de autorizar o desenvolvimento do projeto "Estimativa numérica, memória de trabalho e raciocínio quantitativo: um estudo com alunos de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental" e a participação livre e espontânea dos alunos das turmas de 3º e 4º ano. Declaro estar ciente que o projeto se desenvolverá nas dependências da escola e da necessidade da instituição disponibilizar uma sala para realizar as avaliações com os alunos participantes.

Porto Alegre, 04 de Novembro de 2016.

Cristina S. Mainieri
Supervisora
EMEF Neusa Goulart Brizola
284121011

Cristina S. Mainieri

Assinatura do (a) representante da escola

ANEXO B – TERMO DE PARTICIPAÇÃO PARA OS PROFESSORES

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

Projeto: Estimativa numérica, memória de trabalho e raciocínio quantitativo: um estudo com alunos de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental

Eu, _____, professor(a)
responsável pela(s) turma(s) _____, na Escola

aceito participar da pesquisa desenvolvida pela pesquisadora Camila Peres Nogueira, intitulada “Estimativa numérica, memória de trabalho e raciocínio quantitativo: um estudo com alunos de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental”, 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 2016.

Professor(a) da Escola

ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

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

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

ACEITE DE PARTICIPAÇÃO EM PESQUISA

Autorizo meu (minha) filho(a) _____
a participar da pesquisa intitulada “Estimativa numérica, memória de trabalho e raciocínio quantitativo: um estudo com alunos de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental” coordenada pela mestrandia Camila Peres Nogues e pela professora Dra. Beatriz Vargas Dorneles, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Estou consciente de que meu (minha) filho(a) participará de atividades que envolvem situações de estimativa numérica, memória de trabalho e raciocínio quantitativo, tema principal da pesquisa, e de que estas atividades serão realizadas em horário de aula, fora do espaço de sala de aula, dentro da escola e o aluno poderá deixar de participar a hora que quiser. Também estou informado(a) de que o grupo de pesquisadores envolvidos comprometeu-se a dar uma devolução dos resultados encontrados, em um período de, aproximadamente, doze meses e, como benefício da pesquisa, serão indicadas formas pedagógicas adequadas de estimular o desenvolvimento da estimativa numérica para os professores. Autorizo, também, a divulgação dos resultados encontrados, em forma de artigos.

Em caso de dúvida sobre a pesquisa, os senhores poderão entrar em contato com a direção da escola, ou com uma das responsáveis pelo estudo – Camila Nogues, telefone: (51) 94619162.

Dados para a pesquisa:

Nome da Escola:

Série e turma do(a) aluno(a):

Data de nascimento do(a) aluno(a):/...../.....

Sexo do(a) aluno(a): () Feminino () Masculino

_____, ____ de _____ de 2016.

Assinatura do responsável