

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

Elielson Magalhães Lima

**PRECURSORES DO DESEMPENHO ESCOLAR EM RESOLUÇÃO DE
PROBLEMAS**

Porto Alegre

2021

ELIELSON MAGALHÃES LIMA

PRECURSORES DO DESEMPENHO ESCOLAR EM RESOLUÇÃO DE
PROBLEMAS

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

Orientadora: Prof^a. Dra. Beatriz Vargas Dorneles

Linha de Pesquisa: Aprendizagem e Ensino

Porto Alegre

2021

CIP - Catalogação na Publicação

Lima, Elielson Magalhães
PRECURSORES DO DESEMPENHO ESCOLAR EM RESOLUÇÃO DE
PROBLEMAS / Elielson Magalhães Lima. -- 2021.
95 f.
Orientadora: Beatriz Vargas Doneles.

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

1. Precursores. 2. Resolução de problemas. 3.
Habilidades cognitivas. I. Vargas Doneles, Beatriz,
orient. II. Título.

Elielson Magalhães Lima

PRECURSORES DO DESEMPENHO ESCOLAR EM RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

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

Orientadora: Prof^a. Dra. Beatriz Vargas Dorneles

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Beatriz Vargas Dorneles – Orientadora – PPGEDU/UFRGS

Profa. Dra. Luciana Vellinho Corso – PPGEDU/UFRGS

Profa. Dra. Isabel Cristina Peregrina Vasconcelos – Externo

Profa. Dra. Alina Galvão Spinillo – UFPE

Aos meus pais, Adenilde Lucia e Elias, aos meus irmãos Luciano e Luciane pelo incentivo e confiança. À minha esposa Jessica, pelo companheirismo, e apoio para o meu aperfeiçoamento profissional e realização pessoal, principalmente por compreender os momentos de ausência durante esta trajetória. Aos meus filhos Emanuely, Vinícius, Gabriel e Arthur. Quero dizer que essa conquista não é só minha, mas nossa.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Beatriz Vargas Dorneles, por acreditar e incentivar a realização deste trabalho e compreender, pacientemente, o meu processo de adaptação e construção desse conhecimento.

Aos amigos João Neto e Gilson Sales, pela parceria e por ouvir meus desabaços e inquietações, confortando com incentivo e ânimo.

Aos colegas de grupo de estudo, em especial à Camila, que participaram de toda a minha trajetória de pesquisador, contribuindo com sugestões e comentários preciosos, durante a minha qualificação acadêmica.

Por fim, às professoras que participaram da banca do projeto, Dra. Luciana Vellino Corso, Dra. Isabel Cristina Peregrina Vasconcelos e Dra. Alina Galvão Spinillo pela possibilidade de discutir os caminhos para a construção da tese.

RESUMO

A presente tese tem como objetivo identificar as habilidades precursoras da resolução de problemas em estudantes de 3º e 4º ano do Ensino Fundamental, em duas cidades de regiões diferentes do Brasil, Arapiraca/AL (nordeste) e Porto Alegre/RS (sul). Participaram deste estudo 261 estudantes de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental, sendo 134 de uma mesma escola na cidade de Arapiraca/AL e 127 de duas escolas situadas na cidade de Porto Alegre/RS. De início, esta tese apresenta uma revisão de literatura com o objetivo de mostrar as concepções relacionadas à resolução de problemas com o foco na educação matemática e as habilidades cognitivas que aparecem na literatura como precursores, em que foram encontrados seis trabalhos. Em seguida, foi analisado o desempenho das crianças dos dois grupos na tarefa de resolução de problemas, na análise dos dados destacamos que os dois grupos investigados são semelhantes nos aspectos educacionais. Parece que devido a esse fator, o desempenho nos testes aplicados não mostrou diferença significativa entre eles, semelhança também encontrada nos resultados do desempenho em matemática na Prova Brasil. Em relação ao objetivo central, os resultados mostraram que as habilidades avaliadas (memória de trabalho, consciência fonêmica, compreensão leitora, transcodificação numérica, estimativa numérica e raciocínio quantitativo) apresentaram correlação estatisticamente significativas entre si e, mais do que isso, o desempenho na resolução de problemas correlacionou-se significativamente com todas as demais habilidades. Das sete variáveis consideradas como possíveis preditoras, as citadas acima e mais a cidade, apenas quatro apresentaram valor significativo de influência na resolução de problemas: raciocínio quantitativo, transcodificação numérica, compreensão leitora e memória de trabalho. A variável de maior influência na resolução de problemas foi o raciocínio quantitativo ($\beta = 0,21$, $p < 0,001$), responsável por explicar sozinha 34,9% da variância no desempenho na resolução de problemas. Já a variável de menor influência foi a compreensão leitora ($\beta = 0,08$, $p < 0,001$), acrescentando somente 0,2% na explicação do desempenho da variável resposta. É importante também destacar que a variável cidade não teve valor preditivo no modelo.

Palavras-chave: Precursores. Resolução de problemas. Habilidades cognitivas.

ABSTRACT

This thesis aims to identify the precursor skills of problem-solving in 3rd and 4th graders of Elementary School, in two cities in different regions of Brazil, Arapiraca/AL (northeast) and Porto Alegre/RS (south). For that, 261 students from 3rd and 4th grades participated in this study, 134 from the same school in the city of Arapiraca/AL and 127 from two schools located in the city of Porto Alegre/RS. Initially, this thesis presents a literature review with a qualitative approach in order to show the conceptions, the research related to problem solving with a focus on mathematics education and the cognitive skills that appear in the literature as precursors, in which six articles were found. Then, the children's performance from both groups in the problem-solving task was analyzed. In the data analysis, we highlighted that the two investigated groups are very similar in educational aspects. It seems that due to this factor, the performance assessed did not show a significant difference between them, this similarity was also found in the results of mathematics performance in the Prova Brasil. Regarding the main objective, the results indicated that the abilities evaluated (working memory, phonemic awareness, reading comprehension, number transcoding, number estimation and quantitative reasoning) showed a statistically significant correlation with each other and, more than that, the performance in problem-solving was significantly correlated with all other abilities. Of the seven variables considered as possible predictors, those mentioned above and the city, only four had a significant influence on problem-solving: quantitative reasoning, numerical transcoding, reading comprehension and working memory. The variable with the greatest influence on problem-solving was quantitative reasoning ($\beta = 0.21$, $p < 0.001$), which explains 34.9% of the variance in problem-solving performance. The variable with the least influence was reading comprehension ($\beta = 0.08$, $p < 0.001$), adding only 0.2% in explaining the students' performance in the outcome variable. It is also important to highlight that the variable city had no predictive value in the model.

Keywords: Precursor skills. Problem-solving. Cognitive abilities.

RESUMEN

Esta tesis tiene como objetivo identificar las habilidades precursoras de la resolución de problemas en estudiantes de 3° y 4° grados de la escuela primaria, en dos ciudades de diferentes regiones de Brasil, Arapiraca/AL (noreste) y Porto Alegre/RS (sur). En este estudio participaron 261 alumnos de 3° y 4° de primaria, 134 de la misma escuela de la ciudad de Arapiraca/AL y 127 de dos escuelas ubicadas en la ciudad de Porto Alegre/RS. Inicialmente, esta tesis presenta una revisión de la literatura con un enfoque cualitativo con el fin de mostrar las concepciones, los trabajos relacionados con la resolución de problemas con un enfoque en la educación matemática y las habilidades cognitivas que aparecen en la literatura como precursores, en los cuales se encontraron seis trabajos. Luego, se analizó el rendimiento de los niños de ambos grupos en la tarea de resolución de problemas. En el análisis de los datos destacamos que los dos grupos investigados son muy similares en aspectos educativos. Parece que, debido a este factor, el rendimiento en las pruebas aplicadas no mostró una diferencia significativa entre ellos, semejanza también encontrada en los resultados de rendimiento en matemáticas en el Prova Brasil. En cuanto al objetivo principal, los resultados mostraron que las habilidades evaluadas (memoria de trabajo, conciencia fonémica, comprensión lectora, transcodificación numérica, estimación numérica y razonamiento cuantitativo) presentaron una correlación estadísticamente significativa entre sí y, más que eso, el rendimiento de resolución de problemas correlacionó significativamente con todas las demás habilidades. De las siete variables consideradas como posibles predictoras, las mencionadas anteriormente y la ciudad, solo cuatro tuvieron una influencia significativa en la resolución de problemas: razonamiento cuantitativo, transcodificación numérica, comprensión lectora y memoria de trabajo. La variable con mayor influencia en la resolución de problemas fue el razonamiento cuantitativo ($\beta = 0,21$, $p < 0,001$), que por sí solo explica el 34,9% de la varianza en el rendimiento en la tarea de resolución de problemas. La variable con menor influencia fue la comprensión lectora ($\beta = 0.08$, $p < 0.001$), agregando solo 0.2% para explicar el rendimiento de la variable respuesta. También es importante resaltar que la variable ciudad no tuvo valor predictivo en el modelo.

Palabras clave: Precursores. Resolución de problemas. Habilidades Cognitivas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Problema 3 antes dos ajustes (à esquerda) e depois dos ajustes (à direita)	48
Figura 2 – Problema 6 antes dos ajustes (à esquerda) e depois dos ajustes (à direita).....	49
Figura 3 – Situação do IDEB nos estados (2019).....	50
Figura 4 – Distribuição Percentual dos Alunos do 5º ano do Ensino Fundamental por Nível de Proficiência – Escola A	51
Figura 5 – Distribuição Percentual dos Alunos do 5º ano do Ensino Fundamental por Nível de Proficiência – Escola B.....	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Títulos encontrados no Periódico Capes	29
Quadro 2 – Habilidades precursoras na resolução de problemas	32
Quadro 3 – Descrição dos níveis socioeconômicos dos estudantes	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição dos artigos	29
Tabela 2 – Focos Temáticos	30
Tabela 3 – Índices de desenvolvimento.....	42
Tabela 4 – Percentual de estudantes e intervalos dos níveis da escala.....	44
Tabela 5 – Classificação dos problemas em relação ao nível de dificuldade nas aplicações prévias.....	47
Tabela 6 – Descrição da amostra.....	49
Tabela 7 – Desempenho das escolas em Matemática.....	52
Tabela 8 – Comparação de desempenho entre os estudantes de Arapiraca e Porto Alegre	52
Tabela 9 – Descrição da amostra.....	66
Tabela 10 – Desempenho dos estudantes nos dois momentos de avaliação	67
Tabela 11 – Correlações entre os desempenhos no momento 1 e na resolução de problemas.....	67
Tabela 12 – Modelo de Regressão Linear Múltipla para explicação do desempenho em resolução de problemas	68
Tabela 13 – Comparação de desempenho entre os estudantes de Arapiraca e Porto Alegre ...	69

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	6
1 INTRODUÇÃO	15
1.2 MÉTODO DA PESQUISA.....	16
2 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: CONCEPÇÕES E PRECURSORES	20
2.1 INTRODUÇÃO.....	20
2.2 CONCEPÇÕES DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.....	22
2.3 MÉTODO	28
2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
2.5 PRECURSORES DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	32
2.6 CONSIDERAÇÕES	33
REFERÊNCIAS.....	34
3 DESEMPENHO NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE GRUPOS DE ALUNOS DE DUAS CIDADES DE REGIÕES DIFERENTES DO BRASIL.....	38
3.1 INTRODUÇÃO.....	38
3.2 PERFIL SOCIOECONÔMICO DAS CIDADES ENVOLVIDAS NA PESQUISA.....	41
3.2.1 O Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (Saeb).....	42
3.3 MÉTODO	45
3.3.1 Participantes.....	45
3.3.2 Procedimentos e análise dos dados.....	46
3.3.3 O instrumento: tarefa de resolução de problemas	46
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
REFERÊNCIAS.....	53
4 HABILIDADES PRECURSORAS DO DESEMPENHO NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.....	55
4.1 INTRODUÇÃO.....	56
4.2 HABILIDADES INVESTIGADAS	57
4.2.1 Memória de trabalho.....	57
4.2.2 Consciência fonêmica	58
4.2.3 Compreensão leitora.....	58
4.2.4 Estimativa numérica.....	59
4.2.5 Transcodificação numérica.....	60

4.2.6 Raciocínio quantitativo	61
4.3 MÉTODO	61
4.3.1 Participantes.....	62
4.3.2 Procedimentos.....	62
4.3.3 Instrumentos	63
4.4 ANÁLISE DOS DADOS	66
4.5 RESULTADOS	66
4.6 DISCUSSÃO	70
REFERÊNCIAS.....	72
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76
APÊNDICE A – TAREFA DE ESTIMATIVA NUMÉRICA NÚMERO-POSIÇÃO...78	
APÊNDICE B – TAREFA DE AVALIAÇÃO DO RACIOCÍNIO QUANTITATIVO...82	
APÊNDICE C – TAREFA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	87
ANEXO A – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DA SMED	89
ANEXO B – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DAS ESCOLAS	90
ANEXO C – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DOS PROFESSORES.....	93
ANEXO D – TCLE DOS RESPONSÁVEIS.....	94
ANEXO E – TERMO DE ASSENTIMENTO DOS ALUNOS	95

1 INTRODUÇÃO

Como professor que leciona matemática há vários anos, inclusive no 6º ano da educação básica, tenho observado que as crianças, ao ingressar neste ciclo, apresentam grandes dificuldades no desempenho matemático, principalmente na resolução de problemas. Esse fato me motivou a pesquisar esse tema nos anos iniciais, pois entendo que a resolução de problemas independe da idade e precisa ser explorada em crianças em formação inicial. Mas, de início, precisamos fazer o seguinte questionamento: O que é um problema?

Começaremos lembrando a origem da palavra “problema”, que vem do grego antigo “πρόβλημα”, cujo significado é: *algo que se joga adiante, algo que se projeta*. Esse sentido da palavra pode ser relacionado com a resolução de problemas para a vida cotidiana das pessoas (BROLEZZI, 2013), visto que, resolver problemas é importante “[...] não apenas para a aprendizagem da matemática, mas também para o desenvolvimento das suas habilidades em termos de inteligência cognitiva [...]” (SMOLE; DINIZ; CÂNDIDO, 2007, p.13).

Em geral, considera-se problema como uma situação que apresenta dificuldade para as quais não há solução imediata. A psicologia cognitiva traz a resolução de problemas como uma atividade motivada para atingir uma meta ou responder a uma pergunta (STERNBERG, 2017). Nessa tese, consideramos a resolução de problemas como a atividade de fazer e pensar em matemática, que justifica a necessidade de aprender conceitos e procedimentos específicos dessa área do conhecimento (SMOLE; DINIZ; CÂNDIDO, 2007).

O presente trabalho tem como objetivos: descrever os principais precursores da resolução de problemas já estabelecidos na literatura; definir se tais precursores se confirmam na realidade brasileira, especialmente em escolas de duas cidades de regiões diferentes do país, a região Nordeste e a região Sul, levando-se em conta a vastidão do Brasil e analisando-se as possíveis diferenças regionais; e identificar quais das habilidades avaliadas – raciocínio quantitativo, estimativa numérica, memória de trabalho, transcodificação numérica, consciência fonêmica, compreensão leitora – têm maior poder preditivo na resolução de problemas em crianças de 3º e 4º anos do ensino fundamental de tais cidades. Esses anos escolares foram selecionados já que queremos investigar habilidades que necessitam conhecimentos já estabelecidos.

Nesse sentido, para os alunos de 3º ano, que é o último ano do primeiro ciclo, espera-se que apresentem capacidade de “[...] construir o significado do número natural a partir de seus diferentes usos no contexto social, explorando situações-problema que envolvam contagens, medidas e códigos numéricos” (BRASIL, 1997, p. 47). Assim como para os alunos de 4º ano,

que estão entrando no segundo ciclo, no qual, ao final, espera-se que alcancem habilidades para “[...] resolver problemas, consolidando alguns significados das operações fundamentais e construindo novos, em situações que envolvam números naturais e, em alguns casos, racionais” (BRASIL, 1997, p. 56). Como algumas das habilidades que se pretende avaliar pressupõem que as crianças tenham conhecimentos de aritmética, decidimos por considerar crianças nessa idade e não mais novas.

Identificar os principais precursores do desempenho na resolução de problemas pode fortalecer a análise, intervenção e acompanhamento do desempenho de crianças antes que elas apresentem atrasos significativos em sua aprendizagem (JORDAN, 2010). Algumas habilidades já se mostram como precursoras em estudos prévios, é o caso da memória de trabalho e da competência numérica (PASSOLUNGI; VERCELLONI; SCHADEE, 2007). Estudos indicaram que a memória de trabalho se mostrou especificamente relacionada com a resolução de problemas e cálculos (PASSOLUNGI; PAZZAGLIA, 2004). A competência numérica é um processo de transcodificar representações diversas dos números (FREITAS, FERREIRA, HAASE, 2012), os autores relatam que a representação verbal para a arábica estaria relacionada ao ditado de números e que a representação arábica para a verbal estaria envolvida com a leitura em voz alta dos números.

Esta pesquisa faz parte de um projeto mais abrangente intitulado “Precursos do desempenho matemático nas séries iniciais” (Plataforma Brasil e Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS, sob o número 82570618.9.0000.5347-2018), coordenado pela professora Beatriz Vargas Dorneles. Para a coleta dos dados, foram avaliadas crianças de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental de duas escolas públicas da cidade de Porto Alegre – RS e de uma escola pública da cidade de Arapiraca – AL. A questão que norteia esta pesquisa é: "quais são as habilidades precursoras do desempenho na resolução de problema.

Esta tese se organiza com um capítulo inicial que traz uma revisão da literatura sobre os aspectos conceituais das concepções de resolução de problemas e mostra algumas pesquisas que investigaram habilidades cognitivas como precursoras da resolução de problemas. O capítulo seguinte mostra o desempenho no teste de resolução de problemas nos dois grupos das duas cidades. O último capítulo traz as correlações entre as habilidades investigadas e quais delas mostram-se precursoras na resolução de problemas nesses grupos.

1.2 MÉTODO DA PESQUISA

Esta pesquisa foi realizada de forma longitudinal com dados quantitativos, na qual foi verificado o desempenho dos alunos nas habilidades: raciocínio quantitativo, estimativa numérica, memória de trabalho, transcodificação numérica, consciência fonêmica e compreensão leitora para definir quais destas têm poder preditivo na resolução de problemas. Foram feitas duas aplicações no mesmo ano letivo para que pudéssemos minimizar a perda de alunos e para analisarmos se a escolarização interfere ou não nos resultados para a investigação de tais habilidades como precursoras do desempenho na resolução de problemas.

Participaram da pesquisa 127 crianças de 3º e 4º ano do Ensino Fundamental de duas escolas situadas na cidade de Porto Alegre – RS e 134 crianças de uma escola na cidade de Arapiraca – AL. O número mínimo de crianças foi determinado com base em cálculo amostral utilizando o software *Winpepi* (v11.48). Para uma análise de regressão, no referido cálculo amostral, foram considerados seis preditores e uma perda de 30% dos participantes, onde o coeficiente de determinação foi $R^2 = 0,90$, com poder de 80% e com um nível de significância de 5%, resultando na quantidade mínima suficiente para a aplicação dos testes estatísticos de 98 crianças.

Para iniciar-se a pesquisa, foi solicitada às secretarias municipais de Educação a assinatura de um termo de autorização para a realização da pesquisa (ANEXO A), bem como a autorização de participação por parte das escolas (ANEXO B) e por parte das professoras responsáveis por cada turma (ANEXO C). Da mesma forma, foi solicitado aos responsáveis dos alunos a assinatura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (ANEXO D). Todos os alunos que estiveram de posse do TCLE devidamente preenchido, realizaram as atividades de avaliação, porém, para fins de análise de uma amostra mais homogênea possível, foram retiradas as crianças com deficiência cognitiva. A decisão de quais crianças não participariam da análise da pesquisa, foi tomada depois da confirmação do nível intelectual por meio da aplicação do teste das Matrizes Progressivas Coloridas de Raven – Escala Especial (ANGELINI et al., 1999).

As crianças foram avaliadas em duas etapas sucessivas, em Porto Alegre a primeira avaliação aconteceu nos meses de abril/maio de 2018 e a segunda aconteceu nos meses de outubro/novembro do mesmo ano. Em Arapiraca a primeira avaliação aconteceu no mês de junho de 2018, e a segunda foi realizada em dezembro de 2018. A primeira aplicação dos testes, em Arapiraca – AL e em Porto Alegre – RS, foi feita em momentos coletivos e individuais. Os testes de raciocínio quantitativo, estimativa numérica e transcodificação numérica se deu na própria sala de aula, de forma coletiva. A aplicação do teste das Matrizes Progressivas Coloridas de Raven também foi feito de maneira coletiva, mas dessa vez os alunos foram divididos em

pequenos grupos (10 crianças por vez, como o próprio teste sugere) em uma sala separada e com o mínimo de barulho possível. O objetivo de utilizar esse teste é tentar homogeneizar a amostra o máximo possível. Esse teste foi utilizado somente na primeira aplicação.

Foram aplicados individualmente os testes de memória de trabalho, consciência fonêmica e compreensão leitora. As crianças foram convidadas a participar dessa etapa, na qual elas passaram pela avaliação dos três testes em sequência, iniciando com a memória de trabalho, que é composta de três avaliações: memória de dígitos em ordem direta e inversa, e memória visuoespacial; em seguida, o teste de consciência fonêmica e, logo após, o teste de compreensão leitora.

A segunda aplicação aconteceu de maneira análoga à primeira, com o incremento do teste de resolução de problemas, que foi aplicado imediatamente após a conclusão dos testes anteriores.

Para atingir os objetivos da pesquisa, foi feito um capítulo de revisão sobre o tema e dois estudos: o primeiro estudo faz uma comparação do desempenho na resolução de problemas entre dois grupos de regiões distintas, e o segundo estudo mostra quais habilidades, dentre as investigadas, são precursoras na resolução de problemas. Na sequência detalharemos cada estudo.

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**. CETEPP, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais. Matemática**. Vol. 3. Brasília, 1997.

BROLEZZI, A. C. **Criatividade e Resolução de Problemas**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2013.

FREITAS, N. L.; FERREIRA, F. O.; HAASE, V. G. Aspectos linguísticos envolvidos na habilidade de transcodificar entre diferentes representações de número. **Ciências & Cognição**, v. 17, n. 1, p. 01-15, 2012.

JORDAN, Nancy C. Preditores iniciais do bom desempenho e de dificuldades de aprendizagem em matemática. **Enciclopédia sobre o Desenvolvimento na Primeira Infância**. University of Delaware, EUA, jun. 2010.

PASSOLUNGI, M. C., & PAZZAGLIA, F. **Individual differences in memory updating in relation to arithmetic problem solving**. *Learning and Individual Differences*, 14, 219–230, 2004.

PASSOLUNGI, M. C.; VERCELLONI B.; SCHADEE, H. The precursors of mathematics learning: Working memory, phonological ability and numerical competence. **Cognitive Development**. Science Direct. n. 22, p. 165-184, jun, 2007.

SMOLE, K. S.; DINIZ, M. I.; CÂNDIDO, P. Resolução de Problemas. Coleção **Matemática de 0 a 6**. Vol. 02. Porto Alegre: Artmed, 2007.

STERNBERG, R. **Psicologia Cognitiva**; tradução Noveritis do Brasil. 2. Ed. Cengage Learning, São Paulo, 2017.

2 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: CONCEPÇÕES E PRECURSORES

Resumo

O presente capítulo apresenta uma revisão bibliográfica de abordagem qualitativa com o objetivo de mostrar as concepções, os trabalhos relacionados à resolução de problemas com o foco na educação matemática e as habilidades cognitivas que aparecem na literatura como precursores na realidade brasileira. Inicialmente, apresenta-se as concepções de resolução de problemas com ênfase no ensino de matemática. Para tal, realizou-se uma pesquisa na base de dados Periódico Capes, utilizando o critério de data de publicação de janeiro de 2016 até maio de 2021. Ao pesquisar sobre precursores e resolução de problemas, não foram encontrados trabalhos brasileiros. Então pesquisou-se usando apenas o critério de artigos na língua portuguesa: Resolução de Problemas, assim, foram encontrados 42 artigos, dos quais muitos tinham relação com outras áreas, utilizando Educação Matemática como tópicos; e Português como idioma. Foram encontrados seis trabalhos que mostram desde mapeamentos de pesquisas anteriores até relatos de experiências com resolução de problemas. Diante do resultado encontrado, resolveu-se apresentar algumas pesquisas que trazem as habilidades cognitivas como precursoras na resolução de problemas no cenário internacional, tais pesquisas mostram a memória de trabalho e a consciência fonêmica como habilidades gerais precursoras e a estimativa numérica como habilidade precursora específica.

Palavras-chave: Resolução de problemas matemáticos. Habilidades preditoras. Concepções na resolução de problemas.

Abstract

This chapter presents a literature review with a qualitative approach in order to show the concepts, the work related to problem solving with a focus on mathematics education and the cognitive skills that appear in the literature as precursors. Initially, problem solving concepts are presented with an emphasis on the teaching of mathematics. To this end, a search was carried out in the Capes Journal database, using the criterion of publication date from January 2016 to May 2021. 42 articles were found, using the following criteria: Problem-solving and Mathematics Education as topics; and Portuguese as the main language. Six articles were found that show from mappings of previous research to reports of experiences with problem-solving. Next, we present the few research that bring cognitive skills as precursors in problem-solving, and the general skills that appear as precursors in the literature, which are working memory and phonemic awareness, and the specific skill, which is numerical estimation.

Keywords: Mathematical problem-solving. Predictive skills. Conceptions in problem-solving.

2.1 INTRODUÇÃO

A matemática surgiu através da necessidade do homem primitivo de solucionar situações cotidianas (contagem de rebanhos, divisão de terras, cálculo de créditos). Além disso, ela também está inserida diretamente em estudos envolvendo outras áreas científicas, tais como: Física, Química, Astronomia; e também em problemas relacionados a investigações matemáticas (BRASIL, 1998). Ela é de suma importância em diversos aspectos da vida contemporânea desde avanços na tecnologia a situações do dia a dia, uma vez que é através do conhecimento dessa ciência que o homem amplia suas habilidades e desenvolve a capacidade

de resolver problemas, pensando criticamente, levantando questionamentos e argumentando coerentemente. Dessa forma, desenvolve a capacidade de agir com mais naturalidade nas situações cotidianas que envolvem números, transformando a realidade em que vive.

Esse desenvolvimento inicial da matemática foi impulsionado por problemas que apareciam no decorrer do dia a dia do ser humano. Com isso, o indivíduo a utilizava ou tentava aprimorá-la para elucidar as indagações que apareciam. Com o passar dos tempos e das constantes modificações sociais, a matemática passou a ser umas das disciplinas fundamentais de ensino nas escolas.

Nas últimas décadas, pesquisas sobre o ensino da matemática se voltaram para o seu letramento, sendo o professor o mediador desse processo. Para que essa mediação ocorra de forma satisfatória é necessário que o professor conheça a metodologia necessária para ensinar e os conteúdos que serão repassados aos alunos (NUNES; SOUZA, 2008). Dentre as metodologias propostas para o ensino da matemática, destaca-se a resolução de problemas. Tal metodologia ganhou destaque internacionalmente no final dos anos 70 e surgiu no Brasil na segunda metade da década de 80, como uma orientação para a aprendizagem que proporciona a assimilação de conceitos, procedimentos e atitudes matemáticas (BRASIL, 1998; ONUCHIC, 1999).

A metodologia da resolução de problemas permite ao aluno aprender a aprender a matemática, ou seja, de maneira autônoma, o estudante precisa saber não só o que, mas também precisa saber como estudar. Com isso, as explicações e demonstrações orais, seguidas de exercícios para a memorização do conteúdo darão espaço a busca por soluções por parte dos alunos mediadas pelo professor, a fim de formar associações do conhecimento e letramento matemático à realidade. Cabe à escola promover a visão de que os alunos podem produzir matemática através de suas concepções práticas para a resolução de problemas do dia a dia (NUNES; SOUZA, 2008).

Trazendo uma visão geral do ensino de matemática nas escolas estadunidenses, Lambdin e Walcott (2007) identificaram que o ensino de matemática apresentou seis fases com diferentes ênfases: Exercício e prática (1920 – 1930); Aritmética significativa (1930 – 1950); Matemática Moderna (1960 – 1970); Volta às bases (1970); Resolução de problemas; Padrões e responsabilidade (1990 até o presente). Os autores destacam que a resolução de problemas tem sua fase iniciada por volta de 1980, tendo como base o Construtivismo, a Psicologia Cognitiva e a Teoria Sociocultural, trazendo como seu principal teórico Vygotsky e tendo os processos de pensamento matemático como foco. Assim, agindo no ensino de matemática com o retorno à aprendizagem por descoberta e a aprendizagem através da resolução de problemas.

Esse capítulo consiste em um estudo bibliográfico com o objetivo de mostrar conceitos, concepções e trabalhos relacionados à resolução de problemas na literatura brasileira. A escolha por este percurso metodológico se deu pelo interesse em conhecer e analisar a contribuição dos estudos sobre resolução de problemas no ensino da matemática e suas diferentes concepções. A pesquisa bibliográfica permite ao pesquisador fornecer informações contextualizadas do problema, apontando e discutindo possíveis soluções a serem realizadas (GIL, 2008).

2.2 CONCEPÇÕES DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Nesse capítulo consideramos que um problema é uma situação que cria um obstáculo a vencer, que relaciona a busca dentro de tudo o que se sabe e que leva a decidir em cada caso aquilo o que é mais pertinente para resolvê-lo (PRADO; ALLEVATO, 2010). Partindo dessa ideia de problema, encontra-se na literatura denominações diferentes de resolução de problemas que caracterizam três tipos de concepções em relação ao ensino que serão descritas a seguir.

Na primeira concepção, ensinar *sobre* resolução de problemas, o principal nome é Polya (1994), que apresentou uma série de orientações para o trabalho com resolução de problemas no ensino de Matemática. Essa concepção corresponde a teorizar sobre resolução de problemas, explicitando fundamentos, regras e passos para realizar essa atividade. “[...] A resolução de um problema exige quatro etapas: a compreensão da tarefa; a concepção de um plano que leve à meta pretendida; a execução desse plano e a análise para determinar se a meta foi atingida [...]” (POLYA, 1994).

Ensinar *sobre* resolução de problemas significa trabalhar esse assunto como um novo conteúdo matemático, ou seja, como uma teoria. Essa concepção se deu a partir do movimento da matemática moderna, uma vez que o desencanto de professores e educadores matemáticos com o fracasso da aprendizagem de matemática levou-os a buscar alternativas para o ensino de matemática. Assim passaram a trabalhar com heurísticas como as de Polya, que não são mais do que procedimentos destinados a resolver um problema usando regras que possibilitem chegar rapidamente à solução ou aproximar-se dela.

Na segunda concepção, ensinar *para* a resolução de problemas, se utilizam os problemas para apresentar aplicações dos conteúdos matemáticos, isto é, se apresenta a teoria e depois se propõem problemas com uma certa contextualização e, em seguida, uma lista de problemas semelhantes.

Fica evidente para Van de Walle (2001) e Thompson (1989) que a concepção de ensinar *para* resolver problemas é uma aplicação de conceitos da teoria desenvolvida em sala de aula,

em outras palavras, os problemas servem para que o professor avalie se o aluno aprendeu o conteúdo trabalhado e se consegue aplicar determinada teoria. Nessa concepção de ensinar para resolver problemas, o professor está interessado na transferência do que os alunos aprenderam no contexto de um problema para o outro. Dessa forma, é considerado que só se pode resolver problemas depois da introdução de um conceito ou depois de praticar várias vezes certas habilidades. Van de Walle (2001) chama isso de paradigma do *teach-then-solve*, onde se destaca uma separação entre o que é ensinar matemática e o que é resolver problemas, ou melhor, a resolução de problemas é separada do processo de aprendizagem. Nesse sentido, os alunos esperam que o professor lhes informe as regras, sendo improvável resolver problemas para os quais os métodos de solução não foram fornecidos.

A abordagem estereotipada tradicional do ensino da matemática traz algo como: o professor é aquele que inicia; os alunos praticam por um tempo e espera-se que eles usem as habilidades praticadas para resolver problemas peculiares. Essa abordagem *teach-then-solve* claramente tem suas limitações, e Van de Walle (2001) destaca que uma limitação é que o professor assume que todos os alunos serão capazes de dar sentido à explicação, porém, a resposta do professor é considerada a melhor.

Na terceira concepção, do ensinar *através* da resolução de problemas, o problema é o ponto em que tudo se inicia e de onde surge a orientação para a aprendizagem, onde se constrói o conhecimento através da resolução (PRADO; ALLEVATO, 2010; ALLEVATO; ONUCHIC, 2009). “[...] Professor e alunos, juntos, desenvolvem esse trabalho, e a aprendizagem se realiza de modo colaborativo em sala de aula [...]” (PRADO; ALLEVATO, 2010).

A seguir, apresentaremos alguns questionamentos que têm sido feitos às concepções apresentadas. A primeira concepção, de ensinar *sobre* resolução de problemas, é questionada por Prado e Allevato (2010), que relatam que as etapas de resolução sugerem procurar dados expostos no enunciado e, em seguida, aplicar procedimentos anteriormente conhecidos. Por isso, esses autores consideram que o trabalho de Polya é limitado e não se aplica ao que eles acreditam, ou seja, eles entendem que o ensino da resolução de problemas envolve aspectos relacionados diretamente com o conteúdo específico que esteja sendo trabalhado, “[...] exigindo fazer conjecturas, testar procedimentos, aprender conteúdos, desenvolver raciocínios e apresentar explicações que nem sempre podem ser previstas [...]” (PRADO; ALLEVATO, 2010, p. 26-27).

Contrapondo-se ao ensino *para* resolução de problemas, Onuchic e Allevato (2014) relatam que, em tal concepção, a Matemática é considerada utilitária, visto que, uma limitação dessa concepção é considerar que a resolução de problemas é uma atividade que só pode ser

realizada após a introdução de um conceito ou após a prática de habilidades ou de algum algoritmo (ONUCHIC; ALLEVATO, 2014).

De nosso ponto de vista, o ensino da matemática *através* da resolução de problemas parece ser um caminho adequado, pois traça-se um roteiro que permite ao aluno pensar não só em encontrar uma resposta, mas sim, em construir, significativamente, conceitos e processos de resolução. Com ênfase no ensino *através* da resolução de problemas, Onuchic e Allevato (2014) trazem um roteiro para auxiliar os professores nos seus planejamentos de aulas, constituído de dez passos, sem restrições de tipos de atividades, cujo objetivo é fornecer um caminho para a atuação de professores e de alunos.

O roteiro segue os seguintes passos:

- a) *Preparação do problema* – a seleção do problema é fundamental para construir conceitos, princípios e procedimentos. Os autores chamam esse problema de problema gerador;
- b) *Leitura individual* – solicita-se que seja feita a leitura, onde cada aluno recebe o problema proposto.
- c) *Leitura em conjunto* – divide-se em pequenos grupos para que seja feita uma nova leitura de forma participativa. “[...] A leitura é uma atividade essencial quando se decide pela prática da resolução de problemas. É, através dela, que o aluno se envolve com o problema, ou não” (LEAL JUNIOR; ONUCHIC, 2016, p. 29);
- d) *Resolução do problema* – partindo do que foi entendido nas leituras, ou seja, compreendido o problema, com uma atenção para que as dúvidas referentes ao enunciado já tenham sido sanadas, os alunos buscam resolvê-lo com um trabalho de cooperação e colaboração mútua no sentido de construir o *novo conteúdo* que foi planejado pelo professor;
- e) *Observar e incentivar* – nessa etapa, o professor conduz os alunos a pensar e incentiva a discussão do trabalho colaborativo na busca da resolução do problema, com foco nas ideias e nas estratégias apresentadas pelos próprios alunos, ou seja, o professor não se detém a meramente transmitir o conhecimento;
- f) *Registro das resoluções na lousa* – representantes dos grupos são convidados a registrar, na lousa, suas resoluções. Resoluções certas, erradas ou feitas por diferentes processos são apresentadas para que todos os alunos as analisem e discutam;
- g) *Plenária* – para esta etapa são convidados todos os alunos, a fim de discutirem as diferentes resoluções registradas na lousa pelos colegas, para defenderem seus pontos de vista e esclarecerem suas dúvidas. O professor se coloca como guia e mediador das

discussões, incentivando a participação ativa e efetiva de todos os alunos. Este é um momento bastante rico para a aprendizagem;

- h) *Busca do consenso* – Depois de sanadas as dúvidas, e analisadas as resoluções e soluções obtidas para o problema, o professor tenta, com toda a classe, chegar a um consenso sobre o resultado correto;
- i) *Formalização do conteúdo* – neste momento, o professor registra na lousa uma apresentação *formal* – organizada e estruturada em linguagem matemática, padronizando os conceitos, os princípios e os procedimentos construídos através da resolução do problema, destacando as diferentes técnicas operatórias e as demonstrações das propriedades qualificadas sobre o assunto;
- j) *Proposição e resolução de novos problemas* – nessa etapa são propostos novos problemas relacionados ao problema gerador, o que permite verificar se os conteúdos foram compreendidos e tornar mais sólidas as aprendizagens construídas nas etapas anteriores.

Essa última etapa é fortemente voltada para o ensino para a resolução de problemas, porém “[...]isso não tira a característica da concepção, isso porque a concepção de ensinar **através** da resolução de problemas inclui as concepções de ensino **sobre e para** resolução de problemas” (ONUChic; ALLEVATO, 2014). Os procedimentos descritos acima são denominados por Onuchic e Allevato (2014) como metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação de matemática através da resolução de problemas. A palavra composta ensino-aprendizagem-avaliação tem como propósito “[...] expressar uma concepção em que o ensino, a aprendizagem e a avaliação devem ocorrer simultaneamente durante a construção do conhecimento pelo aluno, com o professor atuando como guia e mediador [...]” (ONUChic; ALLEVATO, 2014, p. 43).

Esse roteiro, entretanto, não foi o primeiro, pois Onuchic (1999) já havia proposto a ideia de que não há forma rígida de se trabalhar através da resolução de problemas e, para ajudar os professores, a autora pensou em um roteiro com algumas etapas a serem seguidas. Tais etapas foram: formar grupos e entregar uma atividade; registrar os resultados na lousa; realizar uma plenária; analisar os resultados; buscar um consenso; fazer a formalização. A mudança foi feita visando promover um desenvolvimento mais produtivo, tentando adequar a demanda de conhecimentos prévios necessários.

É de fundamental importância que o professor saiba seu papel e tenha clareza de como conduzir as tarefas, fazendo com que seus alunos desenvolvam a capacidade de aprender a aprender, buscando em si respostas que os intrigam, tanto na sua vida escolar quanto no seu

cotidiano, em vez de ter a postura de meros expectadores e sempre esperar pela resposta do professor (TEIXEIRA; SANTOS, 2017; SOARES; PINTO, 2001). Neste sentido, Vicente, Dooren e Verschaffel (2008) discutem as dificuldades de crianças em resolver problemas reais e sugerem que a qualidade dos problemas seja bem discutida, e que o professor avalie bem o problema antes de levar para seus alunos.

As pesquisas aqui mencionadas estão relacionadas com o ensino de matemática seja *para, sobre* ou *através* da resolução de problemas, não havendo a busca de habilidades que têm poder preditivo para a resolução de problemas.

Essas diferentes concepções que descrevemos acima, podem nos dar um norte metodológico para aproximarmos o que se faz em sala de aula com o que pesquisar sobre possíveis habilidades cognitivas que possam ser preditoras no desempenho em resolução de problemas. Fica evidente que o ensino de matemática através da resolução de problemas é uma concepção que permite essa ligação entre a metodologia e a pesquisa no que se refere ao desenvolvimento de aprendizagem.

Trazendo essa ideia de desenvolvimento de aprendizagem, há pesquisas que mostram como isso acontece de maneira progressiva na resolução de problemas. Em particular, Orrantia (2006) salienta que, para a aprendizagem de resolução de problemas, existe uma importante integração entre os esquemas protoquantitativos (esquemas primitivos que a criança produz, antecipadamente e de maneira apropriada, à concepção numérica) e a contagem. Esse autor enfatiza que em crianças mais novas, no caso de crianças de três anos, o esquema de aumento ou de diminuição permite que elas raciocinem sobre mudanças nas quantidades, ou seja, quando essas quantidades são adicionadas ou removidas.

Para o autor acima citado, a resolução de problemas precisa ser considerada como um processo, isto é, um processo complexo que precisa de certas estratégias e conhecimentos que se desenvolvem, se complexificam cada vez mais e no qual são construídos diferentes níveis de representação, tanto matemáticos como não matemáticos (ORRANTIA *et al.*, 2012; ORRANTIA, 2006). Nessa linha de pensamento, a resolução de problemas começa com um texto, o enunciado do problema, e termina com operações que dão origem a uma solução numérica, ou seja, o processo de resolução de problemas termina com a execução de uma série de operações para chegar ao resultado.

No início desse processo, a criança dispõe de diferentes termos que expressam concepção de quantidade sem precisão numérica, como maior, menor, mais ou menos, o que permite uma comparação dessas quantidades por meios de termos linguísticos (ORRANTIA, 2006). Essas concepções, que operam sem qualquer processo de medição, são baseadas no que

Resnick e Singer (1993) chamam de esquema de comparação protoquantitativo. Essas autoras identificam mais dois esquemas protoquantitativos: um que interpreta mudanças nas quantidades como um aumento ou uma diminuição delas e outro que estabelece relações de parte-todo. Os esquemas protoquantitativos permitem que a criança raciocine e estabeleça relações sem a necessidade de quantificá-las numericamente.

Ao longo do desenvolvimento, esse conhecimento é transformado em formas de representação quantificadas e matematicamente exatas. Concepções de esquemas protoquantitativos, embora não numéricos, podem incluir os princípios essenciais de um conceito, tais princípios referem-se às relações que precisam ser estabelecidas quer de forma numérica ou não numérica (SPINILLO, 2002).

O processo de desenvolvimento do pensamento matemático se dá por meio da aprendizagem conjunta de conceitos e procedimentos, iniciando-se por volta dos três anos de idade, quando a integração dos esquemas protoquantitativos e da contagem verbal assumem papel importante na aprendizagem da resolução de problemas (ORRANTIA, 2006).

Orrantia (2006) enfatiza que crianças são capazes de resolver problemas matemáticos de adição e subtração mesmo nos anos pré-escolares, mesmo sem saber fazer essas operações formalmente, usando diferentes estratégias de contagem, ou seja, modelando, de maneira direta, as ações representadas nas situações.

Da passagem dos esquemas protoquantitativos até a resolução do problema, desenvolve-se um processo progressivo no qual as estratégias vão sendo aprimoradas.

Mediadas pelo seu conhecimento conceitual de contagem, as estratégias que as crianças utilizam para resolver os diferentes problemas de estrutura aditiva são consideradas em três níveis distintos de desenvolvimento (ORRANTIA, 2006). No primeiro nível, as crianças modelam diretamente a situação com seu conhecimento mais elementar de contagem integrado a seus esquemas protoquantitativos. No segundo nível, seu conhecimento conceitual de contagem avança e elas podem usar procedimentos mais econômicos em que não há necessidade de usar objetos concretos. O terceiro nível se caracteriza pelo aparecimento da composição aditiva, ou seja, decompor qualquer número na soma de outros, e da reversibilidade, o que permite uma maior flexibilidade na resolução de problemas.

Orrantia (2006) ainda destacava que a resolução de problemas e o cálculo das operações são componentes do contínuo processo de desenvolvimento no qual estratégias aprimoradas precisam ser implementadas para entender o que de fato está sendo afirmado, isto é, para traduzir o texto, no caso o enunciado do problema, em uma representação abstrata, em que as

situações qualitativas e as relações semânticas sejam coletadas dentro do próprio texto (ORRANTIA, 2006).

Com o objetivo de analisar o nível representacional menos quantitativo e mais qualitativo no processo de resolução de problema, Orrantia *et al* (2012) consideram que este nível está relacionado com a compreensão da situação denotada pela proposição, o chamado modelo da situação-problema. Antes do ensino formal da aritmética, as crianças desenvolvem numerosas estratégias informais para resolver com sucesso diferentes situações-problema. No entanto, existem situações em que não é viável recorrer a estratégias que modelam diretamente a situação do problema. Nesses casos, é necessário construir uma representação alternativa que inclua, quando os problemas são de estrutura aditiva, por exemplo, certos conhecimentos conceituais relacionados às propriedades aditivas básicas. Esse conhecimento conceitual reflete a compreensão de princípios ou propriedades, como a propriedade comutativa ou o princípio da inversão (ORRANTIA *et al.*, 2012).

Quando um aluno tem de resolver um problema, algumas dificuldades podem surgir, as quais podem ser originadas de dois fatores: ele pode não entender a situação problema, ou pode não ter o conhecimento conceitual necessário para resolvê-lo, embora essa falta de conhecimento também possa levar a uma falha na compreensão (ORRANTIA, 2006).

Por fim, podemos dizer que para resolver um problema é preciso acionar uma série de estratégias que permitem criar uma representação do mesmo; nesse processo, existe interação entre diferentes tipos de conhecimento, como linguísticos, matemáticos e de mundo.

2.3 MÉTODO

A pesquisa de cunho bibliográfico possui uma intencionalidade explícita em mapear e analisar a produção acadêmica em campos do conhecimento específico (FERREIRA, 2002). Soares (2000) enfatiza que as pesquisas do tipo estado da arte ou estado do conhecimento não devem ter um ponto de chegada, e sim serem construídas continuamente caracterizando os caminhos traçados por uma determinada área da ciência.

Para esse estudo bibliográfico, foi efetuada uma busca, por meio do descritor ou palavra-chave “resolução de problemas”, na base de dados Periódico Capes, e foram selecionados os artigos voltados para a resolução de problemas. Os critérios de inclusão foram artigos publicados nos últimos cinco anos, utilizando o refinamento dado pela própria base.

2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando trabalhos publicados no Brasil, ao fazer a busca com os descritores precursores e resolução de problemas não foi obtido resultado, ou seja, não foram encontrados trabalhos que relacionam a resolução de problemas com habilidades cognitivas precursoras do desempenho em resolução de problemas na literatura brasileira.

Assim, resolveu-se buscar trabalhos utilizando o descritor “resolução de problemas”, e o refinamento por data de publicação de janeiro de 2016 até maio de 2021. Assim, foi encontrado um total de 42 artigos, porém muitos desses trabalhos estavam relacionados com outras áreas, os quais não tinham relação com o objetivo proposto nessa revisão bibliográfica, então considerando somente aqueles no idioma português e utilizando mais um instrumento de refinamento de pesquisa dado pela própria base de dados – Periódico Capes – que foi “educação matemática” chegou-se a um número de seis artigos, os quais estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1 – Títulos encontrados no Periódico Capes

TÍTULOS	AUTORES/ANO
Um delineamento dos artigos em resolução de problemas no Brasil a partir de periódicos	Justulin, 2016
Resenha: Resolver problemas e pensar a matemática	Campos, 2017
A Didática de Malba Tahan: alunos como solucionadores criativos de problemas	Almeida, 2018
Resolução de Problemas nas aulas de matemática dos anos iniciais: um estudo junto aos professores polivalentes	Mastroianni; Oliveira, 2019
Um cenário de estudos envolvendo o ensino de Matemática através da Resolução de Problemas em periódicos	Martins e Bôas, 2020
TIME em Ação: Teoria e Investigação em Matemática Elementar	Fratucci; Moran; Neves; Ferraiol, 2020

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da análise dos artigos extraídos da base de dados foi possível perceber que dois trazem revisão sobre resolução de problemas e estabelecem focos temáticos com base em características desenvolvidas nos trabalhos encontrados. Justulin (2016, p.1) apresenta seu estudo com o objetivo de “[...] investigar focos temáticos das pesquisas em Resolução de Problemas, bem como a distribuição das pesquisas nesses focos.” O autor citado mapeou as pesquisas a partir dos periódicos Boletim GEPEM, BOLEMA, Educação Matemática em Revista, Educação Matemática Pesquisa e ZETETIKÉ. O período analisado foi desde a criação das revistas até o ano de 2010. A autora destaca que dos 39 artigos analisados a maioria (33%) centram-se no aluno. A Tabela 1 mostra a distribuição dos trabalhos em relação os focos temáticos estabelecidos.

Tabela 1 – Distribuição dos artigos

Focos temáticos	Porcentagem de trabalhos em cada foco
-----------------	---------------------------------------

Foco 1: O aluno (ou o solucionador de problemas)	33%
Foco 2: O problema e suas características	10%
Foco 3: A história da Matemática e a resolução de problemas	2%
Foco 4: Teorias sobre Resolução de Problemas	13%
Foco 5: A Resolução de Problemas e o processo ensino-aprendizagem: orientações didáticas	26%
Foco 6: O professor e a Resolução de Problemas	8%
Foco 7: A Resolução de Problemas e o uso de tecnologias ou equipamentos eletrônicos	8%

Fonte: Adaptado de Justulin, 2016.

A outra pesquisa, que de certa forma complementa o estudo de Justulin (2016), foi realizada por Martins e Bôas, (2020, p.1) a qual tem por “[...] objetivo compreender focos temáticos nas produções acadêmicas que utilizam/abordam o ensino de matemática através da resolução de problemas.” Tal pesquisa realizou um levantamento das produções acadêmicas nos mesmos cinco periódicos, *BOLEMA*, *Boletim GEPEN*, *Zetetiké*, *Educação Matemática em Revista* e *Educação Matemática Pesquisa*, no período entre janeiro de 2011 e junho de 2019.

Os focos temáticos estabelecidos nesta pesquisa abrangem os artigos de acordo com os diferentes níveis de ensino a que eles estão direcionados, sendo desde a Educação Básica até o Ensino Superior. Dessa forma, na Tabela 2 a seguir, são apresentados os seis focos e a quantidade de artigos inseridos em cada um deles (MARTINS; BÔAS, 2020).

Tabela 2 – Focos Temáticos

Focos temáticos	Quantidade de trabalhos
Estudos com RP nos anos iniciais do Ensino Fundamental	3
Estudos com RP nos anos finais do Ensino Fundamental	6
Estudos com RP no do Ensino Médio	8
Estudos com RP na formação inicial	9
Estudos com RP na formação continuada de professores	5
Estudos com RP para além dos níveis de ensino	5

Fonte: Adaptado de Martins e Bôas, 2020.

Os demais trabalhos encontrados estão voltados a aplicações de atividades com resolução de problemas, dentre esses, o de Campos (2017, p.1) apresenta uma resenha que tem por objetivo “[...] apresentar e analisar o livro “Resolver problemas e pensar a matemática”, o qual discute a resolução de problemas como metodologia de ensino de matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental”. O livro analisado por Campos (2017) traz reflexões baseadas na teoria e em relatos de experiências vividos em sala de aula pelas organizadoras do livro, Keli Cristina Conti e Conceição Aparecida Cruz Longo, Tal obra possibilita perceber “[...] potencialidades da proposta como alternativa ao processo tradicional de ensino que ainda é fortemente associado ao mecanicismo e não tem contribuído com a efetiva aprendizagem dos estudantes (CAMPOS, 2017, p.2)”. Nessa mesma direção, Almeida (2018) descreve uma

experiência com alunos do 8º ano, numa escola pública municipal da cidade de São Paulo/SP, “[...] como objetivo que os alunos tivessem a oportunidade de resolver problemas de maneiras diferenciadas que despertassem a criatividade, fugindo de fórmulas e exercícios repetitivos, bem como conhecer um pouco mais sobre Malba Tahan” (ALMEIDA, 2018, p.4).

Nota-se que os trabalhos que apresentam relatos de experiências estão com foco no ensino de matemática através da resolução de problemas, o qual traz o problema como ponto de partida e contrapondo para o ensino mecânico.

Mastroianni e Oliveira (2019) relatam uma pesquisa feita com professoras polivalentes dos anos iniciais de uma escola da rede privada da Cidade de São Paulo/SP. Os autores analisaram quais concepções os professores investigados tinham em relação à resolução de problemas, buscando compreender de que maneira essas concepções exercem influência em sua prática. Utilizaram dois instrumentos de avaliação: um questionário, que serviu para analisar as concepções sobre resolução de problemas e após a aplicação foi realizada a observação das aulas visando um confronto entre discurso e prática. Os resultados mostraram que existe uma compreensão da importância do papel problematizador do professor nas aulas e valorizam o pensamento matemático dos alunos, “[...] contudo ainda têm certa dificuldade em organizar um milieu antagonista, capaz de provocar desequilíbrios e avanços autônomos na construção do conhecimento. Identificou-se, ainda, alguns efeitos do contrato didático, devidamente descritos” (MASTROIANNI; OLIVEIRA, 2019).

O último trabalho analisado, a pesquisa de Fratucci e colaboradores (2020) teve por objetivo descrever e analisar algumas das atividades realizadas em um projeto de extensão, da Universidade Estadual de Maringá, intitulado Teoria e Investigação em Matemática Elementar (TIME). O projeto utilizou abordagens na forma de resolução de problemas e Investigação Matemática sendo direcionado a professores e estudantes da educação básica. O texto descreve três oficinas sendo uma delas com o uso de um software geométrico e as outras com construções de materiais experimentais. Os autores verificaram que os participantes “[...] desenvolvem uma nova e ampliada visão da aplicação matemática, pois a metodologia utilizada [...] proporciona um conhecimento diversificado incentivando o aprendizado” (FRATUCCI *et al.*, 2020, p.12).

Destacamos dois caminhos importantes de pesquisas: primeiro as que estão envolvidas com o ensino, buscando alternativas metodológicas com ênfase na terceira concepção – ensino através da resolução de problemas –, as quais possibilitem procedimentos para que a criança esteja pensando no que está fazendo e, assim, enfatizando todo o processo metodológico para nortear o caminho de uma aprendizagem significativa.

O segundo caminho está relacionado com as pesquisas que mostram habilidades cognitivas, tanto gerais como específicas, como precursoras na resolução de problemas. Não foram incluídas na seleção anterior, por não ter um número expressivo de trabalhos que envolvem tais habilidades com a resolução de problemas. Na sessão seguinte, são mostradas algumas pesquisas que descrevem as habilidades precursoras.

2.5 PRECURSORES DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Existem poucos estudos que investiguem habilidades cognitivas como precursoras do desempenho na resolução de problemas. Na literatura algumas habilidades são reconhecidas como essenciais para um bom desempenho em matemática de forma geral, tais como a transcodificação numérica, a estimativa numérica, o raciocínio quantitativo, a memória de trabalho (MOURA *et al.*, 2015; SIEGLER; BOOTH, 2004; NUNES *et al.*, 2007; CORSO; DORNELES, 2012), enquanto a consciência fonêmica e a compreensão leitora mostram relação especificamente com a resolução de problemas (ZHANGA; LIN, 2018). O Quadro 2 mostra algumas pesquisas que descrevem a relação das habilidades cognitivas com a resolução de problemas.

Quadro 2 – Habilidades precursoras na resolução de problemas

Autores/ano	Habilidades gerais	Habilidades específicas
Träff (2013)		Estimativa numérica
Sasanguie <i>et al.</i> (2012)		Estimativa numérica
Zhanga e Lin (2018)	Visual-espacial Consciência fonêmica	
Gimbert <i>et al.</i> (2019)	Memória de trabalho	Estimativa numérica

Fonte: Elaborado pelo autor.

A pesquisa feita por Träff (2013) investigou as contribuições do conhecimento cognitivo de habilidades gerais e habilidades numéricas para resolver problemas em estudantes de 10 a 13 anos. Foram analisadas as seguintes tarefas: extensão auditiva, amplitude da matriz visual, fluência verbal, nomeação de cores, Raven, enumeração, estimativa numérica e comparação de dígitos. Verificou-se que a estimativa numérica se apresentou como uma boa precursora da resolução de problemas (TRÄFF, 2013).

Sasanguie *et al.* (2012) pesquisou a associação entre o desempenho das crianças de 5 a 7 anos, em várias tarefas básicas de processamento de números de desempenho em matemática em um teste baseado em currículo medido 1 ano depois. As análises de regressão mostraram que a maior parte da variância no desempenho das crianças em matemática foi prevista pelo

desempenho de estimativa numérica e, em menor grau, a velocidade de comparação de números simbólicos.

A pesquisa realizada por Zhanga e Lin (2018) contou com uma aplicação de dez testes cognitivos, foram eles: Leitura de palavras (caracteres simples e duplos), aritmética (aritmética não-simbólica, problemas aritméticos de palavras e aritmética escrita), Metalinguística (consciência fonológica e consciência ortográfica), RAN (Rapid Automatized Naming) e visual-espacial (percepção espacial e visualização espacial) em crianças no terceiro ano da educação infantil. As aplicações foram em dois momentos, a primeira aplicação no Outono e a segunda na Primavera. Os autores chamam de problemas aritméticos de palavras aqueles que são lidos para as crianças (por ainda não estarem alfabetizadas) e é solicitada uma resposta por meio da expressão verbal de um número. Os resultados mostraram que as habilidades visual-espacial e consciência fonológica previram competências posteriores em problemas aritméticos de palavras (ZHANGA; LIN, 2018).

Gimbert e colaboradores (2019) também investigaram habilidades cognitivas em crianças de 5 a 7 anos, destacando como precursoras a estimativa numérica e a memória de trabalho, esta última, fortemente relacionada com as crianças mais velhas.

Como já mencionado, existem poucas pesquisas que investigaram quais habilidades têm poderes preditivos na resolução de problemas. As pesquisas de Träff (2013) e Zhanga e Lin (2018), por exemplo, têm características semelhantes a que se investigou nessa tese. Nos próximos capítulos serão mostradas quais habilidades foram encontradas como precursores na resolução de problemas e também se mostra o desempenho dos alunos investigados na tarefa de resolução de problemas. Mesmo entre as poucas pesquisas, até onde se sabe, nenhuma investigou as semelhanças e diferenças entre habilidades precursoras do desempenho matemático em diferentes escolas de regiões de um mesmo país, que é um dos objetivos dessa tese.

2.6 CONSIDERAÇÕES

Após o contexto teórico apresentado neste levantamento bibliográfico, destacamos a inserção da resolução de problemas como estratégia didática para o ensino de matemática a fim de facilitar e contribuir para que o aluno possa lidar com o contexto diário, seja ele escolar ou não, motivando-o a pensar, refletir e solucionar problemas matemáticos de diferentes formas sem esperar apenas as resoluções do professor.

Revisou-se esses aspectos metodológicos por serem a maioria dos trabalhos sobre resolução de problemas encontrados nessa revisão bibliográfica, mas o que é mais relevante para nossa tese em si, é trazer o que a literatura já aponta como habilidades cognitivas que possam predizer o desempenho em resolução de problemas.

A resolução de problemas não só consiste no uso de métodos para encontrar soluções de problemas específicos, ela também permite que estudantes desenvolvam o pensamento matemático de maneira ativa. É a partir dos problemas que se pode envolver o aluno em situações da vida real, motivando-o para o desenvolvimento do modo de pensar matemático.

Quando se trata de habilidades cognitivas que predizem o desempenho em resolução de problemas, o número de pesquisa ainda é pequeno, mas todas elas trazem a importância de se dedicar um pouco mais a esse campo de investigações, o que trará importantes implicações para o desenvolvimento cognitivo das crianças em idade escolar.

REFERÊNCIAS

- ALLEVATO, N. S. G.; ONUCHIC, L. R. Ensinando Matemática na Sala de Aula através da Resolução de Problemas. **Boletim GEPEM**, Rio de Janeiro, n. 55, p. 1- 19, 2009
- ALMEIDA, I. A. T. DE. A Didática de Malba Tahan: alunos como solucionadores criativos de problemas. **Revista de Educação Matemática**, v. 15, n. 19, p. 345 - 352, 1 maio 2018.
- BONILHA, M. A. C.; VIDIGAL, S. M. P. In: SMOLE, K. S.; DINIZ, M. I. **Resolução de problemas nas aulas de matemática: o recurso problemateca**. Porto Alegre, Penso, 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais. Matemática**. Vol. 3. Brasília, 1997.
- BRASIL. Relatório do Sistema de Avaliação do Ensino Básico – SAEB. Brasília, Brasil: **INEP, MEC**. 2017.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- CAMPOS, M. B. Resenha: Resolver problemas e pensar a matemática de Keli Cristina Conti e Conceição Aparecida Cruz Longo. **Revista Mosaico**. v. 08, n. 2, p. 51-53, jul/dez 2017.
- CORSO, L. V.; DORNELES, B. V. Qual o papel que a memória de trabalho exerce na aprendizagem da matemática? **Bolema**, Rio Claro, v. 26, n. 42b, p. 627-648, 2012.
- FERREIRA, N. **As pesquisas denominadas “Estado da Arte”**. Educação e Sociedade. Ano XXIII, 79, 257-272, ago. 2002.

FRATUCCI, V.M.; MORAN, M; NEVES.E.A; FERRAIOL, T. F. TIME em Ação: Teoria e Investigação em Matemática Elementar. **REMAT: Revista Eletrônica da Matemática**, Bento Gonçalves, RS, v.6, n.1, p.01-14, jan.2020

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIMBERT, F. *et al.* What predicts mathematics achievement? Developmental change in 5- and 7-year-old children. **Journal of Experimental Child Psychology**, Elsevier: Amsterdã, Holanda, v. 178, p. 104–120, 2019. doi.org/10.1016/j.jecp.2018.09.013.

JORDAN, N. C. Preditores iniciais do bom desempenho e de dificuldades de aprendizagem em matemática. **Enciclopédia sobre o Desenvolvimento na Primeira Infância**. University of Delaware, EUA, jun. 2010.

JUSTULIN, A. M. Um delineamento dos artigos em resolução de problemas no Brasil a partir de periódicos. Educação Matemática Pesquisa: **Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, v. 18, n. 2, p. 37-56, p. 871-894, set. 2016.

LAMBDIN, D. V.; WALCOTT, C. Changes through the Years: Connections between Psychological Learning Theories and the School Mathematics Curriculum. In: MARTIN, W. G. et al. (Eds.). **The Learning of Mathematics**. Reston, VA: NCTM, p. 3 - 25. 2007.

LEAL JUNIOR, L. C.; ONUCHIC, L. R. **A Influência da Leitura na Resolução de Problemas**: Questões de sentidos, significados, interesses e motivações. **REMATEC/Ano 11/n. 21/jan.-abr**, p. 24-46, 2016.

MARTINS K. N.; BÔAS J. V. Um cenário de estudos envolvendo o ensino de matemática através da resolução de problemas em periódicos. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 252-280, 2020.

MASTROIANNI, M. T. M. R.; OLIVEIRA, G. P. Resolução de Problemas nas aulas de matemática dos anos iniciais: um estudo junto aos professores polivalentes. **Revista de Educação Matemática**, v. 16, n. 22, p. 232 - 251, 1 maio 2019.

MOURA, R. *et al.* From “Five” to 5 for 5 Minutes: Arabic Number Transcoding as a Short, Specific, and Sensitive Screening Tool for Mathematics Learning Difficulties. **Archives of Clinical Neuropsychology**, [s. l.], v. 30, n. 1, p. 88–98, 2015.

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

NUNES, C.B; SOUZA, A.C.P. A Resolução de problemas como metodologia de ensinoaprendizagem-avaliação de Matemática em sala de aula. **UNESP**, Rio claro- SP, 2008.

ONUCHIC, L. R.; ALLEVATO, N. S. G. **Resolução de Problemas: Teoria e Prática**. Paco Editorial. Jundiaí, 2014.

ONUCHIC, L. R. **Ensino-aprendizagem de matemática através da resolução de problemas**. In: BICUDO, M. A. V. (Org.). Pesquisa em educação matemática. São Paulo: UNESP, p.199-220, 1999.

ORRANTIA, J. Dificultades en el Aprendizaje de las Matemáticas: una perspectiva evolutiva. **Revista de Psicopedagogia**, Espanha, v. 23, n.71, p. 158-180, 2006.

ORRANTIA, J.; MÚÑEZ, D.; FERNÁNDEZ, M.; MATILLA, L. Resolución de problemas aritméticos: Conocimiento conceptual y nivel de competencia en matemáticas. **Aula Abierta**, Vol. 40, Espanha. p. 23-32, 2012.

PASSOLUNGHI, M. C.; PAZZAGLIA, F. **Individual differences in memory updating in relation to arithmetic problem solving**. Learning and Individual Differences, 14, 219–230, 2004.

PASSOLUNGHI, M. C.; VERCELLONI B.; SCHADEE, H. The precursors of mathematics learning: Working memory, phonological ability and numerical competence. **Cognitive Development**. Science Direct. n. 22, p. 165-184, jun, 2007.

POLYA, G. **Arte de resolver problemas: um novo enfoque do método matemático**. Trad. H. L. Araújo. Rio de Janeiro: Interciência, p. 196, 1994.

PRADO, M. A.; ALLEVATO, N. S. G. O Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Geometria através da Resolução de Problemas. **Acta Scientiae**, Canoas (RS), v.12, n.01, p.24-42, jan./jun., 2010.

RESNICK, L.B.; SINGER, J.A. Protoquantitative origins of ratio rea–soning. Em T.P. Carpenter; E. Fennema & T.A. Romberg (Orgs.), **Rational numbers: An integration of research**, Hillsdale, NJ:Erlbaum, p. 107-130, 1993.

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

SIEGLER, R.; BOOTH, J. Development of numerical estimation in young children. **Child development**, [s. l.], v. 75, n. 2, p. 428–44, 2004.

SOARES, M. T. C.; PINTO, N. B. Metodologia da resolução de problemas. In 24ª Reunião **ANPEd**. Caxambu, 2001. Acessado em 13 de agosto de 2018, disponível em <<http://www.anped.org.br/reunioes/24/tp1.htm#gt19>>.

SOARES, M. **Alfabetização**. Brasília: MEC INEP/COMPED, 2000. Série Estado do Conhecimento, ISSN 1518-3653, nº 1.

SMOLE, K. S.; DINIZ, M. I.; CÂNDIDO, P. Resolução de Problemas. Coleção **Matemática de 0 a 6**. Vol. 02. Porto Alegre: Artmed, 2007.

SPINILLO A. G. O Papel de Intervenções Específicas na Compreensão da Criança sobre Proporção. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, 15(3), p. 475-487. Rio Grande do Sul. 2002.

TEIXEIRA, B. R.; SANTOS, E. R. Resolução de problemas e investigações matemáticas: algumas considerações. **Educação Matemática em Revista**, Brasília, v. 22, n. 53, p. 7-16, jan./mar., 2017.

THOMPSON, A. G. Learning to Teach Mathematical Problem Solving: Changes in Teachers' Conceptions and Beliefs. In: CHARLES, R. I.; SILVER, E. A. (ed.). **The Teaching and Assessing of Mathematical Problem Solving**. Virginia, 1989.

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

VAN DE WALLE, J. A. Teaching Through Problem Solving. In ____ **Elementary and Middle School Mathematics**. New York, Longman, 2001.

VICENTE, S.; VAN DOOREN, W.; VERSCHAFFEL, L. Utilizar las matemáticas para resolver problemas reales. **Cultura y Educación**, [s. l.], v. 20, n. 4, p. 391–406, 2008.

ZHANG, X.; LIN, D. Cognitive precursors of word reading versus arithmetic competencies in young Chinese children. **Early Childhood Research Quarterly**, [s. l.], v. 42, p. 55–65, 2018.

3 DESEMPENHO NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE GRUPOS DE ALUNOS DE DUAS CIDADES DE REGIÕES DIFERENTES DO BRASIL

Resumo

O presente capítulo tem como objetivo analisar o desempenho de crianças de dois grupos de duas cidades de regiões brasileiras diferentes, Nordeste e Sul, regiões que mostram diferenças significativas em aspectos como IDH e economia, onde a região Sul é uma das mais ricas do Brasil, enquanto a região Nordeste está entre as mais pobres. No decorrer da análise dos dados destacamos que os dois grupos investigados são bem semelhantes nos aspectos educacionais. Parece que devido a esse fator, o desempenho nos testes aplicados não mostrou diferença significativa entre os dois grupos, semelhança também encontrada nos resultados do desempenho em matemática na Prova Brasil. Ainda assim, cabe destacar que a escola da região Nordeste apresentou um crescimento nas últimas avaliações, enquanto as duas escolas da região Sul mostram quedas no desempenho nas mesmas.

Palavras-chave: Resolução de problemas matemáticos. Anos Iniciais. Comparação entre cidades.

Abstract

This chapter aims to analyze the performance of children from two groups from two cities in different Brazilian regions, Northeast and South, regions that show significant differences in aspects such as HDI and economy, where the South region is one of the richest in Brazil, while the Northeast region is among the poorest. During the data analysis, we highlighted that the two investigated groups are very similar in educational aspects. It seems that, due to this factor, the performance in the applied tests did not show a significant difference between the two groups, this similarity was also found in the results of mathematics performance in the Prova Brasil. Even so, it is worth noting that the school in the Northeast region showed an increase in the latest assessments, while the two schools in the South region show a drop in performance.

Keywords: Mathematical problem-solving. Primary School. Comparison between cities.

3.1 INTRODUÇÃO

Inicialmente, ao referir a história da Matemática, mencionou-se que ela foi construída para a resolução de problemas de diferentes origens e contextos vinculados ao dia a dia do indivíduo ou por problemas referentes a investigações internas da Matemática. Percebe-se que o ensino atual da Matemática não propõe essa vinculação em sala de aula, onde apenas os exercícios repetitivos e padronizados é que perduram no ensino e na aprendizagem (SILVA; CASTRO FILHO, 2004).

Contudo, do final do século XIX até a década de 50 vários trabalhos foram realizados envolvendo a resolução de problemas, como referimos no Capítulo 1. Com isso, existem variados modos de trabalhar a resolução de problemas, com diferentes orientações e abordagens didáticas (MENEGHELLI *et al.*, 2018), como revisamos no capítulo anterior. Nesta pesquisa, considera-se a resolução de problemas como a atividade de fazer e pensar em matemática, que

justifica a necessidade de aprender conceitos e procedimentos específicos dessa área do conhecimento (SMOLE; DINIZ; CÂNDIDO, 2007).

Nesse sentido, considerando a relevância da resolução de problemas na aprendizagem matemática dos estudantes, o presente estudo tem como objetivo analisar o desempenho na resolução de problemas em alunos de 3º e 4º anos do ensino fundamental em amostra composta por dois grupos de crianças de duas cidades de regiões diferentes do Brasil, tendo como hipótese que existe diferença no desempenho em resolução de problemas, considerando que o índice de desenvolvimento humano – IDH – é bem diferente nas duas cidades, o que leva a pensar que isso pode ser um dos fatores que influencie no aspecto educacional e assim, os resultados sejam diferentes nos dois grupos.

Para que possamos investigar se o IDH interfere ou não no desempenho na resolução de problemas, precisamos olhar os resultados, de maneira geral, de avaliações em larga escala em nosso país para entendermos como os estudantes brasileiros estão desenvolvendo-se em lugares com diferentes contextos sociais. Segundo o relatório do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb), o Brasil tem mostrado avanços no desempenho de matemática nas séries iniciais, apresentando nível de proficiência médio de 4, que é o primeiro nível do conjunto de padrões considerados básicos pela Secretaria de Educação Básica do Ministério da Educação (BRASIL, 2017).

Em especial podemos destacar os resultados do desempenho médio em matemática nos anos iniciais dos estados de Alagoas (201,13 pontos) e do Rio Grande do Sul (221,98 pontos), uma diferença de 20,85 pontos. Tais estados têm particularidades regionais referentes as suas culturas e condições socioeconômicas, pretendemos analisar se esses fatores interferem ou não na diferença de pontuação do desempenho médio em matemática, considerando o IDH como medida, visto que, o foco da avaliação nacional em matemática é a resolução de problemas. Para isso, pretendemos analisar também o Indicador de Nível Socioeconômico (Inse) das escolas envolvidas na pesquisa, tal indicador possibilita, de modo geral, situar o público atendido pela escola em um estrato ou nível social, apontando o padrão de vida dos alunos de cada escola. Esse indicador é calculado a partir da escolaridade dos pais e da posse de bens e contratação de serviços pela família dos alunos. Para melhor caracterizar as escolas foram criados seis grupos, de modo que, no Grupo 1, estão as escolas com nível socioeconômico mais alto.

Nessa linha de desigualdade no desempenho educacional, descreveremos alguns estudos que comparam o desempenho de crianças em matemática. Mendonça *et al.* (2007) relatam que os trabalhos que se preocupam com a forma abrangente e detalhada das origens das dificuldades

nas séries iniciais ainda são escassos, mesmo considerando a relevância de se conhecer de fato as dificuldades na aprendizagem de matemática. Essas autoras trazem um estudo que compara o desempenho de crianças em resolver problemas do campo aditivo em contextos diferentes (São Paulo e Bahia), “[...] com a finalidade de observar se os resultados obtidos também se verificam quando aplicados com crianças advindas de outro contexto socioeconômico e cultural [...]” (MENDONÇA *et al.*, 2007). As aplicações foram feitas ao longo das quatro primeiras séries do Ensino Fundamental, de escolas públicas, em períodos diferentes. Na verdade, o estudo na Bahia foi pensado depois do estudo feito em São Paulo, onde as autoras avaliaram a viabilidade dessa pesquisa ser replicada em outro contexto socioeconômico e cultural diferente do inicial.

O estudo realizado em escolas públicas da região metropolitana da cidade de São Paulo nos anos de 1997 e 1998, foi aplicado um instrumento com 12 problemas das estruturas aditivas envolvendo situações-problemas de composição, transformação e comparação. O mesmo instrumento foi aplicado com estudantes de escolas públicas de seis municípios do interior do sul da Bahia em 2005, seguindo os mesmos procedimentos de aplicação do primeiro estudo. Mendonça *et al.* (2007), relatam que, em geral, os resultados na primeira série são muito próximos nas duas amostras, porém, o mesmo não acontece na medida que as séries vão avançando, fato que se agrava quando os problemas são de maior complexidade. Observou-se uma falta de progressão dos estudantes da Bahia. Para as autoras, esses resultados parecem evidenciar que o problema não está nas estruturas cognitivas dos alunos, mas sim nas formas de ensino. Além disso, o contexto socioeconômico e cultural também são fatores a serem considerados. De acordo com as autoras, São Paulo tem maior acessibilidade ao conhecimento e “[...]aos bens culturais (livros, cinema, outdoor, museus, etc.), além do próprio status socioeconômico decorrente de ser o estado mais industrializado do país [...]” (MENDONÇA *et al.*, 2007, p. 236). Já os alunos do Estado da Bahia, procedentes de cidades pequenas, com sua economia voltada para a agricultura, apresentavam pouco acesso a informação e até o material didático era escasso.

Um outro estudo que compara o desempenho de crianças em contextos diferentes foi feito por Dorneles, Mamede, Nunes (2008) que compararam o desempenho na resolução de problemas de equivalência, ordenação e representação de quantidades representadas por fração, com crianças de seis e sete anos da cidade de Braga, em Portugal e da cidade de Porto Alegre, no Brasil, em ambos os países as escolas eram da rede pública. Para as autoras “[...]comparações sistemáticas com crianças de diferentes países são necessárias antes de estabelecer generalizações[...]” (DORNELES; MAMEDE; NUNES, 2008, p. 2). Esse estudo indicou que

as crianças portuguesas mostram um melhor desempenho do que as crianças brasileiras, “[...] esse fato talvez possa ser explicado pelo período mais longo da média das crianças portuguesas na educação infantil, o qual pode garantir um conjunto de situações de aprendizagem [...]” (DORNELES; MAMEDE; NUNES, 2008, p. 6).

Vasconcelos, Mamede, Dorneles (2017) também realizaram uma pesquisa com crianças brasileiras e portuguesas, também estudantes de escolas públicas, nas mesmas cidades (Porto Alegre/Brasil e Braga/Portugal). Essas autoras destacam que a proximidade cultural e a semelhança na linguagem possibilitaram a comparação do desempenho na aprendizagem de frações. Nesse estudo, participaram crianças na faixa etária entre nove e dez anos, o que difere do estudo de Dorneles, Mamede, Nunes (2008), no qual investigaram crianças mais novas. Comparando os desempenhos de crianças brasileiras e portuguesas, as crianças portuguesas mostraram um melhor desempenho nos diferentes tipos de problemas propostos (DORNELES; MAMEDE; NUNES, 2008; VASCONCELOS; MAMEDE; DORNELES, 2017), provavelmente devido a aspectos culturais e escolares.

Até onde sabemos, são poucos os estudos comparativos que investigam desempenho na resolução de problemas em contextos socioeconômicos e culturais diferentes. Os estudos de Mendonça *et al.* (2007) e Dorneles, Mamede, Nunes (2008) são exemplos de que comparações de desempenho em diferentes culturas são viáveis e têm papel importante antes de realizarmos generalizações. Nas sessões seguintes mostra-se o perfil de cada cidade onde foi composta a amostra e apresentam-se os resultados do desempenhos das crianças no teste de resolução de problemas.

3.2 PERFIL SOCIOECONÔMICO DAS CIDADES ENVOLVIDAS NA PESQUISA

De modo geral, a Tabela 3 mostra alguns índices das duas cidades nas quais estão os grupos pesquisados, até o momento da pesquisa o último censo foi em 2010.

Tabela 3 – Índices de desenvolvimento

	Porto Alegre		Arapiraca	
		Posição ¹		Posição ¹
Área Territorial [2018]	495,390 km ²	2475°	345,655 km ²	3130°
População no último censo [2010]	1.409.351 pessoas	10°	214.006 pessoas	118°
Densidade demográfica [2010]	2.837,53 hab/km ²	40°	600,83 hab/km ²	131°
IDHM (Índice de desenvolvimento humano municipal) [2010]	0,805	28°	0,649	3136°
PIB per capita [2017]	R\$ 49.740,90	333°	R\$ 17.511,69	2635°
Salário médio mensal dos trabalhadores formais [2017]	4,1 salários mínimos	25°	1,6 salários mínimos	4225°
População ocupada [2017]	53,5 %	37°	17,3 %	1711°
Percentual da população com rendimento nominal mensal per capita de até 1/2 salário mínimo [2010]	25,6 %		44,8 %	2167°
Taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade [2010]	96,6 %	4099°	95,9 %	4637°
IDEB – Anos iniciais do ensino fundamental (Rede pública) [2019]	5,1		5,4	

¹ Posição ocupada em comparação ao total de 5570 municípios do país
 Fonte: IBGE/ <https://www.qedu.org.br/>

Destacamos alguns desses índices que mostram grandes diferenças entre essas duas cidades, primeiramente a população de Porto Alegre – RS é aproximadamente 6,5 vezes maior que a de Arapiraca – AL, outros dois dados importantes são o IDHM e o PIB que mostram o quanto a cidade da região Sul é superior em se tratando do aspecto econômico.

Quando são analisados os dados educacionais, taxa de escolaridade e IDEB, as duas cidades mostram semelhanças, os índices são muito próximos, principalmente o IDEB que aparece uma diferença de 0,3. Tal dado é significativo porque aproxima os grupos amostrais pesquisados. Com isso, na sequência será mostrado como alguns índices educacionais e socioeconômicos são estabelecidos no sistema de avaliação da educação básica – SAEB.

3.2.1 O Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (Saeb)

O Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (Saeb) consiste em uma série de ferramentas, implantadas regularmente pelo Instituto Nacional de Educação Anísio Teixeira (Inep) desde a década de 1990, com o objetivo de definir indicadores de educação no contexto da educação básica:

- (I) Desenvolvimento de indicadores educacionais para o Brasil, regiões federativas e unidades e, quando possível, almejar municípios e instituições escolares para

manter a comparabilidade dos dados, permitindo assim o aumento da série histórica;

- (II) Avaliar a qualidade, justiça e eficiência da educação implementada pelos governos em todos os níveis do país;
- (III) Formulação, monitoramento e aprimoramento de políticas públicas de educação baseada em evidências para promover o desenvolvimento social e econômico no Brasil;
- (IV) Desenvolver capacidades técnicas e científicas no campo da avaliação educacional e ativar intercâmbios entre instituições de ensino e pesquisa.

Para atingir os objetivos propostos, além do teste cognitivo Saeb, são aplicados questionários contextuais. Com a aplicação dessas ferramentas, a formulação de indicadores tem desempenhado um papel importante na ampliação da discussão sobre a qualidade da educação, que se trata de um fenômeno multidimensional. Os indicadores educacionais auxiliam no monitoramento da rede escolar, fornecem aos administradores elementos para a definição de políticas e também podem ser usados como fatores relacionados aos resultados de proficiência dos alunos. Os indicadores permitem medir a gravidade do fenômeno e compreender sua evolução ao longo do tempo (SOUZA, 2010).

Vale a pena destacar que as disparidades regionais se revelam novamente nos indicadores de rendimento dos sistemas educacionais. As distorções entre idade e série são um exemplo eloquente. Entre as crianças de 10 anos de idade, considerada ideal para o 5º ano, a taxa de defasagem na Região Nordeste, a mais pobre do Brasil, é de 58%, enquanto no Sul e Sudeste, regiões desenvolvidas e ricas, são de 25% e 32%, respectivamente (INEP, 2005).

O Inse tem como objetivo contextualizar resultados obtidos em avaliações e exames aplicados no âmbito da educação básica. Dessa forma, possibilita conhecer a realidade social de escolas e redes de ensino, bem como auxiliar na implementação, no monitoramento e na avaliação de políticas públicas, visando ao aumento da qualidade e da equidade educacional (BRASIL, 2021). Com o objetivo de possibilitar uma melhor caracterização e compreensão dos resultados, foi criada uma escala para a medida (Inse), a qual pode ser verificada na Tabela 4. A técnica escolhida para estabelecimento dos pontos de corte para criação de faixas de nível socioeconômico foi o mapa de construto, que oferece instrumental para alocação dos itens na escala, de forma a selecionar os resultados cuja interpretação fosse mais condizente com a literatura sobre nível socioeconômico (WYSE, 2013).

Tabela 4 – Percentual de estudantes e intervalos dos níveis da escala

Nível	Faixa da escala	Percentual de estudantes
I	Até 3,00	1,75
II	3,00 a 4,00	14,74
III	4,00 a 4,50	15,11
IV	4,50 a 5,00	18,63
V	5,00 a 5,50	18,77
VI	5,50 a 6,00	14,82
VII	6,00 a 7,00	13,59
VIII	7,00 ou mais	2,60

Fonte: BRASIL, 2021.

Para interpretação dos níveis da escala, analisou-se a distribuição empírica das respostas a cada alternativa dentro de cada nível e adotou-se como critério de maioria 65% das respostas, excluindo-se os dados ausentes, para a identificação das faixas de escolaridade dos pais e de bens e serviços típicos em cada nível. Nos casos em que não havia maioria em uma única alternativa, foi considerado o agrupamento das porcentagens até atingir o critério, o que permitiu identificar as parcelas de estudantes que mudaram de um nível para outro (BRASIL, 2021c).

Quadro 3 – Descrição dos níveis socioeconômicos dos estudantes

Níveis	Descrição
Nível I	Este é o nível inferior da escala, no qual os estudantes têm dois ou mais desvios-padrão abaixo da média nacional do Inse. Considerando a maioria dos estudantes, o pai/responsável não completou o 5º ano do ensino fundamental e a mãe/responsável tem o 5º ano do ensino fundamental incompleto ou completo. A maioria dos estudantes deste nível possui uma geladeira, um ou dois quartos, uma televisão e um banheiro. Mas não possui muitos dos bens e serviços pesquisados (i.e., computador, carro, <i>wi-fi</i> , mesa para estudar, garagem, micro-ondas, aspirador de pó, máquina de lavar roupa e <i>freezer</i>).
Nível II	Neste nível, os estudantes estão entre um e dois desvios-padrão abaixo da média nacional do Inse. Considerando a maioria dos estudantes, a mãe/responsável e/ou o pai/responsável tem o 5º ano do ensino fundamental incompleto ou completo. A maioria possui uma geladeira, um ou dois quartos, uma televisão e um banheiro. Mas não possui muitos dos bens e serviços pesquisados, exceto uma parte dos estudantes deste nível passa a ter <i>freezer</i> , máquina de lavar roupa e três ou mais quartos para dormir em sua casa.
Nível III	Neste nível, os estudantes estão entre meio e um desvio-padrão abaixo da média nacional do Inse. Considerando a maioria dos estudantes, a mãe/responsável e o pai/responsável têm o ensino fundamental incompleto ou completo e/ou ensino médio completo. A maioria possui uma geladeira, um ou dois quartos, uma televisão, um banheiro, <i>wi-fi</i> e máquina de lavar roupas, mas não possui computador, carro, garagem e aspirador de pó. Parte dos estudantes passa a ter também <i>freezer</i> e forno de micro-ondas.
Nível IV	Neste nível, os estudantes estão até meio desvio-padrão abaixo da média nacional do Inse. Considerando a maioria dos estudantes, a mãe/responsável e o pai/responsável têm o ensino fundamental incompleto ou completo e/ou ensino médio completo. A maioria possui uma geladeira, um ou dois quartos, um banheiro, <i>wifi</i> , máquina de lavar roupas e <i>freezer</i> , mas não possui aspirador de pó. Parte dos estudantes deste nível passa a ter também computador, carro, mesa de estudos, garagem, forno de micro-ondas e uma ou duas televisões.
Nível V	Neste nível, os estudantes estão até meio desvio-padrão acima da média nacional do Inse. Considerando a maioria dos estudantes, a mãe/responsável tem o ensino médio completo ou ensino superior completo, o pai/responsável tem do ensino fundamental completo até o ensino superior completo. A maioria possui uma geladeira, um ou dois quartos, um

	banheiro, <i>wi-fi</i> , máquina de lavar roupas, <i>freezer</i> , um carro, garagem, forno de micro-ondas. Parte dos estudantes deste nível passa a ter também dois banheiros.
Nível VI	Neste nível, os estudantes estão de meio a um desvio-padrão acima da média nacional do Inse. Considerando a maioria dos estudantes, a mãe/responsável e/ou o pai/responsável têm o ensino médio completo ou o ensino superior completo. A maioria possui uma geladeira, dois ou três ou mais quartos, um banheiro, <i>wi-fi</i> , máquina de lavar roupas, <i>freezer</i> , um carro, garagem, forno de micro-ondas, mesa para estudos e aspirador de pó. Parte dos estudantes deste nível passa a ter também dois ou mais computadores e três ou mais televisões.
Nível VII	Neste nível, os estudantes estão de um a dois desvios-padrão acima da média nacional do Inse. Considerando a maioria dos estudantes, a mãe/responsável e/ou o pai/responsável têm ensino médio completo ou ensino superior completo. A maioria possui uma geladeira, três ou mais quartos, um banheiro, <i>wi-fi</i> , máquina de lavar roupas, <i>freezer</i> , um carro, garagem, forno de micro-ondas, mesa para estudos e aspirador de pó. Parte dos estudantes deste nível passa a ter também dois ou mais carros, três ou mais banheiros e duas ou mais geladeiras.
Nível VIII	Este é o nível superior da escala, no qual os estudantes estão dois desvios-padrão ou mais acima da média nacional do Inse. Considerando a maioria dos estudantes, a mãe/responsável e/ou o pai/responsável têm ensino superior completo. Além de possuírem os bens dos níveis anteriores, a maioria dos estudantes deste nível passa a ter duas ou mais geladeiras, dois ou mais computadores, três ou mais televisões, três ou mais banheiros e dois ou mais carros.

Fonte: Saeb 2019

Os Inse das regiões Nordeste e Sul são, respectivamente, 4,50 e 5,29, o que de forma geral, coloca essas regiões entre os níveis III e V.

3.3 MÉTODO

Neste estudo, foi feita uma comparação dos resultados do desempenho na tarefa de resolução de problemas das crianças das duas regiões da amostra, Nordeste e Sul, especificamente em Arapiraca – AL e Porto Alegre – RS. O objetivo é analisar o desempenho na resolução de problemas em crianças de 3º e 4º anos do ensino fundamental em amostras de duas cidades de regiões diferentes do Brasil.

Entre as características a serem analisadas encontra-se o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB que é adquirido através do Saeb, o qual será descrito com os dados dos anos iniciais, fazendo uma análise no campo macro (Brasil) até o campo micro, que são as escolas pesquisadas. O IDH foi um dos índices também analisados além das notas da Prova Brasil em matemática, obtidas por essas escolas nos últimos anos, visto que esta avaliação tem como foco a resolução de problemas.

3.3.1 Participantes

Participaram deste estudo 261 estudantes de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental, sendo 134 de uma mesma escola na cidade de Arapiraca/AL, a qual será referida ao longo do texto

como Escola A, e 127 de duas escolas situadas na cidade de Porto Alegre/RS, denominadas por Escolas B e C.

As escolas foram selecionadas por critérios de conveniência e por atenderem estudantes de níveis socioeconômicos semelhantes. Além disso, para composição da amostra, somente foram considerados os participantes com nível intelectual médio, o qual foi avaliado pelo teste de Matrizes Progressivas Coloridas de Rave – Escala Especial (ANGELINI *et al.*, 1999). Assim, foi considerado como ponto de corte o percentil 25, que é indicado nesse teste como nível médio de raciocínio não-verbal.

3.3.2 Procedimentos e análise dos dados

Inicialmente foi realizada uma busca dos resultados dos índices educacionais referentes à Prova Brasil, evidenciando os resultados do IDEB e os níveis de proficiência de cada uma das escolas envolvidas na pesquisa.

A tarefa de resolução de problemas foi aplicada de maneira coletiva na própria sala de aula, onde cada estudante recebeu o teste impresso, no qual deveriam responder os problemas matemáticos. As aplicações em Porto Alegre e em Arapiraca, foram feitas em meses diferentes, e não se considera que essa diferença tenha apresentado influência, visto que em Arapiraca o ano letivo iniciou alguns meses depois do ano letivo em Porto Alegre, logo, esses tempos no calendário escolar são equivalentes.

Para as análises dos dados coletados, foram considerados o IDEB de cada escola participante e as notas na Prova Brasil especificamente em matemática, como já mencionado anteriormente. Além disso, para a comparação dos desempenhos na tarefa de resolução de problemas entre as cidades, foi conduzido o Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes, com nível de significância de 5%.

3.3.3 O instrumento: tarefa de resolução de problemas

Esta tarefa é composta por dez problemas matemáticos, que envolvem interpretação das informações e conhecimentos aritméticos. Cada criança recebeu uma folha contendo os problemas para resolução. A leitura e execução de cada questão ficou a critério dos participantes. Como pontuação, foi dado um ponto para cada questão realizada corretamente e o desempenho foi considerado pelo total de acertos na tarefa. A tarefa não apresenta critérios de interrupção.

Os problemas matemáticos selecionados foram adaptados de Bonilha e Vidigal (2016). O processo de adaptação, feito por dois alunos de doutorado e a supervisora da tese, considerou a classificação dos problemas em fácil, médio ou difícil, de acordo com a quantidade de operações necessárias a serem feitas para obter a resposta. Ou seja, fácil é o problema que envolve uma única operação, médio considera duas operações, e difícil, três ou mais operações. Para avaliar os níveis dos problemas e verificar se estavam de acordo com o nível escolar dos estudantes, foram realizadas aplicações em Arapiraca e Porto Alegre. Essas aplicações contaram com o total de 109 crianças da mesma faixa etária e nível escolar dos participantes da amostra, porém estudantes de outras escolas que não as selecionadas para esta pesquisa.

A classificação original consistia em 4 problemas fáceis, 3 médios e 3 difíceis. A partir do desempenho das crianças avaliadas em uma primeira turma de Porto Alegre, foi conferida a classificação dos problemas, usando a média e o desvio padrão dos acertos. Entretanto, essa classificação resultou em 1 problema fácil, 7 médios e 2 difíceis. Assim, foram feitos alguns ajustes nos enunciados dos problemas e a tarefa foi reaplicada em outra turma também de Porto Alegre.

Nessa segunda aplicação, a classificação ficou com 6 problemas fáceis, 2 médios e 2 difíceis, mais de acordo com o desejado para a pesquisa. Em seguida, essa mesma tarefa foi aplicada em três turmas de duas escolas na cidade de Arapiraca, uma turma de 3º ano e duas de 4º ano do Ensino Fundamental, em que o resultado foi mais de acordo com a classificação inicial. Na turma de 3º ano, a classificação ficou com 2 problemas fáceis, 5 médios e 3 difíceis. Já a aplicação na primeira turma de 4º ano teve como resultado: 8 problemas fáceis, 1 médio e 1 difícil. Por esse último resultado ser discrepante das demais aplicações, foi realizada outra aplicação, também com alunos do 4º ano do Ensino Fundamental, porém de outra escola nessa mesma cidade. A Tabela 5 sintetiza os resultados de todas as aplicações.

Tabela 5 – Classificação dos problemas em relação ao nível de dificuldade nas aplicações prévias

	1ª POA	2ª POA	1ª ARA	2ª ARA	3ª ARA
Classificação 1	4F 3M 3D				
Classificação 2	1F 7M 2D	6F 2M 2D	2F 5M 3D	8F 1M 1D	5F 4M 1D

Legenda: POA – Porto Alegre; ARA – Arapiraca.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir dessas aplicações prévias, notou-se que era necessário realizar alguns ajustes nos enunciados dos problemas para que ficassem mais de acordo com nível escolar dos estudantes e, assim, fosse ajustada a distribuição do nível de dificuldade dos problemas. Dentre

esses ajustes, destaca-se que foram retirados elementos distratores dos enunciados, ou seja, foram retiradas as informações que não tinham relevância direta para a resolução do problema. Além disso, foram modificados detalhes de forma de apresentação dos problemas, como a tabela no problema 3 (Figura 1) e a imagem do problema 6 (Figura 2). A partir da aplicação em Arapiraca, foi possível identificar que a forma de apresentação da tabela no problema 3 (Figura 1) não estava adequada e não era de preenchimento direto para os alunos.

Figura 1 - Problema 3 antes dos ajustes (à esquerda) e depois dos ajustes (à direita)

3. Fábio fez uma compra aproveitando as ofertas do supermercado, mas a máquina registradora estava com problema e alguns números ficaram apagados. Complete com os números que faltam.

OFERTA

IOGURTE – 3 REAIS
 MANTEIGA – 2 REAIS
 ÁGUA - 1 REAL
 ARROZ – 6 REAIS
 FEIJÃO – 3 REAIS
 LATA DE ÓLEO – 4 REAIS
 BOLACHA – 2 REAIS
 REFRIGERANTE – 3 REAIS

QUANTIDADE	ITENS	PREÇO TOTAL
3	IOGURTE	9,00
5	ÓLEO	_____
1	ARROZ	_____
_____	MANTEIGA	8,00
6	REFRIGERANTE	_____
TOTAL		_____

3. Fábio fez uma compra aproveitando as ofertas do supermercado, mas a máquina registradora estava com problema e alguns números ficaram apagados. Complete com os números que faltam.

OFERTA

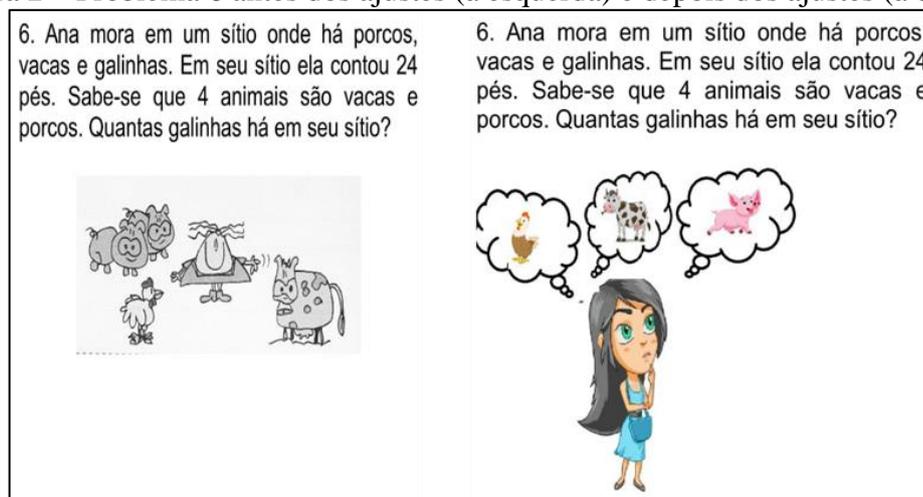
IOGURTE – 3 REAIS
 MANTEIGA – 2 REAIS
 ARROZ – 6 REAIS
 LATA DE ÓLEO – 4 REAIS
 REFRIGERANTE – 3 REAIS

QUANTIDADE	ITENS	PREÇO TOTAL
3	IOGURTE	9,00
_____	ÓLEO	20,00
1	ARROZ	_____
_____	MANTEIGA	8,00
6	REFRIGERANTE	_____
TOTAL		_____

Fonte: Elaborado pelo autor

O ajuste feito no problema 6 (Figura 2) foi referente à imagem que apresenta uma menina “Ana” com alguns animais em sua volta. Nas aplicações prévias, foi identificado que as respostas dos alunos estavam diretamente ligadas a contar os animais representados na imagem, mais do que compreender a relação dada no enunciado. Assim, a imagem foi alterada para representar a ideia de que “Ana” está pensando nos animais.

Figura 2 – Problema 6 antes dos ajustes (à esquerda) e depois dos ajustes (à direita)



Fonte: Elaborado pelo autor

Por fim, depois de serem realizados todos os ajustes, a distribuição inicial foi mantida (4F 3M 3D), a qual foi determinada a partir da quantidade de operações. Essa classificação sugere ser um critério efetivo, pois os resultados das aplicações de modo geral, aproximam-se do que havia sido previamente estabelecido, que era a ideia de quatro problemas fáceis, 3 médios e 3 difíceis.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este estudo procurou analisar o desempenho na resolução de problemas em crianças de 3º e 4º anos do ensino fundamental em amostras de duas cidades de regiões diferentes do Brasil: Arapiraca – AL e Porto Alegre – RS. Assim, os resultados são apresentados a seguir. Primeiramente, a amostra é descrita em relação às suas características (Tabela 6).

Tabela 6 – Descrição da amostra

		Total (%)	Média (DP)	Mínimo	Máximo
Arapiraca	Ano escolar	3º	44 (32,8)		
		4º	90 (67,2)		
	Gênero	F	74 (55,2)		
		M	60 (44,8)		
Idade			9,5 (0,7)	7,7	11,4
Porto Alegre	Ano escolar	3º	55 (43,31)		
		4º	72 (56,69)		
	Gênero	F	79 (62,20)		
		M	48 (37,80)		
Idade			9,3 (0,7)	8,2	11,3

Fonte: Elaborado pelo autor

De maneira geral, a figura 3 mostra a situação dos estados brasileiros em relação ao índice de desenvolvimento da educação básica – IDEB, em particular, os municípios de Arapiraca – AL e Porto Alegre – RS apresentam IDEB muito semelhantes. Arapiraca apresenta uma evolução nos últimos anos, alcançando suas metas estabelecidas. Já Porto Alegre mostra um pequeno avanço, porém nos últimos anos não tem conseguido alcançar as metas estabelecidas. Um dado interessante é que no ano de 2015 as duas cidades apresentaram o mesmo índice (4,6), o que nos leva a pensar que em cenário nacional elas se assemelham em termos de IDEB.

Figura 3 – Situação do IDEB nos estados (2019)



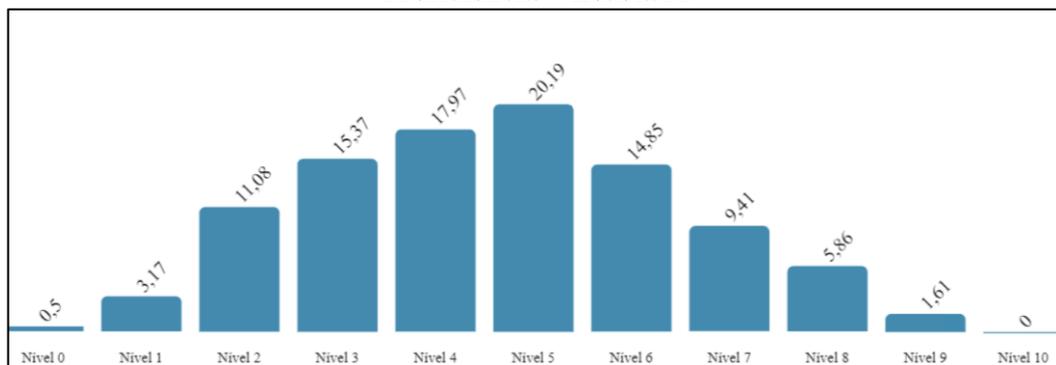
Fonte: QEDu, disponível em <www.qedu.org.br>

O Sistema de Avaliação da Educação Básica – SAEB tem como objetivo a produção de informações sobre os níveis de aprendizagem em Língua Portuguesa e em Matemática – ênfase em resolução de problemas. Apresenta, ainda, indicadores contextuais sobre as condições em que ocorre o trabalho da escola, os quais devem ser considerados na análise dos resultados. Os resultados de desempenho nas áreas avaliadas são expressos em escalas de proficiência. As escalas de Língua Portuguesa (Leitura) e de Matemática da Prova Brasil são compostas por níveis progressivos e cumulativos. Isso significa uma organização da menor para a maior proficiência, ainda, quando um percentual de alunos foi posicionado em determinado nível da escala, pode-se pressupor que, além de terem desenvolvido as habilidades referentes a este

nível, eles provavelmente também desenvolveram as habilidades referentes aos níveis anteriores.

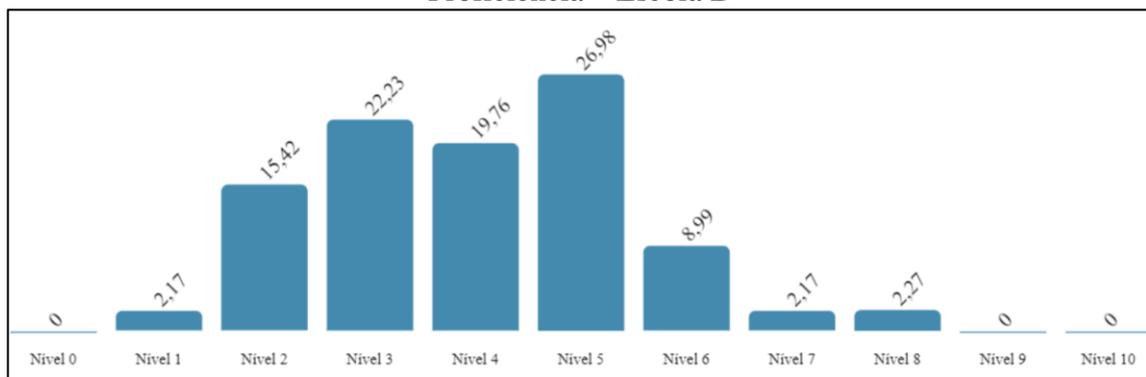
As Figuras 4 e 5 mostram a distribuição por níveis dos alunos das escolas A e B, situadas em Arapiraca e Porto Alegre, respectivamente, no ano de 2019. A escola C, não aparece nos índices, pois não teve o percentual mínimo exigido de frequência na aplicação da prova.

Figura 4 – Distribuição Percentual dos Alunos do 5º ano do Ensino Fundamental por Nível de Proficiência – Escola A



Fonte: Dados do SAEB, disponível em <<http://saeb.inep.gov.br>>.

Figura 5 – Distribuição Percentual dos Alunos do 5º ano do Ensino Fundamental por Nível de Proficiência – Escola B



Fonte: Dados do SAEB, disponível em <<http://saeb.inep.gov.br>>.

Na Prova Brasil, o resultado do aluno é apresentado em pontos numa escala (Escala SAEB). Discussões promovidas pelo comitê científico do movimento Todos Pela Educação, composto por diversos especialistas em educação, indicaram a pontuação a partir da qual pode-se considerar que o aluno demonstrou o domínio da competência avaliada. Decidiu-se que, de acordo com o número de pontos obtidos na Prova Brasil, os alunos são distribuídos em 4 níveis em uma escala de proficiência: Insuficiente, Básico, Proficiente e Avançado. Considera-se que alunos com aprendizado adequado são aqueles que estão nos níveis Proficiente e Avançado, ou seja, Proficiente: 275 a 324 pontos, Avançado: Igual ou maior que 325 pontos (QEdu, 2020).

Com base nos resultados da Prova Brasil 2019, é possível calcular a proporção de alunos com aprendizado adequado à sua etapa escolar, no Brasil, 45% dos alunos aprenderam o adequado na competência de resolução de problemas até o 5º ano na rede municipal de ensino. Em Alagoas essa proporção foi de 37% já no Rio Grande do Sul foi de 50% (QEdu, 2020).

A Tabela 7 mostra o desempenho em matemática dos alunos das escolas pesquisadas, pode-se notar que as escolas da cidade de Porto Alegre mostram uma queda em seus índices, em contraponto, a escola de Arapiraca mostra um avanço significativo nessas últimas avaliações.

Com relação a escala de proficiência, vale destacar que as três escolas se encontram no nível básico, que mostra que ainda há muito o que avançar, em se tratando de aprendizagem em matemática, principalmente com foco em resolução de problemas.

Tabela 7 – Desempenho das escolas em Matemática

Ano	Arapiraca – AL		Porto Alegre – RS	
	Escola A	Escola B	Escola C	
2013	201,63	215,55	228,14	
2015	210,62	214,16	212,31	
2017	210,93	-	205,74	
2019	227,46	212,13	-	

Fonte: QEdu, disponível em <www.qedu.org.br>.

Como o objetivo dessa pesquisa é comparar os desempenhos das duas cidades em um teste de resolução de problemas, a Tabela 8 mostra o resultado encontrado, o que indica que não há diferença significativa nos desempenhos nas duas amostras. Utilizou o teste U de Mann-Whitney de amostras independentes com $p = 0,70$.

Tabela 8 – Comparação de desempenho entre os estudantes de Arapiraca e Porto Alegre

	Arapiraca		Porto Alegre		p-valor
	Média (DP)	Mín. – Máx.	Média (DP)	Mín. – Máx.	
Resolução de Problemas	2,03 (1,93)	0 – 8	1,94 (1,97)	0 – 8	=0,70

Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, os fatores externos que nós consideramos nesse trabalho, IDH, como os socioeconômicos, parecem que não foram determinantes do desempenho em matemática nos dois grupos que compõem a amostra da pesquisa, contrariando a hipótese inicial desse trabalho. Pode-se, também, levantar como hipótese explicativa a possibilidade de que o trabalho desenvolvido nas escolas possa ter minimizado as diferenças encontradas do IDH nas duas composições da amostra. No entanto, em nossa pesquisa, não temos como confirmar essa

hipótese explicativa. Tem-se como limitação o número de alunos da amostra, visto que, uma das cidades em análise têm uma abrangente extensão territorial, assim como uma grande diversidade cultural em seus próprios territórios.

A resolução de problemas parece ser pouco explorada, ou ainda mais, não parece que existe uma prática pedagógica efetiva que leve as crianças a desenvolver habilidades para resolver problemas da forma que foi investigada, visto que, o desempenho em tal tarefa foi muito baixo nos dois grupos da amostra. Como o teste foi aplicado com livre leitura das crianças, isso nos traz algumas inquietações como: será que essas crianças fizeram uma decodificação adequada a ponto de possibilitar uma boa compreensão dos problemas propostos no teste? Será que se essa investigação fosse feita em grupos mais heterogêneos, teríamos um resultado de baixo desempenho ou até mesmo com uma diferença maior? Isso são inquietações que nos levam a refletir e pensar em futuras pesquisas nessa linha de pensamento.

As pesquisas em regiões diferentes com culturas específicas, devem ser mais exploradas, principalmente no Brasil, país de grande extensão territorial e diversidades cultural, para que se possa definir a influência de aspectos econômicos e culturais no desempenho em resolução de problemas matemáticos.

REFERÊNCIAS

BONILHA, M. A. C.; VIDIGAL, S. M. P. In: SMOLE, K. S.; DINIZ, M. I. **Resolução de problemas nas aulas de matemática: o recurso problemateca**. Porto Alegre, Penso, 2016.

BRASIL. Relatório do Sistema de Avaliação do Ensino Básico – SAEB. Brasília, Brasil: **INEP, MEC**. 2017.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira. Saeb 2019: indicador de nível socioeconômico do Saeb 2019: nota técnica. Brasília, DF: **INEP**, 2021.

DORNELES, B. V.; MAMEDE, E.; NUNES, T. **A situação-problema afeta a compreensão do conceito de fração?** .In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, *Anais...* Porto Alegre: Ed. da PUCRS, 2008.

INEP, Avaliação da Educação Básica: em busca da qualidade e equidade no Brasil, Carlos Henrique Araújo, Nildo Luzio. Brasília: **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira**, 2005.

MENDONÇA, T. M. et al. As estruturas aditivas nas séries iniciais do ensino fundamental: um estudo diagnóstico em contextos diferentes. **Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa**, Junho, p. 219-239, 2007.

MENEGHELLI, J.; CARDOZO, D.; POSSAMAI, J. P.; SILVA, V. C. da. Metodologia de resolução de problemas: concepções e estratégias de ensino. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 03, n. 11, p.211-231, set. 2018.

QEDU, PORTAL, 2020. Disponível em: <<http://www.qedu.org.br>>. Acesso em ago. 2014.

SILVA, F. L. Q. da; CASTRO FILHO, J. A. de. Resolução de problemas como metodologia Matemática para aprender. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8., 2004, Recife. **Encontro**. Recife: Enem, p. 01 – 15, 2004.

SMOLE, K. S.; DINIZ, M. I.; CÂNDIDO, P. Resolução de Problemas. **Coleção Matemática de 0 a 6**. Vol. 02. Porto Alegre: Artmed, 2007.

SOUZA, A. M.; A Relevância dos Indicadores Educacionais para Educação Básica: informação e decisões. **Revista Meta: Avaliação**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 5, p. 153-179, maio 2010.

VASCONCELOS I. C. P.; MAMEDE E. P. B. C., DORNELES B. V. The comprehension of numerical relationships in the learning of fractions: a comparative study with Brazilian and Portuguese children, **Rev. bras. Estud. pedagog.**, Brasília, v. 98, n. 249, p. 251-269, maio/ago. 2017.

WYSE, A. E.; Construct Maps as a Foundation for Standard Setting. **Measurement: Interdisciplinary Research & Perspective**, [S.l.], v. 11, n. 4, p. 139-170, Nov. 2013.

4 HABILIDADES PRECURSORAS DO DESEMPENHO NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Resumo

Este capítulo tem como objetivo identificar as habilidades precursoras da resolução de problemas em estudantes de 3º e 4º ano do Ensino Fundamental, em duas cidades de regiões diferentes do Brasil, Arapiraca/AL e Porto Alegre/RS. Participaram deste estudo 261 estudantes de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental, sendo 134 de uma mesma escola na cidade de Arapiraca/AL e 127 de duas escolas situadas na cidade de Porto Alegre/RS. Os estudantes foram avaliados em seis habilidades cognitivas: memória de trabalho, consciência fonêmica, compreensão leitora, estimativa numérica, transcodificação numérica e raciocínio quantitativo. O estudo foi conduzido de forma longitudinal, considerando dois momentos de avaliação: no início e no final do mesmo ano letivo. Foram feitas duas aplicações para minimizar a perda de alunos e para analisar se a escolarização interfere ou não nos resultados. As habilidades avaliadas apresentaram correlação estatisticamente significativas entre si e, mais do que isso, o desempenho na resolução de problemas correlacionou-se significativamente com todas as habilidades. Das sete variáveis consideradas como possíveis preditoras, as citadas acima e mais a cidade, apenas quatro apresentaram valor significativo de influência na resolução de problemas: raciocínio quantitativo, transcodificação numérica, compreensão leitora e memória de trabalho. A variável de maior influência na resolução de problemas foi o raciocínio quantitativo ($\beta = 0,21$, $p < 0,001$), responsável por explicar sozinha 34,9% da variância no desempenho na resolução de problemas. Já a variável de menor influência foi a compreensão leitora ($\beta = 0,08$, $p < 0,001$), acrescentando somente 0,2% na explicação do desempenho da variável resposta. É importante também destacar que a variável cidade não teve valor preditivo no modelo.

Palavras-chaves: Precursores. Resolução de problemas. Habilidades cognitivas.

Abstract

This chapter aims to identify the precursor skills of problem-solving in 3rd and 4th graders of Elementary School in two cities in different regions of Brazil, Arapiraca/AL and Porto Alegre/RS. 261 students from 3rd and 4th grades participated in this study, 134 from the same school in the city of Arapiraca/AL and 127 from two schools located in the city of Porto Alegre/RS. Students were assessed on six cognitive skills: working memory, phonemic awareness, reading comprehension, number estimation, number transcoding, and quantitative reasoning. The study was carried out longitudinally, considering two evaluation moments: at the beginning and at the end of the same academic year. Two applications were made to minimize the loss of students and to analyze whether schooling interferes on the results or not. The skills evaluated showed a statistically significant correlation with each other and, more than that, the performance in problem-solving was significantly correlated with all skills. Of the seven variables considered as possible predictors, those mentioned above and the city, only four had a significant influence on problem-solving: quantitative reasoning, number transcoding, reading comprehension and working memory. The variable with the greatest influence on problem-solving was quantitative reasoning ($\beta = 0.21$, $p < 0.001$), which alone explains 34.9% of the variance in problem-solving performance. The variable with the least influence was reading comprehension ($\beta = 0.08$, $p < 0.001$), adding only 0.2% in explaining the performance of the response variable. It is also important to highlight that the variable city had no predictive value in the model.

Keywords: Predictive skills. Mathematical problem-solving. Cognitive abilities.

4.1 INTRODUÇÃO

Como já destacamos em capítulos anteriores, a resolução de problemas é uma habilidade importante na matemática e na vida cotidiana. Nesta pesquisa, considera-se a resolução de problemas como a atividade de fazer e pensar em matemática, que justifica a necessidade de aprender conceitos e procedimentos específicos dessa área do conhecimento (SMOLE; DINIZ; CÂNDIDO, 2007).

Nesse sentido, considerando a relevância da resolução de problemas na aprendizagem matemática dos estudantes, fazem-se os seguintes questionamentos: (a) quais habilidades têm maior poder preditivo do desempenho na resolução de problemas em crianças de 3º e 4º anos do ensino fundamental? e (b) há diferenças de preditores entre amostras de duas cidades de regiões diferentes do Brasil? Para responder a essas questões, seis habilidades cognitivas foram selecionadas e divididas em dois grupos. O primeiro grupo habilidades cognitivas de domínio geral, é composto por memória de trabalho, consciência fonêmica e compreensão leitora. O segundo grupo, as habilidades cognitivas de domínio específico, é composto por estimativa numérica, transcodificação numérica e raciocínio quantitativo.

Essas habilidades foram escolhidas por já haver evidências na literatura indicando que são preditoras do desempenho matemático ou que apresentam relação com esse desempenho, sendo importantes para a aprendizagem matemática. Nesse sentido, as habilidades de transcodificação numérica (MOURA *et al.*, 2015), estimativa numérica (GILMORE *et al.*, 2018), raciocínio quantitativo (NUNES *et al.*, 2007), memória de trabalho (PASSOLUNGHI; VERCELLONI; SCHADEE, 2007) e consciência fonêmica (ZHANGA; LIN, 2018) são apontadas como preditoras do desempenho matemático, que inclui tanto habilidades aritméticas quanto habilidades na resolução de problemas. Em relação à habilidade de compreensão leitora, existem evidências indicando uma relação significativa e explicativa especificamente para o desempenho na resolução de problemas matemáticos (DECKER; ROBERTS, 2015).

Até onde se sabe, existem poucos estudos que investigaram habilidades cognitivas como precursoras exclusivamente do desempenho na resolução de problemas. Destaca-se o estudo de Zhanga e Lin (2018), em que foram aplicados 10 testes cognitivos, compreendendo leitura de palavras (caracteres simples e duplos), aritmética (aritmética não-simbólica, problemas aritméticos de palavras e aritmética escrita), metalinguística (consciência fonológica e consciência ortográfica), RAN (*Rapid Automated Naming*) e habilidade visual-espacial (percepção espacial e visualização espacial) em crianças do terceiro ano da Educação Infantil. As aplicações foram em dois momentos, a primeira aplicação no outono e a segunda na

primavera. Os autores definiram problemas aritméticos de palavras os que são lidos para as crianças (por ainda não estarem alfabetizadas) e foi solicitada uma resposta por meio da expressão verbal de um número. Os resultados mostraram que as habilidades visual-espacial e consciência fonológica previram o desempenho posterior na resolução de problemas aritméticos de palavras (ZHANGA; LIN, 2018).

Na mesma direção, a pesquisa feita por Träff (2013) investigou as contribuições do conhecimento cognitivo de habilidades gerais e habilidades numéricas para resolver problemas em estudantes de 10 a 13 anos. Foram analisadas as seguintes tarefas: extensão auditiva, amplitude da matriz visual, fluência verbal, nomeação de cores, raciocínio não-verbal, enumeração, estimativa numérica e comparação de dígitos. Verificou-se que fluência verbal e raciocínio não-verbal foram explicativas do desempenho na resolução de problemas e, dentre as habilidades numéricas, apenas a estimativa numérica se apresentou como uma precursora significativa da resolução de problemas (TRÄFF, 2013).

Existem poucas pesquisas que investigaram quais habilidades têm valores preditivos na resolução de problemas. As pesquisas de Träff (2013) e Zhanga e Lin (2018), por exemplo, têm características semelhantes a este estudo, diferindo na faixa etária dos participantes e nas habilidades investigadas. Ainda assim, auxiliam no embasamento teórico deste estudo, visto que consideraram como desfecho o desempenho matemático focado na resolução de problemas. Ademais, até onde sabemos, não foram realizadas pesquisas que investigaram semelhanças e diferenças entre habilidades precursoras do desempenho matemático em cidades de regiões diferentes de um mesmo país, conforme se propõe neste estudo.

4.2 HABILIDADES INVESTIGADAS

4.2.1 Memória de trabalho

A Memória Operacional, mais mencionada como Memória de Trabalho “[...] é composta por um conjunto de processos cognitivos elaborados, que combinam tanto o armazenamento como o processamento da informação” (CORSO, DORNELES, 2012, p. 628), esse armazenamento temporário de informações, será utilizado de forma imediata para o raciocínio e a resolução de problemas (LENT, 2010).

O modelo mais usado para analisar a memória de trabalho em tarefas de matemática é o proposto por Baddeley e Hitch (1974), que a divide em três componentes: o executivo central, que possui a capacidade de atenção limitada e, ao que tudo indica, é responsável pelo

processamento de atividades cognitivas. Os componentes fonológicos e visuoespacial têm capacidade limitada, estão ligados diretamente com o executivo central, sendo dependentes a eles e acionados quando necessário (CORSO, DORNELES, 2012).

A memória de trabalho tem sido apontada na literatura como uma habilidade que prediz o desempenho em resolução de problemas de aritmética, principalmente o componente visuoespacial (ZHANGA; LIN, 2018). A partir disso, justifica-se a escolha por investigar se essa habilidade é precursora do desempenho na resolução de problemas. Considerando aqui a memória de trabalho como uma variável composta pela média aritmética de seus componentes.

4.2.2 Consciência fonêmica

A consciência fonêmica está ligada a habilidades de manipulação dos sons das palavras e é um dos principais preditores do desempenho na leitura (VELLUTINO *et al.*, 2004). Silva *et al.* (2015) relatam que em estudos recentes existe uma relação paralela entre a ativação do giro angular esquerdo em tarefas de leitura e tarefas de matemática que estão baseadas em códigos verbais, por exemplo, a transcodificação numérica. “Para resolver problemas aritméticos, a criança deve converter os termos em um código verbal, processar essa informação fonológica e resgatar uma resposta da memória de longo prazo verbal” (SILVA *et al.*, 2015, p. 167).

Nesse sentido, já existem evidências na literatura que indicam a consciência fonêmica como preditora do desempenho na resolução de problemas. Na pesquisa feita por Zhanga e Lin (2018), a consciência fonêmica prediz o desempenho posterior na resolução de problemas aritméticos. Como referimos acima, a investigação foi feita em crianças não alfabetizadas, do terceiro ano da Educação Infantil, assim os problemas eram lidos para elas. Tal aspecto impulsionou, na presente pesquisa, a investigação dessa habilidade como possível precursora no desempenho na resolução de problemas em crianças alfabetizadas.

4.2.3 Compreensão leitora

A compreensão é o propósito básico da leitura e é fundamental para o desenvolvimento cognitivo e acadêmico, visto ser instrumental para a aquisição de outros conhecimentos e habilidades (OLIVEIRA, 2015).

A abordagem cognitiva da compreensão leitora reconhece que a compreensão depende da operação conjunta e integrada de vários processos cognitivos, dentre eles: processar palavras individualmente, identificar e acessar suas representações mentais (fonológicas,

ortográficas e semânticas), conectar estas representações, construindo a compreensão do sentido subjacente às sentenças e, finalmente, processar e conectar ideias para construir uma representação mental do texto, que possibilite a sua compreensão como um todo. Além disso, ressalta que a compreensão depende também de características do leitor, de demandas específicas da tarefa e das propriedades do texto (KENDEOU; PAPADOPOULOS; SPANOUDIS, 2012).

As dificuldades sobre o ensino e a aprendizagem da matemática na Educação Básica vêm sendo discutidas ao longo dos anos. Estudos têm sido realizados acerca das habilidades de interpretação e compreensão da leitura, assim como sobre a resolução de problemas, que envolve a compreensão do enunciado da atividade matemática (SILVA, 2012). Sabe-se que cada disciplina possui textos com características específicas e da mesma forma ocorre com a matemática. Assim sendo, para compreender os enunciados de problemas matemáticos, é necessário que os alunos estejam familiarizados com o texto matemático (POLYA, 2006). Quanto mais cedo a criança entrar em contato com mais variados tipos de textos, mais facilidade e autonomia ela terá na leitura. É importante perceber o problema matemático como um gênero textual e que a abordagem precisa ser feita tanto nas aulas de língua portuguesa como nas de matemática (SILVA, 2012).

Também já se sabe que dificuldades na leitura e na interpretação acabam por dificultar a resolução de problemas, visto que, sem a compreensão, o aluno não terá condições suficientes de escolher qual procedimento matemático é adequado para que seja possível resolver o problema. Se ocorrer falha ou uma não compreensão dos significados apresentados no enunciado do problema, a sua resolução estará afetada. Portanto, é necessário que o aluno possua habilidades para analisá-lo, interpretá-lo e resolvê-lo (SILVA, 2012). Assim, a compreensão leitora foi investigada como uma das precursoras do desempenho em resolução de problemas, visto que pesquisas anteriores já evidenciam que essa habilidade tem relação significativa explicativa especificamente para o desempenho na resolução de problemas matemáticos (DECKER; ROBERTS, 2015).

4.2.4 Estimativa numérica

A estimativa baseia-se em atribuir um valor aproximado, seja na realização de um cálculo, quantia ou grandeza (GIONGO; QUARTIERI; REHFELDT, 2016). Ela é um método para resolver situações no cotidiano, quando existe a necessidade de encontrar um resultado aproximado, em que é impossível conhecer o valor exato (AZEVEDO, 1996). A estimativa

está em nosso cotidiano mais do que se pode pensar. As situações em que é necessário fazer cálculos com aproximações são diversas em nosso dia a dia, seja para se ter a noção do tempo gasto no trajeto de um lugar para o outro, ou a estimativa de quanto será gasto em uma determinada compra, por exemplo. A estimativa, assim, é essencial para as habilidades matemáticas básicas (NOGUES, DORNELES, 2018).

A estimativa numérica é indicada como uma habilidade importante para o entendimento matemático, principalmente quando tratamos da compreensão do sistema numérico e da ideia de número (ASHCRAFT; MOORE, 2012; BOOTH; SIEGLER, 2008). Ela também está relacionada com competências numéricas básicas, como a categorização numérica e a comparação de magnitudes, e com competências complexas da aritmética, como os cálculos com as quatro operações fundamentais (LASKI; SIEGLER, 2007; LINK; NUERK; MOELLER, 2014).

Evidências indicam a relação da estimativa numérica especificamente com cálculos aritméticos (LASKI; SIEGLER, 2007; LINK; NUERK; MOELLER, 2014). Entretanto, até onde se sabe, não existem pesquisas que investiguem a estimativa numérica diretamente com a resolução de problemas. No entanto, a pesquisa feita por Geary (2011) mostrou que o conhecimento na reta numérica, tarefa utilizada para avaliar a estimativa numérica de alunos do 1º ano do Ensino Fundamental, pode prever o desempenho em operações numéricas nos anos posteriores. Esse fato impulsionou levantar a hipótese de que ela possa ser uma precursora também do desempenho na resolução de problemas, já que para a resolução de problemas leva-se em conta habilidades em aritmética.

4.2.5 Transcodificação numérica

“A Transcodificação numérica é uma tarefa do processamento numérico básico que demanda habilidades verbais durante a sua execução” (TEIXEIRA, MOURA, 2020, p. 1). Esse processo permite traduzir números de um formato de representação para outro, ou seja, de um formato numérico verbal-oral para arábico ou vice-versa (SEVILLA, HORMAZA, 2006). Estudos indicam que há correlação significativa entre transcodificação numérica e o desempenho em matemática (GEARY; HAMSON; HOARD, 2000; GEARY; HOARD; HAMSON, 1999). O fato de que a habilidade de transcodificação numérica é preditora do desempenho em aritmética é destacado por Moller *et al.*, (2011). Outras pesquisas também relatam que os erros em tarefas de escrita de número e de comparação são importantes para prever o desempenho matemático (MOELLER *et al.*, 2011; NUERK *et al.*, 2011). Entretanto,

tais estudos não apontam evidências especificamente em resolução de problemas, mas devemos ressaltar que os procedimentos aritméticos fazem parte da resolução de problemas, justificando a investigação dessa habilidade como precursora do desempenho em resolução de problemas.

4.2.6 Raciocínio quantitativo

A capacidade de raciocinar e a capacidade de calcular são fundamentais no processo de aprendizagem matemática. Essas duas habilidades podem apresentar-se de diferentes maneiras no desenvolvimento matemático de crianças em idade escolar (NUNES; BRYANT; BARROS; SILVA, 2012). Durante a resolução de problemas, por exemplo, é necessário não só pensar nos números envolvidos, mas também raciocinar sobre a natureza desses problemas, principalmente quais relações estão envolvidas, aditivas ou multiplicativas (NUNES; DORNELES; LIN; RATHGEB-SCHNIERER; 2016).

No raciocínio quantitativo, podemos classificar as relações entre quantidades em raciocínio aditivo – que tem base nas relações parte-todo entre as quantidades – e o raciocínio multiplicativo – relações de correspondências um para-muitos e de razões estabelecidas entre as quantidades. Para o entendimento das operações fundamentais da matemática, os raciocínios aditivo e multiplicativo são imprescindíveis (NUNES *et al.*, 2005).

Além disso, o raciocínio quantitativo mostra-se essencial para a capacidade de resolver problemas matemáticos. O estudo realizado por Nunes *et al.* (2007) mostra que o raciocínio quantitativo já nos primeiros anos escolares contribui de maneira significativa como preditor para o desempenho matemático, fato que motivou a investigar essa habilidade na presente pesquisa, levantando como hipótese que seja precursora do desempenho na resolução de problemas.

4.3 MÉTODO

Neste estudo, pretendeu-se analisar os dados coletados em duas cidades de diferentes regiões brasileiras, Nordeste e Sul, com o objetivo de verificar quais das habilidades avaliadas são precursoras da resolução de problemas. Para isso, este estudo quantitativo foi conduzido de forma longitudinal, considerando dois momentos de avaliação: no início e no final do mesmo ano letivo.

Para que fosse possível investigar se os contextos socioeconômico e cultural interferem ou não na predição do desempenho na resolução de problemas, é necessário olhar os

resultados, de maneira geral, de avaliações em larga escala em nosso país para entendermos como os estudantes brasileiros estão se desenvolvendo em lugares com diferentes contextos sociais. Segundo o relatório do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb), o Brasil tem mostrado avanços no desempenho de matemática nos anos iniciais, apresentando nível de proficiência médio de 4, que é o primeiro nível do conjunto de padrões considerados básicos pela Secretaria de Educação Básica do Ministério da Educação (BRASIL, 2017). Em especial, podemos destacar os resultados do desempenho médio em matemática nos anos iniciais dos estados de Alagoas (201,13 pontos) e do Rio Grande do Sul (221,98 pontos), uma diferença de 20,85 pontos. Tais estados têm particularidades regionais referentes às suas culturas e condições socioeconômicas, as quais se pretende analisar para constatar se esses fatores interferem ou não na diferença de pontuação do desempenho médio em matemática.

4.3.1 Participantes

Participaram deste estudo 261 estudantes de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental, sendo 134 de uma mesma escola na cidade de Arapiraca/AL e 127 de duas escolas situadas na cidade de Porto Alegre/RS. As escolas foram selecionadas por critérios de conveniência e por atenderem estudantes de níveis socioeconômicos semelhantes. Além disso, para composição da amostra, somente foram considerados os participantes com nível intelectual médio, o qual foi avaliado pelo teste de Matrizes Progressivas Coloridas de Raven – Escala Especial (ANGELINI *et al.*, 1999). Assim, foi considerado como ponto de corte o percentil 25, que é indicado nesse teste como nível médio de raciocínio não-verbal.

4.3.2 Procedimentos

A coleta de dados iniciou e terminou ao longo do mesmo ano letivo para reduzir ao mínimo possível a perda de sujeitos da amostra. Assim, a aplicação das tarefas foi realizada em dois momentos, e cada momento contou com três sessões de avaliação. No primeiro momento (M₁) foi avaliado de forma coletiva o nível intelectual dos estudantes em uma primeira sessão; na segunda sessão foram avaliadas as habilidades: transcodificação numérica, estimativa numérica e raciocínio quantitativo, nessa ordem e de forma coletiva; e na terceira sessão foram avaliadas de forma individual a memória de trabalho, consciência fonêmica e compreensão leitora, nessa ordem de aplicação. Essa primeira aplicação foi conduzida durante os meses de abril e maio na cidade de Porto Alegre e, em seguida, no mês junho, na cidade de Arapiraca.

Mesmo a avaliação tendo sido feita em meses diferentes, não se considera que essa diferença tenha apresentado influência, visto que em Arapiraca o ano letivo iniciou alguns meses depois do ano letivo em Porto Alegre, logo esses tempos no calendário escolar são equivalentes.

No segundo momento (M₂) foram avaliadas, na primeira sessão, as habilidades de transcodificação numérica, estimativa numérica e raciocínio quantitativo, todas de forma coletiva; na segunda sessão foram avaliadas individualmente memória de trabalho, consciência fonêmica e compreensão leitora; e na terceira sessão foi avaliado o desempenho na resolução de problemas. Essa segunda aplicação aconteceu de outubro a novembro em Porto Alegre e no mês de dezembro em Arapiraca.

Cabe dizer que todas as sessões foram realizadas durante o turno escolar, sendo que as tarefas coletivas foram realizadas na própria sala de aula dos estudantes, tendo duração aproximada de uma a duas horas, e as tarefas individuais foram realizadas em sala separada, com duração de aproximadamente 30 minutos por aluno. A seguir são descritas em mais detalhes cada uma das tarefas utilizadas, na mesma sequência de aplicação.

4.3.3 Instrumentos

Tarefa de avaliação do raciocínio não-verbal

Para medir o nível intelectual dos participantes, foi utilizado o teste Matrizes Progressivas Coloridas de Raven – Escala Especial (ANGELINI *et al.*, 1999). O teste é composto de um total de 36 questões, que são divididas em 3 séries de ordem crescente de dificuldade. Para resolvê-lo, as crianças são solicitadas a observar uma imagem em que está faltando um pedaço e, a partir disso, selecionar dentre seis opções qual a que completa corretamente a imagem. A opção escolhida é anotada em uma folha-resposta para posterior correção e avaliação. O nível intelectual dos estudantes é classificado de acordo com o escore obtido no teste, sendo o percentil 25 adotado como ponto de corte, pois é classificado como “intelectualmente médio”. Os alunos que obtiveram resultados em percentis iguais ou superiores a 25, considerando a padronização brasileira para escolas públicas, compõem a amostra (ANGELINI *et al.*, 1999).

Tarefa de transcodificação numérica

Nessa tarefa, os estudantes são instruídos a escrever os algarismos arábicos que correspondem ao número falado pelo avaliador, ocorrendo da mesma forma que em um ditado de números (por exemplo, é dito “cento e cinquenta” e a criança deve escrever “150”). A tarefa

é composta por 28 itens com números de um a quatro dígitos (MOURA *et al.*, 2015). Cada estudante recebeu uma folha para escrever suas respostas, a qual foi recolhida pelos avaliadores para posterior correção. A pontuação nessa tarefa é obtida a partir da quantidade de respostas corretas, e a tarefa não apresenta critérios de interrupção.

Tarefa de estimativa numérica

A tarefa é a de número-posição (SIEGLER; OPFER, 2003), que consiste em solicitar aos participantes que localizem a posição de um número em uma reta marcada apenas com as extremidades 0 à esquerda e 100 à direita. Foram 22 números a serem estimados, retirados de Laski e Siegler (2007), os quais foram apresentados em ordem aleatória. As crianças receberam um caderno contendo, em cada página, um número a ser estimado e uma reta numérica para realizar a marcação da estimativa. Para correção, foi considerada a precisão de estimativa dos alunos em cada número solicitado. O cálculo da precisão é feito a partir da diferença, em valor absoluto, da estimativa feita pelo estudante e o número a ser estimado, em seguida essa diferença é dividida pela escala da reta e obtém-se o valor de precisão da estimativa. Essa tarefa não apresenta critérios de interrupção.

Tarefa de raciocínio quantitativo

Nessa tarefa, os alunos resolveram 18 problemas adaptados de Nunes (2009), divididos em nove problemas de raciocínio aditivo, que compreenderam situações de composição de quantidades, transformação e comparação, e nove de raciocínio multiplicativo, envolvendo situações de relação direta e inversa entre quantidades e de produto de medidas. Os problemas foram organizados em um livreto, contendo um problema por página e somente com a imagem da situação, sem informações por escrito. Assim, as instruções dos problemas foram dadas oralmente pelos avaliadores. Como pontuação, considerou-se o escore total de acertos na tarefa. Essa tarefa não contou com critérios de interrupção.

Tarefa de memória de trabalho

Essa avaliação ocorreu por meio de três subtestes que mediram, cada um, a capacidade de um dos componentes da memória de trabalho. Os três subtestes foram retirados da Bateria de Testes de Memória de Trabalho para Crianças (PICKERING; GATHERCOLE, 2001). A avaliação levou em consideração as seguintes tarefas: Memória de Blocos, para avaliar o componente visuoespacial; Memória de dígitos em ordem direta, para avaliar o componente fonológico e Memória de dígitos em ordem inversa, para avaliar o executivo central. Antes da

avaliação de cada componente, são feitas quatro tentativas para que o participante compreenda o procedimento da tarefa, além disso as tarefas estão organizadas em nível crescente de dificuldade, ou seja, aumentando a quantidade de informações a serem retidas e recuperadas imediatamente. O desempenho em cada tarefa é medido de acordo com a quantidade de sequências repetidas corretamente e o teste é interrompido quando três erros são cometidos em um mesmo nível de dificuldade. Para compor a variável memória de trabalho, foi considerada a média de acertos em cada uma das três tarefas.

Tarefa de consciência fonêmica

A tarefa utilizada para avaliar a consciência fonêmica foi a de supressão de fonemas (LOPES-SILVA *et al.*, 2016). Essa tarefa consiste em uma lista de palavras, na qual inicialmente são realizadas quatro tentativas como exemplo para o estudante compreender a instrução, antes de dar continuidade aos 28 itens que compõem a tarefa. O avaliador lê uma palavra e indica um fonema a ser retirado, com isso, a criança deve falar a nova palavra que é formada sem esse fonema, por exemplo: “casa” sem /k/ é “asa”. O desempenho é determinado a partir do total de respostas corretas e a tarefa não possui critérios de interrupção.

Tarefa de compreensão leitora

Essa tarefa consistiu na leitura e compreensão de textos expositivos (SARAIVA; MOOJEN; MUNARSKI, 2017). Para cada ano escolar avaliado, foi utilizado um texto correspondente ao seu nível, sendo os textos: “Bebê elefante” para alunos de 3º ano e “A girafa” para o 4º ano (SARAIVA; MOOJEN; MUNARSKI, 2017). A tarefa se deu em três etapas seguidas: primeiro é solicitado ao estudante que faça a leitura silenciosa, logo após uma segunda leitura é solicitada, porém oralmente, e, em seguida, são realizadas perguntas sobre o texto. As respostas são dadas sem que a criança possa fazer uma nova consulta ao texto, sendo consideradas seis perguntas: cinco relacionadas diretamente ao texto e uma inferencial. O desempenho é determinado pelo número de respostas dadas corretamente. Essa tarefa não apresenta critérios de interrupção.

Tarefa de resolução de problemas

A tarefa de resolução de problemas foi aplicada como avaliação final, sendo considerada como variável desfecho. Esta tarefa é composta por dez problemas matemáticos, que envolvem interpretação das informações e conhecimentos aritméticos. Cada criança recebeu uma folha contendo os problemas para resolução.

A leitura e execução de cada questão ficou a critério dos participantes. Como pontuação, foi dado um ponto para cada questão realizada corretamente e o desempenho foi considerado pelo total de acertos na tarefa. Também não apresenta critérios de interrupção. A construção da tarefa já foi descrita no Capítulo anterior.

4.4 ANÁLISE DOS DADOS

Primeiramente foram realizadas as análises descritivas dos dados, considerando as médias, desvios padrão, mínimo e máximo de acertos em cada tarefa. Em seguida, foi conduzido teste de comparação *t* de *Student* para verificar diferenças entre os dois momentos de avaliação (no início e no final do ano letivo) e entre os desempenhos nas duas cidades consideradas (Arapiraca e Porto Alegre). Após isso, foi conduzida análise de correlação linear de *Pearson* entre os desempenhos dos estudantes em cada habilidade avaliada. Por fim, foi feita uma análise de regressão múltipla para verificar o valor preditivo de cada uma das medidas no desempenho na resolução de problemas.

4.5 RESULTADOS

Este estudo investigou as habilidades cognitivas que são preditoras do desempenho na resolução de problemas matemáticos entre estudantes de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental de duas cidades brasileiras: Arapiraca e Porto Alegre. Os resultados são apresentados a seguir. Primeiramente, a amostra é descrita em relação às suas características (Tabela 9).

Tabela 9 – Descrição da amostra

			Total (%)	Média (DP)	Mínimo	Máximo
Arapiraca	Ano escolar	3º	44 (32,8)			
		4º	90 (67,2)			
	Gênero	F	74 (55,2)			
		M	60 (44,8)			
	Idade			9,5 (0,7)	7,7	11,4
Porto Alegre	Ano escolar	3º	55 (43,31)			
		4º	72 (56,69)			
	Gênero	F	79 (62,20)			
		M	48 (37,80)			
	Idade			9,3 (0,7)	8,2	11,3

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em seguida, são descritos os desempenhos dos estudantes em cada uma das tarefas avaliadas tanto no início quanto no final do ano letivo (Tabela 10). Foi conduzido um teste de

comparação entre os dois momentos de avaliação e os resultados desse teste podem ser conferidos, também na Tabela 10, pelo p-valor. Verificou-se, a partir dessa comparação, que os estudantes melhoraram seus desempenhos ao longo do ano letivo em todas as habilidades avaliadas, o que mostra a influência do ensino escolar nessas habilidades. Vale ressaltar que para compor a variável memória de trabalho, foi considerada a média de acertos em cada uma das três tarefas.

Tabela 10 – Desempenho dos estudantes nos dois momentos de avaliação

	Momento 1		Momento 2		P-valor
	Média (DP)	Mín. – Máx.	Média (DP)	Mín. – Máx.	
Memória de Trabalho	19,3 (3,05)	12 – 29,3	20,1 (3,18)	12,3 – 33,7	<0,001
Compreensão Leitora	6,26 (2,78)	0 – 12	6,96 (2,62)	1 – 12	<0,001
Consciência Fonêmica	18,9 (7,27)	1 – 28	20,9 (6,45)	1 – 28	<0,001
Transcodificação Numérica	22,2 (5,43)	7 – 28	24,4 (4,21)	10 – 28	<0,001
Estimativa Numérica	0,9 (0,05)	0,65 – 0,97	0,91 (0,05)	0,50 – 0,97	<0,05
Raciocínio Quantitativo	8,00 (3,24)	0 – 16	9,89 (3,86)	0 – 18	<0,001
Resolução de Problemas	--	--	1,98 (1,94)	0 – 8	--

Fonte: Elaborado pelo autor

A seguir foi conduzida uma análise de correlação entre os desempenhos dos estudantes em cada tarefa para verificar as relações existentes entre essas medidas (Tabela 11). Para tal análise, foi considerado o primeiro momento de avaliação, visto que recebeu menos influência escolar por ter sido coletado no início do ano letivo. A partir desses resultados, observa-se que todas as habilidades avaliadas apresentaram correlações significativas entre si e, mais do que isso, o desempenho na resolução de problemas correlacionou-se significativamente com todas as demais habilidades. Pode-se destacar que a correlação mais fraca do desempenho na resolução de problemas foi com as habilidades de compreensão leitora ($r=0,31$, $p<0,001$) e de estimativa numérica ($r=0,31$, $p<0,001$) e a correlação mais forte foi com o raciocínio quantitativo ($r=0,58$, $p<0,001$).

Tabela 11 – Correlações entre os desempenhos no momento 1 e na resolução de problemas

	MT	CF	CL	TN	EN	RQ
Memória de Trabalho (MT)	-					
Consciência Fonêmica (CF)	0,39***	-				
Compreensão Leitora (CL)	0,21***	0,31***	-			
Transcodificação Numérica (TN)	0,42***	0,42***	0,15*	-		
Estimativa Numérica (EN)	0,20**	0,28***	0,18**	0,41***	-	
Raciocínio Quantitativo (RQ)	0,38***	0,40***	0,34***	0,53***	0,39***	-
Resolução de Problemas (RP)	0,43***	0,39***	0,31***	0,52***	0,31***	0,58***

* $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

Fonte: Elaborado pelo autor

Em seguida, é apresentada a análise de regressão. Foi conduzido o modelo *stepwise forward* de seleção de variáveis, em que cada variável é acrescentada em sequência, considerando a ordem decrescente de influência na variável resposta. Essa ordem de seleção das variáveis é definida pelo próprio modelo de regressão, que é conduzido automaticamente pelo programa de análises estatísticas, interrompendo a inserção de variáveis no modelo quando nenhuma outra variável apresenta um valor significativo de explicação. Cabe destacar que, além das competências cognitivas avaliadas, a variável cidade também foi inserida no modelo com a intenção de verificar se a cidade apresenta um valor de influência e explicação na capacidade de resolver problemas matemáticos. Assim, das sete variáveis consideradas como possíveis preditoras – cidade, memória de trabalho, consciência fonêmica, compreensão leitora, transcodificação numérica, estimativa numérica e raciocínio quantitativo, apenas quatro apresentaram valor significativo de influência na resolução de problemas, conforme pode ser verificado na Tabela 12. O modelo final de regressão linear explica 43,44% da variância do desempenho na resolução de problemas ($F(4,256)=50,93$, $p<0,001$).

Tabela 12 – Modelo de Regressão Linear Múltipla para explicação do desempenho em resolução de problemas

Desempenho na Resolução de Problemas					
Variáveis Predictoras	R ² parcial	ΔR^2	B	CI	p-valor
Raciocínio Quantitativo	0,349	0,349	0,208	0,14 – 0,28	<0,001
Transcodificação Numérica	0,377	0,028	0,088	0,05 – 0,13	<0,001
Memória de Trabalho	0,432	0,055	0,112	0,05 – 0,18	<0,001
Compreensão Leitora	0,434	0,002	0,081	0,01 – 0,15	<0,05

Modelo final: R² ajustado = 0,434, $F(4,256)=50,93$, $p<0,001$

Fonte: Elaborado pelo autor

A contribuição única de cada variável pode ser observada pela variação do coeficiente de determinação (ΔR^2), portanto, a partir disso, verifica-se que a variável de maior influência na resolução de problemas é o raciocínio quantitativo ($\beta=0,21$, $p<0,001$), responsável por explicar sozinha 34,9% da variância no desempenho na resolução de problemas. Já a variável de menor influência foi a compreensão leitora ($\beta=0,08$, $p<0,001$), acrescentando somente 0,2% na explicação do desempenho da variável resposta. É importante também destacar que a variável cidade não teve valor preditivo no modelo, ou seja, a cidade a qual o estudante pertence não interfere no seu desempenho. Sendo assim, podem ser minimizadas questões culturais ou de ensino que apresentem diferenças entre essas duas cidades.

Nesse sentido, para dar mais atenção a esse detalhe, os desempenhos entre os estudantes das duas cidades foram comparados a fim de verificar possíveis diferenças, como pode ser observado na Tabela 13.

Tabela 13 – Comparação de desempenho entre os estudantes de Arapiraca e Porto Alegre

	Arapiraca		Porto Alegre		P-valor
	Média (DP)	Mín. – Máx.	Média (DP)	Mín. – Máx.	
Memória de Trabalho	19,8 (3,24)	12,7 – 29,3	18,8 (2,78)	12 – 28,3	<0,01
Compreensão Leitora	5,66 (2,79)	1 – 12	6,90 (2,63)	0 – 12	<0,001
Consciência Fonêmica	18,3 (7,88)	1 – 28	19,5 (6,53)	1 – 28	=0,18
Transcodificação Numérica	23,0 (4,99)	9 – 28	21,3 (5,73)	7 – 28	<0,01
Estimativa Numérica	0,9 (0,05)	0,65 – 0,97	0,90 (0,05)	0,69 – 0,97	=0,83
Raciocínio Quantitativo	7,78 (3,38)	1 – 15	8,24 (3,08)	0 – 16	=0,26
Resolução de Problemas	2,03 (1,93)	0 – 8	1,94 (1,97)	0 – 8	=0,70

Fonte: Elaborado pelo autor

Verifica-se, a partir dessas análises, que as variáveis que apresentaram diferença estatisticamente significativa na comparação entre as duas cidades foram memória de trabalho, compreensão leitora e transcodificação numérica. Convém mencionar que, mesmo que o raciocínio quantitativo tenha sido uma habilidade preditora da resolução de problemas, o desempenho dos estudantes entre as cidades não diferiu. Ou seja, pode-se afirmar que o desempenho no raciocínio quantitativo é similar entre os estudantes das duas cidades e igualmente explicativo da capacidade de resolver problemas. Também se observa que os estudantes arapiraquenses obtiveram desempenho significativamente superior aos estudantes porto alegrenses nas tarefas de memória de trabalho (Arapiraca: $M=19,8$, Porto Alegre: $M=18,8$, $p<0,01$) e de transcodificação numérica (Arapiraca: $M=23,0$, Porto Alegre: $M=21,3$, $p<0,01$). Já os estudantes de Porto Alegre apresentaram desempenho significativamente mais alto na tarefa de compreensão leitora (Arapiraca: $M=5,66$, Porto Alegre: $M=6,90$, $p<0,001$).

Percebe-se, com isso, que apesar dessas tarefas apresentarem resultados diferentes entre as cidades, o desempenho na resolução de problemas não sofre influência da cidade, ou seja, a cidade não é uma variável explicativa da resolução de problemas. Nesse sentido, os resultados apresentados indicam que o desempenho na resolução de problemas é explicado por quatro habilidades cognitivas, que são as mesmas independentemente da cidade em que se é avaliado.

4.6 DISCUSSÃO

Este estudo procurou investigar as habilidades cognitivas que são preditoras do desempenho na resolução de problemas matemáticos entre estudantes de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental de duas cidades brasileiras. Um dos fatores que difere das pesquisas de Gimbert *et al.* (2019); Träff (2013); Sasanguie *et al.* (2012); Zhanga e Lin, (2018) é de que a investigação foi realizada em grupos de diferentes cidades de um mesmo país.

As habilidades investigadas foram divididas em dois grupos: habilidades cognitivas gerais, que compreendem memória de trabalho, consciência fonêmica e compreensão leitora; e habilidades cognitivas específicas, envolvendo estimativa numérica, transcodificação numérica e raciocínio quantitativo.

A influência da cidade em que reside o aluno foi avaliada inserindo-a juntamente com as demais variáveis no modelo de análise. Assim, das sete variáveis consideradas como possíveis preditoras, quatro se mostraram significativas: raciocínio quantitativo, transcodificação numérica, memória de trabalho e compreensão leitora.

Destaca-se que a variável cidade não se mostra como explicativa do desempenho na resolução de problemas, ou seja, as habilidades cognitivas indicadas com preditoras são as mesmas independentemente da cidade em que pertence o aluno. A hipótese de que se tinha de que poderiam existir diferenças por causa da região não se confirmou.

As seis habilidades cognitivas investigadas apresentaram correlações significativas entre si e, mais do que isso, o desempenho na resolução de problemas correlacionou-se significativamente com todas as habilidades. Isso leva a pensar que esse é um bloco de habilidades importante para a resolução de problemas, mas não um bloco único, pois a resolução de problemas é um processo complexo, que depende de variáveis de diversas ordens, seja cognitiva, metacognitiva, de linguagem, de representação para além dos aspectos que são apontados nesse trabalho referentes as habilidades gerais e específicas da matemática. A seguir, serão destacadas as hipóteses que foram confirmadas em nosso estudo.

A habilidade de raciocínio quantitativo foi uma das quatro que mostrou ser precursora do desempenho em resolução de problemas, ainda mais, foi a variável de maior poder de predição na análise de regressão. Nunes *et al.* (2007) ressaltam que o raciocínio quantitativo contribui de maneira significativa como preditor para o desempenho matemático, o que de certa forma condiz com nosso resultado.

A segunda habilidade cognitiva que teve poder preditivo na resolução de problemas foi a memória de trabalho, aqui considerada como uma habilidade única (considerando a média da

pontuação de seus componentes), o que repete um resultado encontrado no estudo de Zhanga e Lin (2018) porém esse estudo foi realizado em crianças mais novas que as do nosso estudo, e com uma faixa etária (5 a 7 anos) mais próxima da nossa, Gimbert *et al.* (2019) também encontrou a memória de trabalho como uma precursora no desempenho em resolução de problemas. As habilidades cognitivas de transcodificação numérica e de compreensão leitora são as duas outras habilidades que confirmam as hipóteses de predição na resolução de problemas, destacando que a compreensão leitora é a de menor influência entre as quatro habilidades confirmadas por nossa pesquisa como precursoras. Considerando a importância da transcodificação numérica para o desempenho matemático (MOELLER *et al.*, 2011; NUERK *et al.*, 2011), também seria esperado que aparecesse como precursora.

As habilidades cognitivas consciência fonêmica e estimativa numérica, nos dois grupos investigados, não foram preditoras da resolução de problemas, ao contrário do estudo de Zhanga e Lin (2018), que encontrou a consciência fonêmica como preditora do desempenho posterior em problemas aritméticos. Isso permite pensar que a alfabetização pode ter tido influência, já que Zhanga e Lin (2018) realizaram a pesquisa com crianças não alfabetizadas e nossa pesquisa foi feita com crianças um pouco mais velhas e já mais avançadas no processo de alfabetização e letramento.

A estimativa numérica tem forte relação preditiva com a aritmética, mas não foi confirmada sua relação preditiva com a resolução de problemas, contrariando as pesquisas de Träff (2013) que realizou a investigação com crianças de 10 a 13 anos de idade, e de Sasanguie *et al.* (2012) que pesquisou tal habilidade em crianças mais novas com faixa etária entre 5 a 7 anos, não sabendo ao certo o quanto a idade pode contribuir para essa diferença em nossa pesquisa, visto que, investigamos crianças com faixa etária entre 7 e 11 anos, mas podemos levantar como hipótese que a tarefa possa não ser a mais adequada, e que em futuras pesquisas precise ser englobadas diferentes aspectos para poder ter uma maior precisão.

Em resumo, este estudo indicou quatro habilidades cognitivas como precursoras do desempenho na resolução de problemas, duas habilidades gerais, memória de trabalho e compreensão leitora, e duas específicas, transcodificação numérica e raciocínio quantitativo. É importante ainda destacar, entre essas quatro habilidades, que o desempenho dos estudantes arapiraquenses foi significativamente superior aos estudantes porto-alegrenses nas tarefas de memória de trabalho e de transcodificação numérica. Já os estudantes de Porto Alegre apresentaram desempenho significativamente mais alto na tarefa de compreensão leitora. Tais resultados provavelmente refletem ênfases diferentes dadas no ensino de cada cidade.

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**. CETEPP, 1999.
- ASHCRAFT, M. H.; MOORE, A. M. Cognitive processes of numerical estimation in children. **Journal of Experimental Child Psychology**, [s. l.], v. 111, n. 2, p. 246–267, 2012.
- AZEVEDO, M. O. **A aprendizagem da estimação matemática: um estudo no 2º ciclo**. Dissertação de mestrado. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, 1996.
- BADDELEY, A. D.; HITCH, G. Working Memory. *In*: BOWER, G. H. B. T. (org.). **The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory**. Nova Iorque: Academic Press, v. 8, p. 47–89, 1974.
- BOOTH, J. L.; SIEGLER, R. S. Numerical Magnitude Representations Influence Arithmetic Learning. **Child Development**, [s. l.], v. 79, n. 4, p. 1016–1031, 2008.
- BONILHA, M. A. C.; VIDIGAL, S. M. P. In: SMOLE, K. S.; DINIZ, M. I. **Resolução de problemas nas aulas de matemática: o recurso problemateca**. Porto Alegre, Penso, 2016.
- BRASIL. Relatório do Sistema de Avaliação do Ensino Básico – SAEB. Brasília, Brasil: **INEP, MEC**. 2017.
- CORSO, L. V.; DORNELES, B. V. Qual o Papel que a Memória de Trabalho Exerce na Aprendizagem da Matemática? **Bolema**, 26(42B), 627–647, 2012.
- DECKER, S. L.; ROBERTS, A. M. Specific cognitive predictors of early math problem solving. **Psychology in the Schools**, Wiley Online Library: Hoboken, EUA, v. 52, n. 5, p. 477–488, 2015.
- DIAS N. M.; SEABRA A. G. Age differences in Executive Functions within a sample of Brazilian children and adolescents. **Span J Psychol**, v. 16, n. 9, 2013.
- GEARY, D. C. From infancy to adulthood: the development of numerical abilities. **European Child & Adolescent Psychiatry**, [s. l.], v. 9, n. II, p. 11–16, 2000.
- GEARY, D. C. Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: A 5-year longitudinal study. **Developmental Psychology**, [s. l.], v. 47, n. 6, p. 1539–1552, 2011.
- GEARY, D. C.; HAMSON, C. O.; HOARD, M. K. Numerical and Arithmetical Cognition: A Longitudinal Study of Process and Concept Deficits in Children with Learning Disability. **Journal of Experimental Child Psychology**, [s. l.], v. 77, n. 3, p. 236–263, 2000.
- GEARY, D. C.; HOARD, M. K.; HAMSON, C. O. Numerical and Arithmetical Cognition: Patterns of Functions and Deficits in Children at Risk for a Mathematical Disability. **Journal of Experimental Child Psychology**, [s. l.], v. 74, n. 3, p. 213–239, 1999.
- GILMORE, C. et al. Understanding arithmetic concepts: The role of domain-specific and domain-general skills. **PLoS ONE, PLOS**: São Francisco, EUA, v. 13, n. 9, p. 1–20, 2018

GIONGO, I. M.; QUARTIERI, M. T.; REHFELDT, M. J. H. Problematizando o uso da estimativa em aulas de Matemática da Escola Básica. ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. 11., 2016. Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba, 2016. Disponível em: http://sbem.iuri0094.hospedagemdesites.ws/anais/XIENEM/pdf/1099_200_ID.pdf. Acesso em: 27 de set. de 2019.

IZQUIERDO, I. **Memória** (2. ed.). Porto Alegre, RS: Artmed. 2011.

KENDEOU, P., PAPADOPOULOS, T. C., SPANOUDIS, G. Demands of reading comprehension tests in young readers. **Learning and Instruction**, 22(5), 354-367, 2012.

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

LENT, R. Cem bilhões de neurônios?: Conceitos fundamentais de neurociência, 2. ed., São Paulo, SP: Atheneu, 2010.

LINK, T.; NUERK, H. C.; MOELLER, K. On the relation between the mental number line and arithmetic competencies. **Quarterly Journal of Experimental Psychology**, [s. l.], v. 67, n. 8, p. 1597–1613, 2014.

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

MOELLER, K. *et al.* Early place-value understanding as a precursor for later arithmetic performance—A longitudinal study on numerical development. **Research in Developmental Disabilities**, [s. l.], v. 32, n. 5, p. 1837–1851, 2011.

MOURA, R. *et al.* From “Five” to 5 for 5 Minutes: Arabic Number Transcoding as a Short, Specific, and Sensitive Screening Tool for Mathematics Learning Difficulties. **Archives of Clinical Neuropsychology**, [s. l.], v. 30, n. 1, p. 88–98, 2015.

NOGUES, C. P.; DORNELES, B. V. Desempenho em Estimativa Numérica de um Grupo de Alunos de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental. **Bolema**, 32(60), 156–171, 2018.

NUERK, H.-C. *et al.* Extending the Mental Number Line - A review of multi-digit number processing. **Journal of Psychology (Zeitschrift für Psychologie)**, [s. l.], v. 219, n. 1, p. 3–22, 2011.

NUNES, T. **Teacher notes. Family-School Partnership to Promote Mathematics for Deaf Children**. Oxford: Universidade de Oxford, Departamento de Educação, 2009.

NUNES, T. *et al.* **Educação matemática: volume 1: números e operações numéricas**. 1 ed. São Paulo: Cortez, 2005. 206 p.

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

NUNES, T., et al. Teaching children how to include the inversion principle in their reasoning about quantitative relations. **Educational Studies in Mathematics**, 79, 371-388, 2012.

NUNES, T. *et al.* Teaching and Learning About Whole Numbers in Primary School. *In: ICME-13 Topical Surveys*. Springer: Hamburg, Alemanha, 2016.

OLIVEIRA, R. M. **Intervenções para melhorar dificuldade específica de compreensão leitora**. In Alves, L. M.; Mousinho, R. & Capellini, S. A. (Org.), *Dislexia: Novos temas, novas perspectivas* (pp. 219-232). Rio de Janeiro: Wak, 2015.

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

PICKERING, S. J.; GATHERCOLE, S. E. **Working Memory Test Battery for Children (WMTB-C)**. London: Psychological Corporation, 2001.

POLYA, G. **Arte de resolver problemas: um novo enfoque do método matemático**. Trad. H. L. Araújo. Rio de Janeiro: Interciência, p. 196, 1994.

SARAIVA, R. A.; MOOJEN, S.; MUNARSKI, R. **Avaliação da compreensão leitora de textos expositivos: para fonoaudiólogos e psicopedagogos**. 3. ed. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2017.

SEVILLA, Y. O.; HORMAZA, M. O. Por que 7345 parece "setenta e três quarenta e cinco"? **Relime**, México, v. 9, n. 3, pág. 407-433, nov. 2006. Disponível em <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-24362006000300005&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 23 jul. 2019.

SIEGLER, R. S.; OPFER, J. The development of numerical estimation: Evidence for multiple representations of numerical quantity. **Psychological Science**, SAGE Publications: Thousand Oaks, EUA, v. 14, n. 3, p. 237–243, 2003.

SILVA, L. A. Ensino-aprendizagem da matemática através da resolução de problemas no ensino fundamental II. **Revista Rios Eletrônica – Revista Científica da FASETE**. Ano 6, n. 6, p. 49-55, 2012.

SILVA, J. B. L. *et al.* Processamento fonológico e desempenho em aritmética: uma revisão da relevância para as dificuldades de aprendizagem. **Temas em Psicologia**, [s. l.], v. 23, n. 1, p. 157–173, 2015.

SMOLE, K. S.; DINIZ, M. I.; CÂNDIDO, P. Resolução de Problemas. Coleção **Matemática de 0 a 6**. Vol. 02. Porto Alegre: Artmed, 2007.

SPINILLO, A. G.; BRANDÃO, A. C. P. Aspecto gerais e específicos na compreensão de textos. **Psicol. Reflex. Crit.**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, 1998.

TEXEIRA, R. M; MOURA, R, Arabic number writing in children with developmental dyslexia. **Estudos de Psicologia** (Campinas), 37, 2020.

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

ZHANG, X.; LIN, D. Cognitive precursors of word reading versus arithmetic competencies in young Chinese children. **Early Childhood Research Quarterly**, [s. l.], v. 42, p. 55–65, 2018.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente tese investigou quais habilidades cognitivas têm poder preditivo no desempenho em resolução de problemas em dois grupos de alunos de 3º e 4º anos do ensino fundamental de duas regiões diferentes do Brasil. Das habilidade investigadas – raciocínio quantitativo, estimativa numérica, memória de trabalho, transcodificação numérica, consciência fonológica, compreensão leitora – encontramos que todas elas se relacionam com a resolução de problemas de maneira significativa, isso nos indica que esse conjunto de habilidades foi uma boa escolha para investigar o quanto cada uma dessas prediz o desempenho em resolução de problemas. Vale destacar que a relevância do estudo está em propor uma investigação o que permite analisar as habilidades cognitivas que possam ser desenvolvidas no ambiente escolar para que possa minimizar futuras dificuldades em resolução de problemas.

Observou-se que, do aspecto metodológico, a resolução de problemas apresenta-se com três concepções, onde acredita-se que o ensino *através* da resolução de problemas é o caminho mais viável para que possam ser construídas atividades para desenvolver as habilidades cognitivas capazes de prever o desempenho na resolução de problemas.

A revisão bibliográfica permitiu entender as diferenças entre as concepções da resolução de problemas, onde verifica-se que a maior parte das pesquisas envolve caminhos metodológicos para o ensino da resolução de problemas, havendo poucos estudos, e na base de dados que foi investigada, não foram encontrados resultados que tratem do aspecto cognitivo envolvido durante o processo de resolução de problemas e mesmo em que habilidades possam ser focadas para que se tenha um desenvolvimento cognitivo que possa efetivar a aprendizagem em matemática através da resolução de problemas.

Retomando os objetivos da tese para refletir sobre os resultados, temos que no primeiro deles, “mostrar o desempenho de crianças de dois grupos de duas cidades de duas regiões brasileiras, Nordeste e Sul”, obteve-se que o Índice de Desenvolvimento Humano das duas regiões são bem diferentes, o que nos levou a pensar que isso seria um fator que pudesse interferir no desempenho em resolução de problemas, outro fator que levantamos é o Indicador de Nível Socioeconômico – Inse, o qual mostra que existe diferenças nos dois grupos, o que chamamos a atenção para o nível de escolaridade dos pais dos alunos, o qual mostra que os pais dos alunos da escola A, localizada na região Nordeste, têm menor escolaridade, o que poderia também ter alguma influência.

Os resultados nos mostram que não houve diferença significativa no desempenho no teste de resolução de problemas nos dois grupos pesquisados, o que nos mostra que existe

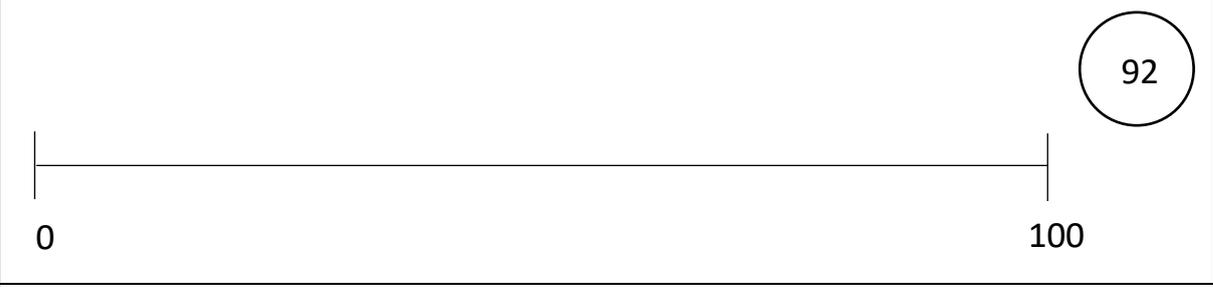
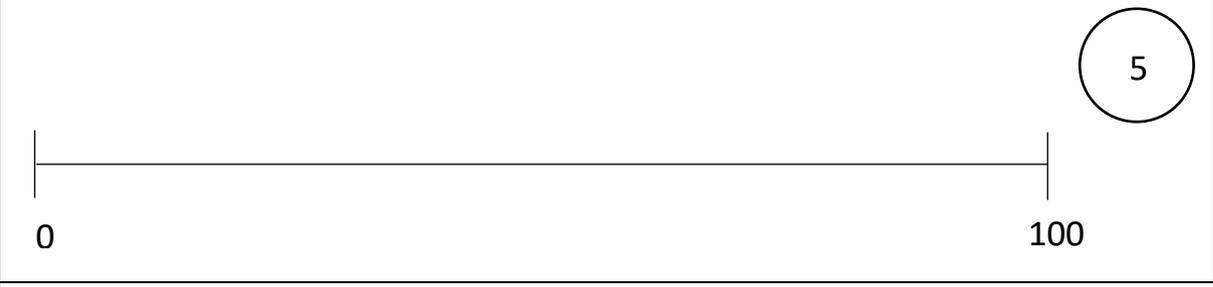
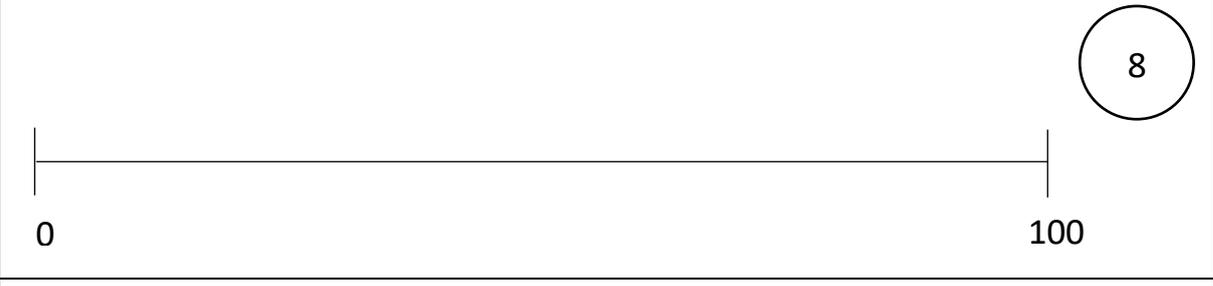
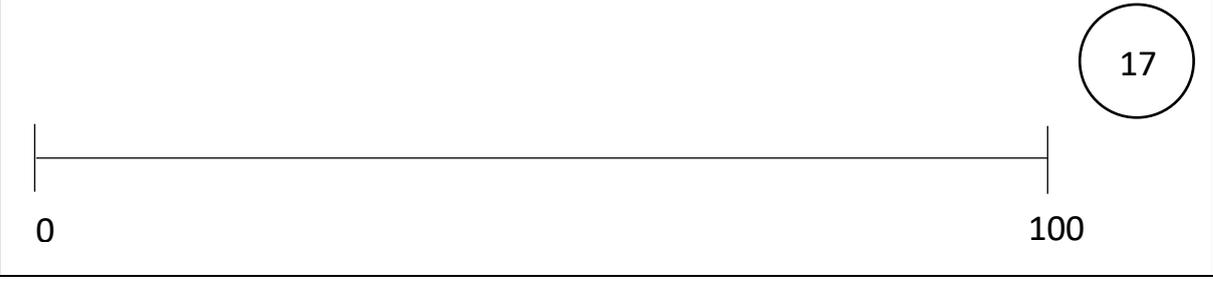
possibilidades de intervir, de alguma maneira, em diferentes grupos da mesma forma, ou seja, levar para o ambiente escolar intervenções pedagógicas que colaborem para o desenvolvimento das habilidades cognitivas preditoras em resolução de problemas, propiciando assim, uma efetiva aprendizagem nos vários aspectos que norteiam a complexidade da resolução de problemas.

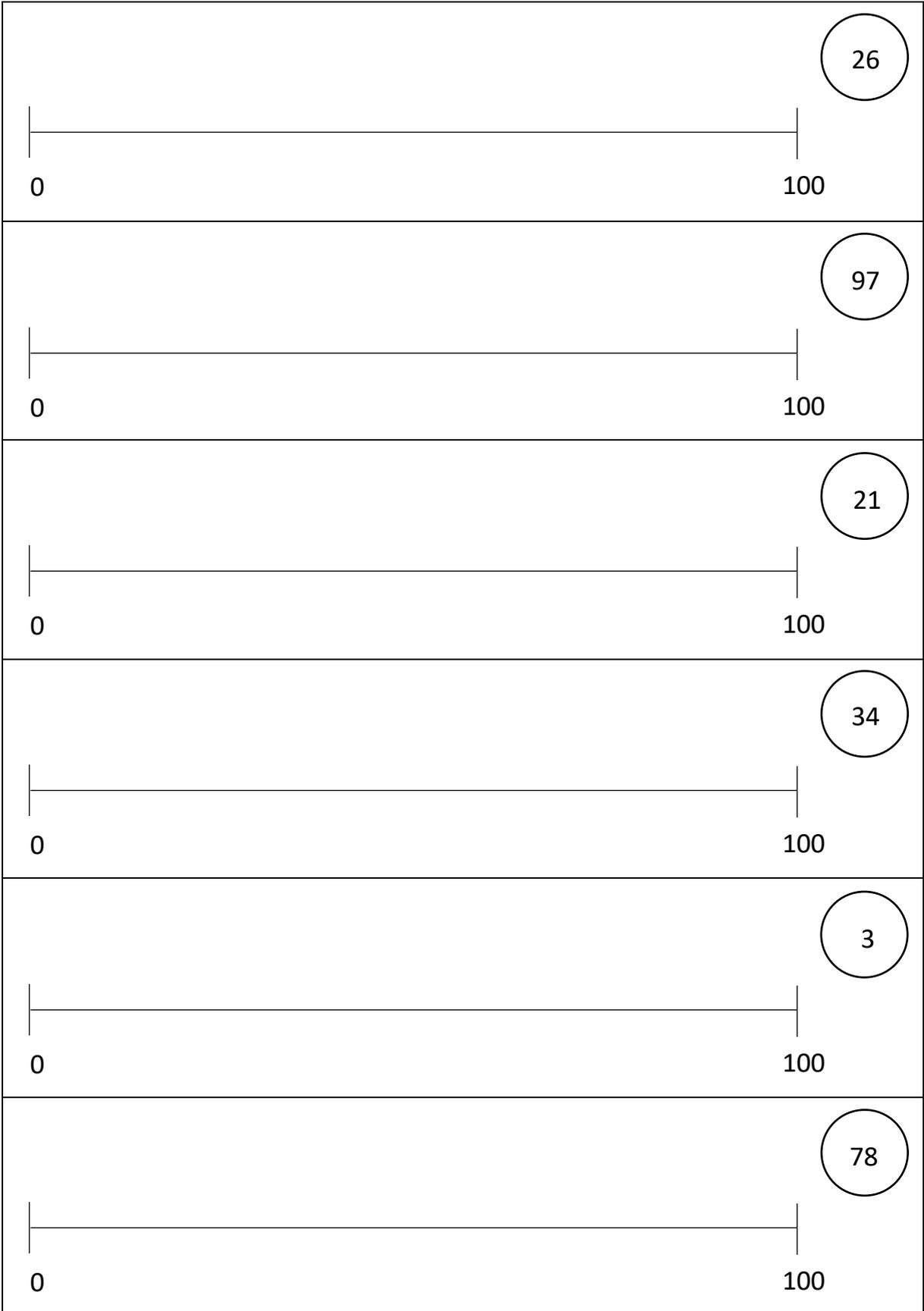
Em relação ao outro objetivo desta tese, “identificar quais habilidades são precursoras da resolução de problemas em estudantes de 3º e 4º ano do Ensino Fundamental, em duas cidades de regiões diferentes do Brasil, Arapiraca/AL e Porto Alegre/RS”, das seis habilidades cognitivas investigadas pôde-se perceber que quatro delas mostraram-se como preditoras nesses dois grupos investigados, e a localidade dos grupos, ou seja, a cidade, não se mostrou como fator que interferisse no resultados dos preditores. Pode-se pensar que a quantidade de tarefas aplicadas não seja tão suficiente para efetivarmos tais habilidades como preditoras, por isso, esse número pequeno de atividades nos indica uma limitação desse estudo.

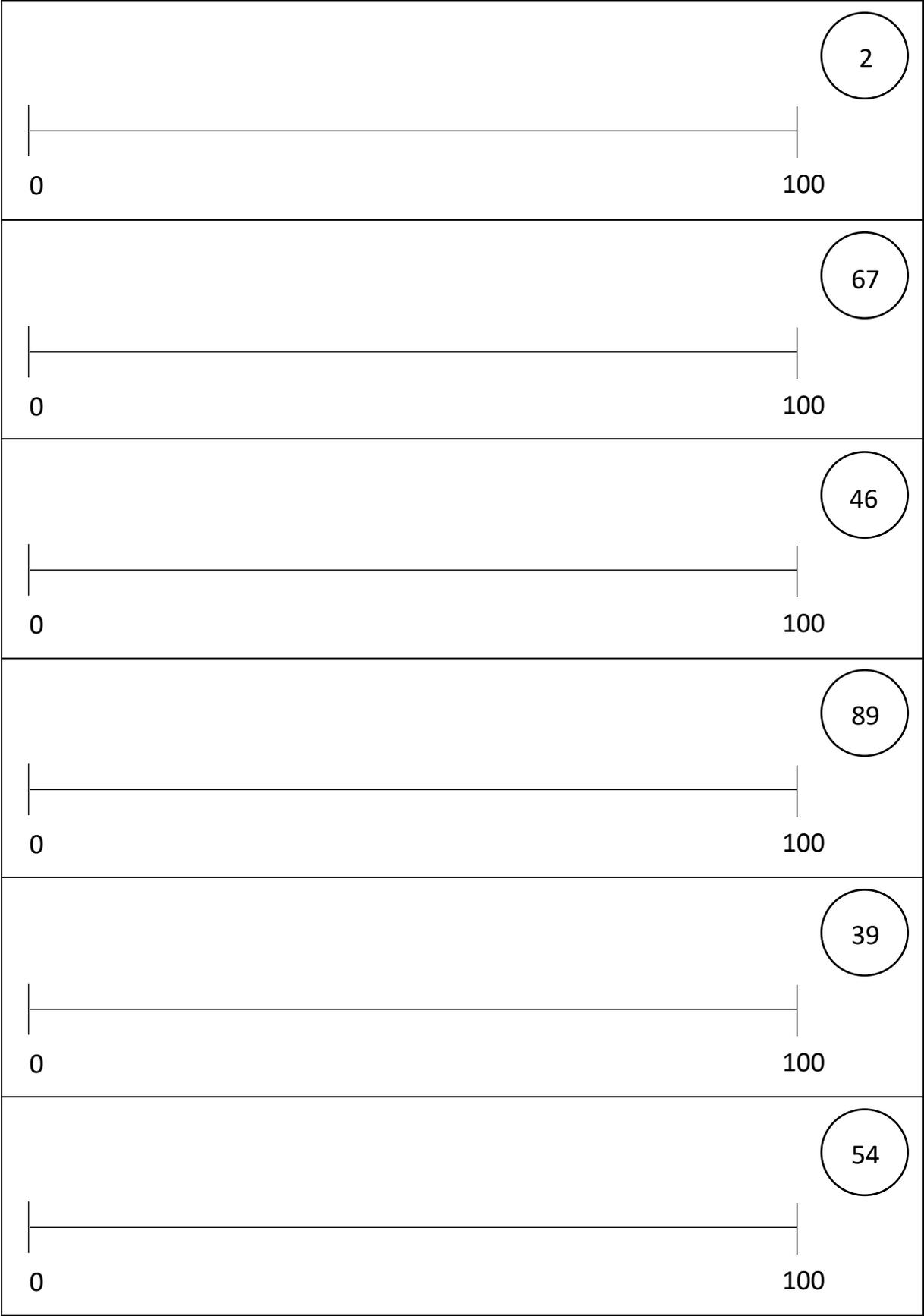
Por fim, a ideia de investigar precursores da resolução de problemas nos indica uma reflexão para investigações e intervenções futuras nessas habilidades cognitivas, para que se possa ajudar a minimizar possíveis dificuldades na resolução de problemas matemáticos. Acreditamos que um caminho metodológico capaz de apresentar atividades para que possam ser desenvolvidas tais habilidades é o ensino *através* da resolução de problemas, o qual tem o problema como ponto de partida o que pode permitir ao aluno a trazer elementos cognitivos de imediato.

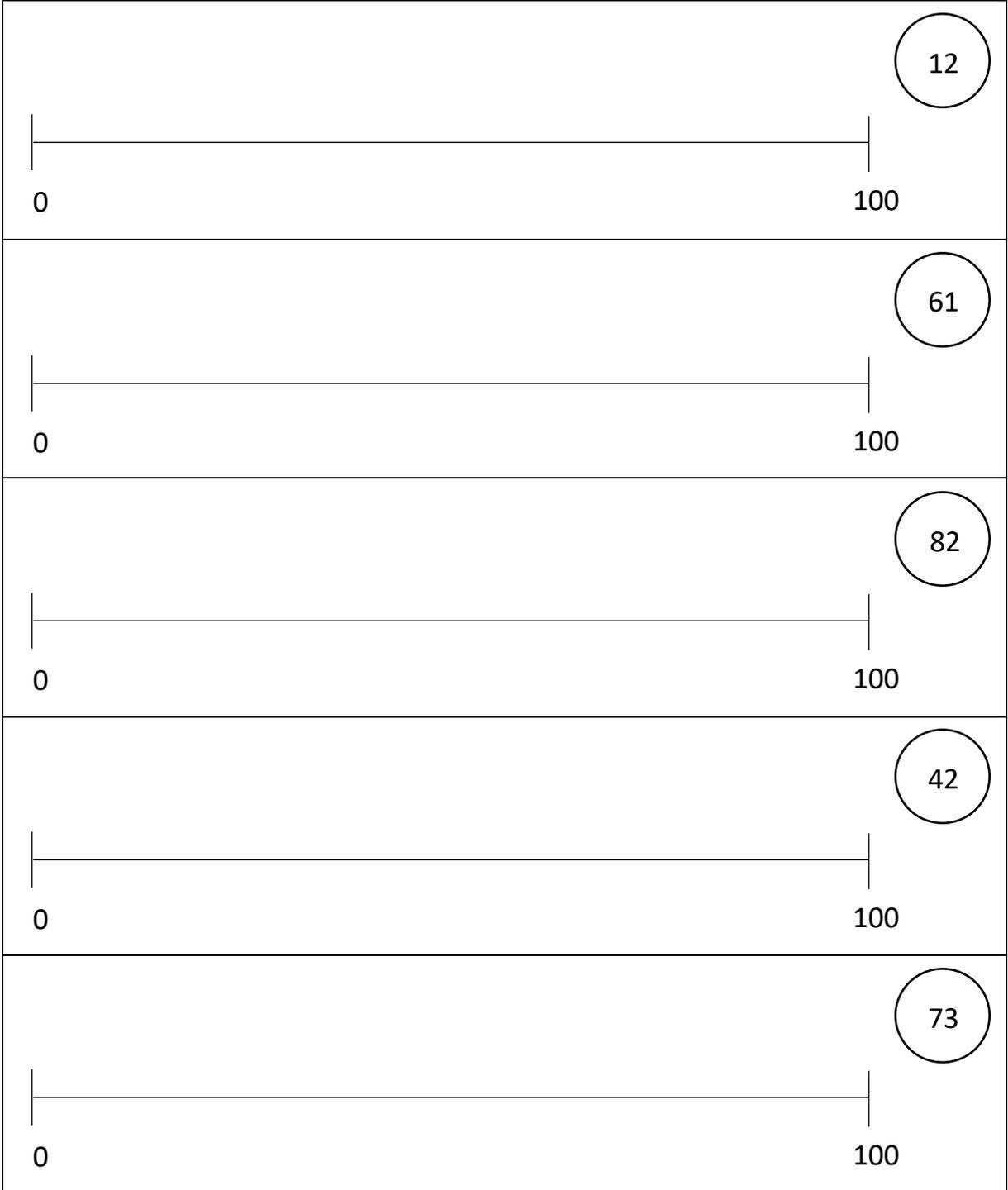
APÊNDICE A – TAREFA DE ESTIMATIVA NUMÉRICA NÚMERO-POSIÇÃO

Localize na reta numérica o número indicado dentro do círculo¹:

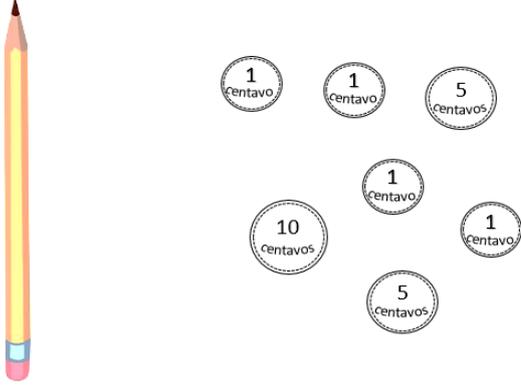
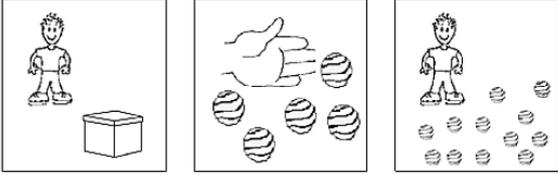
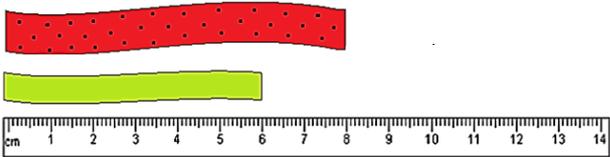
 <p>A horizontal number line is shown with a vertical tick mark at 0 on the left and a vertical tick mark at 100 on the right. The number 58 is circled in a circle to the right of the 100 tick mark.</p>
 <p>A horizontal number line is shown with a vertical tick mark at 0 on the left and a vertical tick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

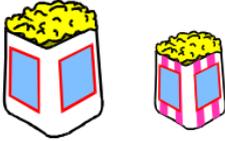
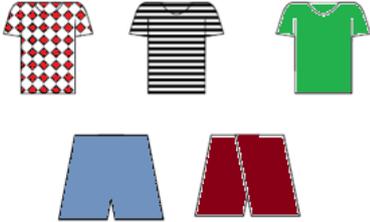
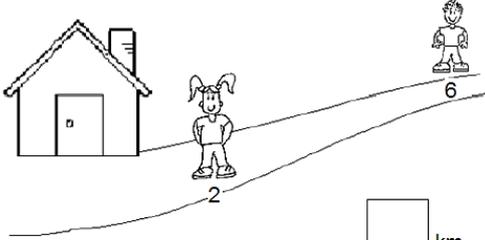


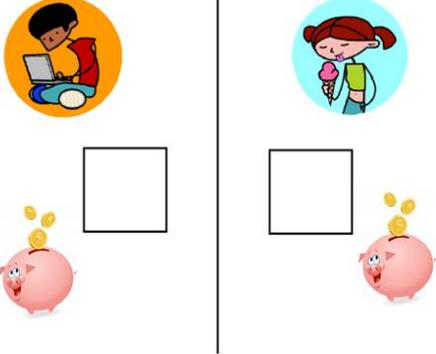
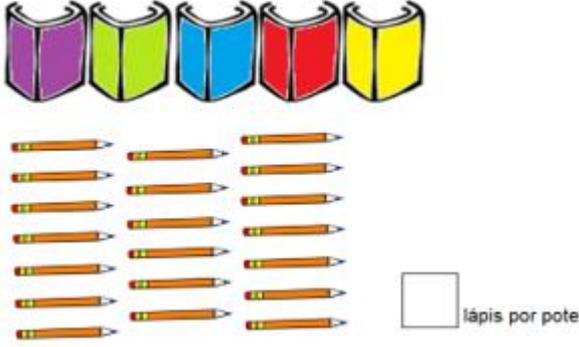
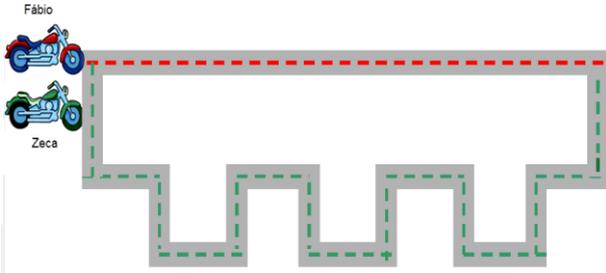
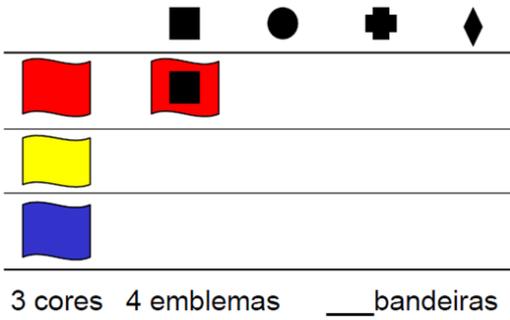


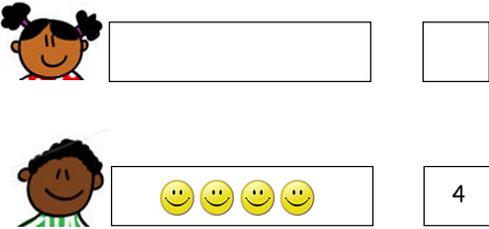
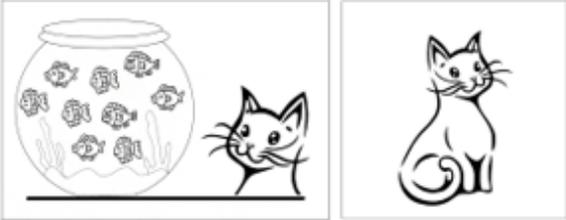
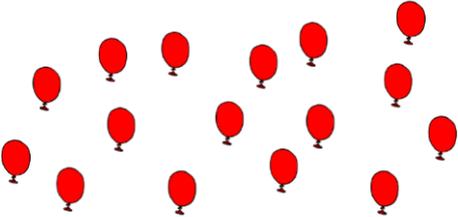


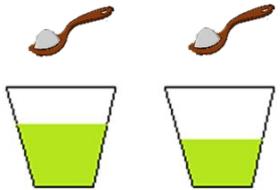
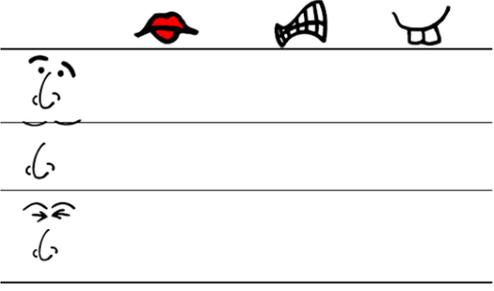
APÊNDICE B – TAREFA DE AVALIAÇÃO DO RACIOCÍNIO QUANTITATIVO

Ilustração	Instrução
	<p>Este lápis custa 8 centavos. Marque as moedas que você precisa para pagar exatamente o valor do lápis, sem precisar receber troco. Circule as moedas que você escolheu.</p>
 <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14</p> <p>_____ bolinhas de gude</p>	<p>Vinícius tem algumas bolinhas de gude dentro da caixa. Brincando com seus amigos, ganhou 5 bolinhas de gude. Agora Vinícius tem 12. Quantas bolinhas de gude Vinícius tinha na caixa antes de jogar? Circule a resposta na reta numérica e escreva no espaço indicado.</p>
 <p>_____ 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>_____ flores</p>	<p>Laura irá plantar flores nesses vasos. Ela irá plantar 3 flores em cada um. Quantas flores ela irá plantar ao todo?</p>

 <p data-bbox="764 488 842 577"> <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não </p>	<p data-bbox="900 282 1437 533">Na saída da escola, dois amigos decidiram comer pipoca. Mas cada um comprou em uma loja diferente. Os dois pagaram R\$ 5,00 pelo pacote de pipoca. Observe os pacotes de cada um: a pipoca é mais cara numa loja do que na outra? Se sim, circule o pacote de pipoca mais caro.</p>
 <p data-bbox="387 920 724 972"> <input type="checkbox"/> Conjuntos diferentes </p>	<p data-bbox="900 730 1437 871">Francisco tem dois shorts e três camisas. Se ele combinar os shorts e as camisas de maneira diferente, quantos conjuntos ele pode formar?</p>
 <p data-bbox="689 1361 852 1413"> <input type="checkbox"/> camisas </p>	<p data-bbox="900 1133 1374 1305">Arthur irá guardar 5 camisas roxas e 4 camisas verdes no armário. Quantas camisas ele irá guardar no armário, ao todo? Escreva sua resposta no espaço indicado.</p>
 <p data-bbox="673 1709 772 1760"> <input type="checkbox"/> km </p>	<p data-bbox="900 1518 1417 1727">Dois amigos saíram para caminhar. Eles saíram de casa e caminharam na mesma direção. O menino caminhou 6 km e a menina 2 km. Qual a distância entre os dois amigos? Escreva a sua resposta no local indicado.</p>

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

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

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

APÊNCIDE C – TAREFA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

TAREFA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	
NOME:	_____
ESCOLA:	_____
DATA DA AVALIAÇÃO:	_____
Material adaptado de Bonilha; Vidigal (2016) e organizado por Camila Nogueis e Elielson Lima Doutorandos em Educação – PPGEdu/UFRGS	

EB: _____

1. Em um ônibus que partiu de Porto Alegre com destino a São Leopoldo havia 49 passageiros.

Na primeira parada da viagem desceram 15 e subiram 23 pessoas.

Na segunda parada desceram 16 e subiram 12.

Na terceira parada o ônibus chegou em São Leopoldo.

No final da viagem, quantos passageiros ainda estavam no ônibus?

2. Numa loja perto da casa de Antônio, a caixa registradora não marcou alguns números no papel.

Descubra o que está faltando.

LOJA NACIONAL			
CELULAR	□	7	3
CAIXA DE SOM	2	0	□
TOTAL	6	7	5

3. Fábio fez uma compra aproveitando as ofertas do supermercado, mas a máquina registradora estava com problema e alguns números ficaram apagados. Complete com os números que faltam.



QUANTIDADE	ITENS	PREÇO TOTAL
3	IOGURTE	9,00
	ÓLEO	20,00
1	ARROZ	
	MANTEIGA	8,00
6	REFRIGERANTE	
	E	
	TOTAL	_____

4. Francisco e Matheus estavam jogando um jogo de cartas. Ao final do jogo, Francisco fez 98 pontos e Matheus fez 56 pontos. Quantos pontos Francisco fez a mais do que Matheus?

5. Natalia comprou na papelaria 7 pacotes de cadernos com 5 cadernos em cada um. Cada caderno custa 3 reais. Quanto Natalia pagou pelos cadernos?

6. Ana mora em um sítio onde há porcos, vacas e galinhas. Em seu sítio ela contou 24 pés. Sabe-se que 4 animais são vacas e porcos. Quantas galinhas há em seu sítio?

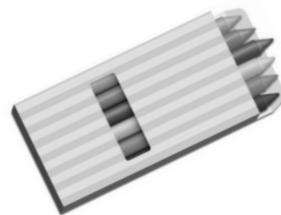


7. A escola de Manuela está sendo reformada e foram construídas mais duas salas de aula. Na sala A serão colocadas 5 fileiras com 6 cadeiras em cada uma. Na sala B serão colocadas 4 fileiras com 7 cadeiras em cada uma. Qual das duas salas tem menos cadeiras?

8. Renato foi à feira e comprou 56 frutas. Sabe-se que 12 são maçãs. As demais frutas são laranjas, que ele guardou em 4 saquinhos com a mesma quantidade em cada um. Quantas laranjas Renato colocou em cada saquinho?

9. Luísa quer dividir 15 balas com suas amigas Laura e Mariana. Ela quer ficar com pelo menos 3 balas para ela. Como Luísa pode dividir suas balas?

10. Depois de realizarem um trabalho de artes, a professora pediu para que os alunos guardassem todos os gizes de cera nas caixinhas. Os alunos juntaram os gizes e perceberam que ao todo tem 30 gizes de cera. Em cada caixinha cabem 6 gizes de cera. Então de quantas caixinhas eles precisam para guardarem todos os gizes?



ANEXO A – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DA SMED

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

AUTORIZAÇÃO

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

Porto Alegre, 14 de março de 2018.


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

ANEXO B – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DAS ESCOLAS

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

Pesquisa: Precusores do Desempenho Matemático nas séries iniciais

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

Porto Alegre, 13 de abril de 2018.



Assinatura do (a) representante da escola

Christiane Nunes Mattos
Supervisão Educacional
Matrícula 416396

INEP 27048624
 ESCOLA DE ENSINO FUNDAMENTAL
 EM TEMPO INTEGRAL
PROF. MÁRIO CÉSAR FONTES
 RUA DR. CARLOS ANDRÉ, S/N
 BAIRRO PLANALTO - ARAPIRACA, AL

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

Pesquisa: Precusores do Desempenho Matemático nas séries iniciais

Eu, Maria Cristina Alves Braz, no cargo
 de Diretora venho representar a
 escola C.E.F. Prof. Mário César Fontes, situada no
 endereço R. Dr. Carlos André, s/n, em Arapiraca-AL, no
 sentido de autorizar o desenvolvimento da pesquisa "Precusores do Desempenho Matemático nas
 séries iniciais" e a participação livre e espontânea dos alunos das turmas de 3º e 4º anos. Declaro
 estar ciente que a pesquisa se desenvolverá nas dependências da escola e da necessidade de a
 instituição disponibilizar uma sala para realizar as avaliações com os alunos participantes.

ARAPIRACA, 05 de Dezembro de 2017.

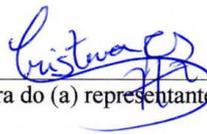
Maria Cristina Alves Braz
 Assinatura do (a) representante da escola
 Maria Cristina Alves Braz
 Diretora
 Mat: 3602-1

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

Pesquisa: Precusores do Desempenho Matemático nas séries iniciais

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

Porto Alegre, 27 de março de 2018.



Cristina Cattaneo da Silveira
Diretora
Aut: 16/2016

Assinatura do (a) representante da escola

ANEXO C – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DOS PROFESSORES

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

Projeto: Precusores do Desempenho Matemático nas séries iniciais

TERMO DE PARTICIPAÇÃO DO(A) PROFESSOR(A)

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

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

Porto Alegre, ____ de _____ de 2018.

Professor(a) da Escola

ANEXO D – TCLE DOS RESPONSÁVEIS

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

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

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

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

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

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

Data: ____/____/2018

ANEXO E – TERMO DE ASSENTIMENTO DOS ALUNOS

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

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

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

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

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

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

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

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

Assinatura do(a) aluno(a): _____

Data: ____/____/2018