

UNIVERSIDADE DO VALE DO SAPUCAÍ

MESTRADO EM EDUCAÇÃO

MAGNO DE SOUZA ROCHA

**COMPREENDENDO A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS
MATEMÁTICOS: relações com o raciocínio inferencial e a
flexibilidade cognitiva**

**Pouso Alegre
2015**

MAGNO DE SOUZA ROCHA

**COMPREENDENDO A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS
MATEMÁTICOS: relações com o raciocínio inferencial e a
flexibilidade cognitiva**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade do Vale do Sapucaí como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Rosimeire Aparecida Soares Borges.

**Pouso Alegre
2015**

Rocha, Magno de Souza.

Compreendendo a resolução e problemas matemáticos: relações com o raciocínio inferencial e a flexibilidade cognitiva / Magno de Souza Rocha. – Pouso Alegre, 2015.

89f. : il.

Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Vale do Sapucaí.

Orientadora: Dr.^a Rosimeire Aparecida Soares Borges

1. Resolução de problemas matemáticos. 2. Funções cognitivas. 3. Aprendizagem. I. Título.

CDD 370.152

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Certificamos que a dissertação intitulada “COMPREENDENDO A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS: RELAÇÕES COM O RACIOCÍNIO INFERENCIAL E A FLEXIBILIDADE COGNITIVA” foi defendida, em 23 de junho de 2015, por MAGNO DE SOUZA ROCHA, aluno regularmente matriculado no Mestrado em Educação, sob o Registro Acadêmico nº 43000011, e aprovado pela Banca Examinadora composta por:


Prof^ª. Dr^ª. Rosimeire Aparecida Soares Borges
Universidade do Vale do Sapucaí - UNIVÁS
Orientadora


Prof^ª. Dr^ª. Andreia Osti
Universidade Estadual Paulista - UNESP
Examinadora


Prof^ª. Dr^ª. Carla Helena Fernandes
Universidade do Vale do Sapucaí - UNIVÁS
Examinadora

DOCUMENTO VÁLIDO SOMENTE SE NO ORIGINAL

DEDICATÓRIA

Para todos aqueles que se aventurarem a pesquisar sobre o vasto campo da Educação, em especial àqueles que se detiverem ao estudo de temas atinentes à aprendizagem de Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental. Que a busca pelo saber lhes inspire!

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Pedro e Maria José, e à minha noiva, Saionara, pela confiança, incentivo, carinho e paciência.

À minha família, por me amparar, acreditando em meus esforços e compreendendo minhas dificuldades e ausências.

Aos professores da Universidade do Vale do Sapucaí, pelo muito que me ensinaram, contribuindo para com o meu crescimento científico e intelectual.

À professora Dr.^a Rosimeire Aparecida Soares Borges, minha orientadora, pelo acolhimento, atenção e apoio durante todo o processo de pesquisa e escrita deste trabalho.

À equipe administrativa, aos docentes e discentes da escola na qual coletei os dados desta pesquisa, pelo comprometimento com os esforços e fins desta empreita.

Ao IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes e Câmpus Pouso Alegre, pelo apoio.

E a todos os demais que também contribuíram para a realização desta dissertação.

*A alegria não chega apenas no encontro do achado,
mas faz parte do processo da busca.
E ensinar e aprender
não podem dar-se fora da procura,
fora da boniteza e da alegria.*

Paulo Freire

ROCHA, Magno de Souza. **Compreendendo a resolução de problemas matemáticos: relações com o raciocínio inferencial e a flexibilidade cognitiva**. 89f. Dissertação (Mestrado em Educação), Univás, Pouso Alegre, 2015.

RESUMO

A presente investigação teve como objetivo geral investigar a resolução de problemas do ponto de vista cognitivo, a partir de suas possíveis relações com o raciocínio inferencial e a flexibilidade cognitiva, em 234 alunos do 3º ao 5º ano do ensino fundamental de uma escola pública localizada em uma cidade do sul de Minas Gerais. Para tal, promoveu-se um exame exploratório, transversal, descritivo e correlacional, sendo utilizados, como instrumentos de coleta de dados: o Teste de Resolução de Problemas (BORGES; FERNANDES, 2014), o Teste de Raciocínio Inferencial – RIn (SISTO, 2006), e o Teste de Trilhas (MONTIEL; SEABRA, 2012). Os resultados foram descritos e analisados ora quantitativamente, utilizando-se de técnicas estatísticas como: aplicação do teste *t* de Student, Análise de Variância (ANOVA), prova *ad hoc* de Tukey e coeficiente de correlação de Pearson; ora qualitativamente, por meio da investigação baseada em reflexões indutivas sustentadas em pesquisas em psicologia (os processos cognitivos), quanto pela educação (a aprendizagem). Aderiu-se a esta averiguação a possibilidade de que a mesma possa contribuir para o aprofundamento de pesquisas que têm seus objetos comungados entre o estudo dos processos cognitivos e da Educação Matemática. O presente estudo não apontou relação estatisticamente significativa entre os constructos analisados. Porém, tais dados devem ser apreciados com prudência, visto que a aplicação dos instrumentos de coleta de dados se deu em uma única instituição de ensino e um dos testes, o de resolução de problemas, demanda por futuras análises quanto à validade, pois foi nesta oportunidade de pesquisa em que ocorreu a primeira grande aplicação do mesmo. Futuras análises deverão ser conduzidas a título de variar a amplitude amostral, além de complementar os questionamentos aqui delineados, confirmando ou refutando nossas conclusões.

PALAVRAS-CHAVE: Resolução de Problemas; Raciocínio Inferencial; Flexibilidade Cognitiva; Funções Cognitivas; Estudo Correlacional.

ABSTRACT

The general aim of this investigation was to study the solution of mathematical problems from the cognitive point of view, starting from possible relations to inferential reasoning and the cognitive flexibility, among third to fifth grades of 234 students who study at a public elementary school, located in a town in south of Minas Gerais. For such thing, a transversal, descriptive, correlational, exploratory research was elaborated and applied. For data collecting the following tests were used: Problem Solving Test (BORGES; FERNANDES, 2014); Inferential Reasoning Test – RIn (SISTO, 2006), and the Trails Making Test (MONTIEL; SEABRA, 2012). The results were described and analyzed sometimes quantitatively, using statistical techniques such as applying the Student's t-test, Analysis of Variance (ANOVA), Tukey's HSD test and Pearson correlation coefficient; sometimes qualitatively, through research-based inductive reflections sustained in research sheltered both by psychology (cognitive processes), as for education (learning). Clung to this investigation the possibility that it can contribute to the deepening of research that have their shared objects between the study of cognitive processes and mathematics education. This study showed no statistically significant relationship between the constructs analyzed. However, these data should be assessed with caution, since the application of data collection instruments took place in a single institution and one of the tests, problem-solving, demand for further analysis as to the validity, because it was this research opportunity in which occurred the first major implementation. Further analysis should be conducted as to vary the sample range, and complements the questions outlined here, confirming or refuting our findings.

KEYWORDS: Problem Solving; Inferential Reasoning; Cognitive Flexibility; Cognitive Functions; Correlational Study.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Parte do Teste de Raciocínio Inferencial - RIn	87
Figura 2 – Parte do Teste de Trilhas (B)	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Percurso histórico das tendências pedagógicas no ensino de Matemática nas escolas americanas	22
Quadro 2: Apresentação dos descritores quanto ao tema: <i>Espaço e Forma</i>	30
Quadro 3: Apresentação dos descritores quanto ao tema: <i>Grandezas e Medidas</i>	30
Quadro 4: Apresentação dos descritores quanto ao tema: <i>Números e Operações/ Álgebra e Funções</i>	30
Quadro 5: Apresentação dos descritores quanto ao tema: <i>Tratamento da Informação</i>	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Resultados SAEB/Prova Brasil 2011	32
Tabela 2:	Frequência e porcentagem na distribuição de indivíduos por grupo etário.....	51
Tabela 3:	Frequência e porcentagem na distribuição de indivíduos quanto ao gênero do 3º ao 5º anos	52
Tabela 4:	Frequência e porcentagem na distribuição de indivíduos por turma e ano	52
Tabela 5:	Frequência e porcentagem na distribuição de indivíduos por naturalidade no 3º, 4º e 5º anos	52
Tabela 6:	Frequência e porcentagem na distribuição de indivíduos por local de residência no 3º, 4º e 5º anos	53
Tabela 7:	Frequência e porcentagem de alunos nos três testes aplicados	53
Tabela 8:	Média, desvio padrão e pontuação mínima e máxima	63
Tabela 9:	Média e desvio padrão (DP) em relação ao gênero	64
Tabela 10:	Diferença entre as médias dos meninos e meninas	64
Tabela 11:	Média e desvio padrão (DP) em relação à área de residência	65
Tabela 12:	Diferença entre as médias entre alunos da zona urbana e da rural	66
Tabela 13:	Comparação das médias entre os anos escolares (ANOVA)	66
Tabela 14:	Subconjuntos formados pela <i>Prova de Tukey</i> . Etapa A do Teste RIn	67
Tabela 15:	Subconjuntos formados pela <i>Prova de Tukey</i> - Etapa B do Teste RIn	68
Tabela 16:	Subconjuntos formados pela <i>Prova de Tukey</i> - Etapa C do Teste RIn	68
Tabela 17:	Subconjuntos formados pela <i>Prova de Tukey</i> - Etapa D do Teste RIn	68
Tabela 18:	Subconjuntos formados pela <i>Prova de Tukey</i> : Teste de Trilhas B-A	69
Tabela 19:	Correlação de <i>Pearson</i> entre a prova de Resolução de Problemas, o RIn e o Teste de Trilhas	69

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS, FUNÇÕES COGNITIVAS E APRENDIZAGEM MATEMÁTICA: CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS	18
2.1	A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	18
2.1.1	A resolução de problemas: aspectos históricos	22
2.1.2	A resolução de problemas nas avaliações do ensino básico no Brasil	27
2.2	O PROCESSO COGNITIVO	34
2.2.1	Os processos cognitivos envolvidos na resolução de problemas	38
3	MÉTODO	51
3.1	DELINEAMENTO	51
3.2	PARTICIPANTES	51
3.3	PROCEDIMENTO DE COLETA.....	54
3.4	INSTRUMENTOS	54
3.4.1	Teste de Resolução de Problemas	54
3.4.2	Teste de Raciocínio Inferencial – RIn	56
3.4.3	Teste de Trilhas	57
3.5	DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DOS TESTES	59
3.5.1	Teste de Raciocínio Inferencial – RIn	59
3.5.2	Teste de Trilhas	61
3.5.3	Teste de Resolução de Problemas	61
3.6	PROCEDIMENTOS PARA A ANÁLISE DOS RESULTADOS	61
4	RESULTADOS	63
4.1	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	70
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
	REFERÊNCIAS	78
	ANEXO A – TESTE DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	84
	ANEXO B – TESTE DE RACIOCÍNIO INFERENCIAL – RIn	87
	ANEXO C – TESTE DE TRILHAS – PARTE B	88
	TERMO DE PERMISSÃO PARA PUBLICAÇÃO (Cessão de direitos)	89

1 INTRODUÇÃO

A evolução técnica e científica que se processa atualmente exige a aprendizagem contínua, num contexto em que os meios de comunicação disponíveis lançam inúmeras informações que precisam ser lidas, tratadas e analisadas. Desse modo, dos indivíduos é reivindicado “um exercício coletivo de memória, imaginação, percepção, raciocínios e competências para a produção e transmissão de conhecimentos” (BRASIL, 1999, p. 83).

Para Silva e Cunha (2002) o mercado estruturado pelas inovações promovidas pela ciência em aparato tecnológico, apresenta-se cada vez mais impositivo e competitivo.

Nesta perspectiva, contextualiza-se imperativa a superação do conceito de conhecimento como o de mero acesso a dados, ou recepção e repasse de informações. A força agente de trabalho ajustada aos dias atuais requer destreza para a seleção e compreensão da massa de informações transmitidas. Segundo Silva e Cunha (2002, p. 77) constitui-se indispensável a capacidade de raciocinar criticamente sobre objetos abstratos, planejar a solução de situações-problemas etc., assim como ser capaz de pensar e agir com flexibilidade, ajustando estratégias para fins de obtenção de melhores resultados.

A relevância de direcionar esforços em estudos para os anos iniciais da educação básica é destacada por Taboada (2009, p. 9), pois é nesta fase que, segundo a autora, fundamentando-se na teoria Piagetiana, concentra-se a formação do alicerce sobre o qual se constitui a configuração do conhecimento e das habilidades cognitivas. A autora, dispondo sobre as fases do desenvolvimento cognitivo, descreve que é na infância que acontecem as mudanças e a consolidação das estruturas cognitivas mais relevantes. “Cada etapa no desenvolvimento evolutivo da criança é marcada por ganhos quantitativos e qualitativos no que concerne às estruturas do pensamento e aquisição do conhecimento” No que se refere à organização lógica de pensamentos mais formais, operacionais e abstratos, acrescenta que esta ganha contornos mais delineados na terceira infância, entre 6 e 12 anos de idade, aproximadamente. Isto permite considerar, inclusive com fundamento em estudos recentes, realizados por Papalia, Olds e Feldman (2013), que está situada nesta fase do desenvolvimento humano, na infância, portanto, a oportunidade para estímulos de funções do pensamento que trarão consequências em respaldo às demandas do indivíduo adulto.

Nesta análise, o Ministério da Educação, por meio dos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (BRASIL, 1997, p. 09) indicou como objetivos do ensino fundamental

a capacitação dos alunos para, dentre outras capacidades, fazer uso de diferentes formas de expressão linguística como a verbal, a Matemática, a gráfica, a plástica e a corporal, para a produção, expressão e comunicação de ideias, interpretação e desfrute de produções culturais, em diversos contextos, e atendendo a múltiplas intenções e situações de comunicação.

Levando em conta essa realidade, portanto, dos alunos é esperado que adquiram competências e habilidades essenciais para a resolução de problemas e a estruturação do pensamento crítico-reflexivo, permitindo-lhes argumentar e inferir flexivelmente sobre os eixos curriculares aprendidos consoante às demandas e instabilidades do cenário social com o qual interagem. Ao encontro deste entendimento, os PCN (1997) tomam como basilar no ensino fundamental a capacidade do educando de criticar a realidade e propor meios de resolução. Para a aproximação ao que poderá vir a se confirmar como resposta (s) correta (s), do discente são exigidas habilidades relacionadas ao pensamento lógico, ao raciocínio inferencial, ações mediadas por criatividade e intuição, questionando o cotidiano, analisando os saberes estabelecidos, selecionando procedimentos para o alcance da solução mais adequada e verificando, passo a passo, a conveniência e oportunidade de sua prática.

Segundo este panorama pode-se destacar pesquisas que possuem, conforme seus enfoques, maior ou menor afinidade com o objeto-eixo para o qual se guia o presente exame. Butterworth (2005), no artigo “*The development of arithmetical abilities*” afirmou que habilidades aritméticas são essenciais para o efetivo exercício da cidadania para todos os sujeitos engajados na sociedade, pois fundamentam-se no conhecimento numérico. O autor buscou tratar sobre a questão de como as habilidades aritméticas são adquiridas e de que modo ocorrem falhas neste processo. Defendeu que, uma busca por respostas a estas indagações seria de grande importância, não apenas em caráter individual, para a criança em formação escolar, mas para a organização da educação formal e a estruturação da sociedade. Com respaldo em evidências, defendeu a existência de capacidades específicas e inatas relacionadas à aquisição de habilidades aritméticas. Contudo destacou ainda que, no que diz respeito aos efeitos do conteúdo da aprendizagem, e sobre o tempo da aprendizagem no percurso do desenvolvimento, semelhantes temas requerem pesquisas futuras.

Outra pesquisa, promovida por Taboada (2009), permitiu melhor compreender as funções executivas enquanto abordadas sob o prisma da psicologia e da neurociência cognitiva. A autora defendeu estas funções como essenciais para o desenvolvimento de

habilidades necessárias para o adequado aproveitamento escolar. Pretendeu demonstrar a eficácia dos jogos de regras como método eficaz para o desenvolvimento e aprimoramento das funções executivas por meio da aplicação sistematizada e observações individualizadas de 32 crianças do 1º, 4º e 6º ano do ensino fundamental. A autora afirmou que os estudos demonstraram que os encontros, nos quais a aplicação de jogos ocorreu, auxiliaram no desenvolvimento das habilidades cognitivas superiores na maioria dos participantes. A partir dos resultados encontrados Taboada, sugeriu novos estudos com a ressalva para a necessidade de efetivar algumas correções metodológicas para o desenvolvimento de investigações científicas mais específicas na área.

Já o estudo de Maia (2010) buscou focar as relações entre memória de curto prazo, memória de trabalho, velocidade de processamento, processamento visuoespacial, funções executivas, atenção seletiva e alternada e desempenho matemático, em quarenta alunos do terceiro ano do ensino fundamental; defendendo que tais relações pudessem esclarecer as diferenças entre os discentes quanto à aprendizagem de Matemática. A averiguação permitiu observar significativa correlação entre o desempenho matemático e memória de curto prazo, velocidade de processamento, atenção e funções executivas; não se verificando correlação estatisticamente significativa entre a memória de trabalho e processamento visuoespacial.

Este trabalho de investigação busca compreender a resolução de problemas matemáticos pela abordagem de temas relacionados tanto aos aspectos da aprendizagem de Matemática, quanto aos processos cognitivos. Esta visão tem amparo nas considerações apresentadas nos PCN (1997, p. 29):

As necessidades cotidianas fazem com que os alunos desenvolvam uma inteligência essencialmente prática, que permite reconhecer problemas, buscar e selecionar informações, tomar decisões e, portanto, desenvolver uma ampla capacidade para lidar com a atividade matemática. Quando essa capacidade é potencializada pela escola, a aprendizagem apresenta melhor resultado.

No entanto, os PCN (1997) acentuam que, apesar de se firmar como evidente a necessidade de a escola incentivar o aprendizado, favorecendo as habilidades dos discentes diante ao cotidiano, o enredo das aulas nessa época ainda se mostrava fragilizado pela mera reprodução de procedimentos e da acumulação de informações. O documento revela como importante o oferecimento de oportunidades para que o

discente estabeleça conexões entre a Matemática e outras disciplinas, o cotidiano; e ainda perceba a inter-relação entre os diversos conteúdos da disciplina.

Nos anos iniciais do ensino fundamental, a promoção da realização pessoal do aluno pode se dar no desenvolvimento de suas capacidades matemáticas, o que pode auxiliar a edificar atitudes de autonomia e cooperação em sua formação. Como apontam os PCN (1999), é primordial que os alunos reconheçam a Matemática como um arranjo rigoroso de códigos e normas, convertendo-a numa linguagem de comunicação de princípios e convicções, favorecendo a compreensão e a manutenção criativa da sociedade, visto que possui, além de um valor para a formação escolar por meio do auxílio à estruturação do pensamento e raciocínio dedutivo; um significado instrumental, servindo para o desempenho de tarefas cotidianas; e um papel científico, com seus mecanismos específicos no trato da informação e expressão enquanto forma de linguagem.

Os PCN (2000) sugerem ainda que, nas aulas de Matemática, aos alunos sejam propostas atividades que auxiliem no desenvolvimento de suas capacidades de pensamento lógico relativo à resolução de diversificados problemas, de modo que sejam capazes de reconhecer regularidades, formar conjecturas e argumentar, características essenciais na formalização do conhecimento e no desenvolvimento de habilidades que auxiliem na leitura e interpretação da realidade.

Considerando esses pressupostos, emerge a seguinte questão: a resolução de problemas de Matemática está relacionada com a flexibilidade cognitiva e o raciocínio inferencial, funções cognitivas superiores?

A fim de promover reflexões sobre perspectivas e caminhos que subsidiem novas práticas pedagógicas que qualifiquem o ensino de Matemática, o objetivo deste estudo é compreender melhor a resolução de problemas do ponto vista cognitivo a partir de suas possíveis relações com o raciocínio inferencial e a flexibilidade cognitiva. Como objetivos específicos assinalam-se: averiguar qual variável, se raciocínio inferencial ou flexibilidade cognitiva, prediz melhor a capacidade da criança de resolver problemas; comparar o desempenho das crianças em função do gênero, da área de residência e do ano escolar; e contribuir para o aprofundamento dos estudos que têm seus objetos comungados entre os processos cognitivos e a educação.

Buscou-se inicialmente pela apresentação da fundamentação teórica examinando o percurso histórico no qual a resolução de problemas estabeleceu-se como metodologia de ensino de Matemática, e, em continuidade, pela revelação de tópicos relacionados

com a aprendizagem e atinentes ao ramo da ciência que se ocupa, fundamentalmente, com a relação entre o cérebro e o comportamento humano: a psicologia cognitiva. Logo após, serão descritos os procedimentos metodológicos que estão sendo realizados.

2 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS, FUNÇÕES COGNITIVAS E APRENDIZAGEM MATEMÁTICA: CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

Como fundamental para o entendimento do corpo desta investigação, a aproximação de suporte teórico capaz de auxiliar o leitor a compreender o meandro a partir do qual decompõem-se as variáveis do corrente estudo. Assim, leituras foram efetuadas para fins de oportunizar a compreensão da temática-eixo desta investigação sob duas vertentes basilares: a primeira dirigindo-se para o enredo histórico da resolução de problemas como metodologia de ensino, além de componente alvo de avaliação no ensino básico brasileiro por meio de políticas educacionais; a segunda com enfoque orientado para o ensino-aprendizagem da Matemática, realçando os processos cognitivos envolvidos na resolução de problemas, dispendo sobre a complexidade de fatores envolvidos com a habilidade cognitiva humana.

2.1 A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Tem-se na resolução de problemas o objeto pelo qual a Matemática evolui. Por meio deles, ideias novas são movimentadas, impulsionando direta e indiretamente diversos ramos da disciplina. Sob o ponto de vista da Educação Matemática, Pereira (2002, p. 3) compreende que, ainda que simples, um problema “pode suscitar o gosto pelo trabalho mental se desafiar a curiosidade e proporcionar ao aluno o gosto pela descoberta da resolução”. Podem ainda, ser compreendidos como estimuladores da curiosidade discente, promovedores do interesse pela disciplina e instigadores do raciocínio. Essa metodologia de ensino da Matemática não é recente e remonta história antiga egípcia, chinesa e grega.

Uma definição aproximada de problema é sugerida por Silveira (2001) quando considera que “um problema matemático é toda situação requerendo a descoberta de informações matemáticas desconhecidas para a pessoa que tenta resolvê-lo e/ou a invenção de uma demonstração de um resultado matemático dado”. Do exposto, pode-se compreender a existência de problema quando da ocasião de busca por um resultado delimitado, conhecido ou não, sem que exatamente se saiba como atingir este objetivo, ou se tenha as estratégias, conhecimentos teóricos e práticos necessários para a sua resolução.

Os PCN destinados ao Ensino Fundamental (BRASIL, 1998, p. 40) referem-se à resolução de problemas como uma metodologia de ensino que pressupõe que o aluno

consiga elaborar “um ou vários procedimentos de resolução (como realizar simulações, fazer tentativas, formular hipóteses)”, comparar os resultados encontrados por ele com os resultados de outros colegas e ainda validar os procedimentos por ele utilizados. Nesse documento, consta que um problema matemático consiste em uma situação na qual ocorre a realização de variadas ações que levem a um resultado. Desse modo, a resolução de problemas:

[...] não é uma atividade para ser desenvolvida em paralelo ou como aplicação da aprendizagem, mas uma orientação para a aprendizagem, pois proporciona o contexto em que se pode apreender conceitos, procedimentos e atitudes matemáticas (BRASIL, 1997, p. 44).

Buscar a solução de um problema implica um caminhar, uma construção, visto que a resposta nem sempre vem no início e “o que é um problema para um aluno pode não ser para outro”, pois depende do nível de desenvolvimento cognitivo que se encontra e das noções já construídas sobre determinado conceito matemático (BRASIL, 1997, p. 44). A promoção da realização pessoal do aluno pode ser verificada no desenvolvimento de suas capacidades matemáticas, auxiliando a edificação de atitudes de autonomia e cooperação em sua formação. É primordial que os alunos reconheçam a Matemática como “um sistema de códigos e regras que a tornam uma linguagem de comunicação de ideias e permita modelar a realidade e interpretá-la” (BRASIL, 1999, p. 251), visto que possui:

[...] um valor formativo, que ajuda a estruturar o pensamento e o raciocínio dedutivo, porém também desempenha um papel instrumental, pois é uma ferramenta que serve para a ávida tarefa cotidiana e para muitas tarefas específicas em quase todas as atividades humanas. [...] também deve ser vista como ciência, com suas características estruturais específicas.

No enredo dos PCN (1997, p. 44) acerca do processo de resolução de um problema consta que se trata de “aprender a dar uma resposta correta, que tenha sentido, pode ser suficiente para que ela seja aceita a até seja convincente, mas não é garantia de apropriação do conhecimento envolvido”. Ao mesmo tempo, é imperativa a necessidade de se ampliar capacidades que admitam, além de inquirir resultados, “testar seus efeitos, comparar diferentes caminhos, para obter a solução”. Nessa configuração de trabalho, pois, tem-se observado o *processo* de resolução; a correção da resposta tem sua importância reduzida (não desprezada). Se o aluno for instigado a “questionar sua própria resposta, a questionar o problema, a transformar um dado problema numa fonte de novos problemas” terá sido oportunizado “uma compreensão de ensino e aprendizagem por meio da ação pensada que auxilia na construção dos conhecimentos.”

Na atividade matemática o essencial é que os alunos sejam motivados a construir aproximações contínuas do conceito matemático que contribuam para a solução de determinado problema, que exijam deles transferências dos conceitos já apreendidos, correções e rupturas, processo que lhes propicia a construção de “um campo de conceitos” que possa ser explorado, pois “um conceito matemático se constrói articulado com outros conceitos, por meio de uma série de retificações e generalizações” (BRASIL, 1997, p. 44).

Pesquisas em Educação Matemática (STANIC; KILPATRICK; SCHROEDER; LESTER, 1989; ONUCHIC; ALLEVATO, 2011; DINIZ, 2001) têm apresentado a descrição da resolução de problemas sob os diferentes enfoques, conferindo, para cada posicionamento, funcionalidades e propostas diversas.

Para Stanic e Kilpatrick (1989), a resolução de problemas é caracterizada nos currículos escolares, em três linhas: 1) resolução de problemas como contexto; 2) resolução de problemas como instrumento; 3) resolução de problemas como arte. Ao primeiro enfoque, da “resolução de problemas como contexto”, percebem-se os problemas como “meios para atingir fins” (STANIC; KILPATRICK, 1989, p. 8); com cinco subtemas, a saber: a) a resolução de problemas como justificação, ou seja, a resolução de problemas é tratada como recurso de defesa para o ensino de Matemática; b) a resolução de problemas como motivação: os problemas, nesta perspectiva, constituem incentivos para o ensino de Matemática; c) a resolução de problemas como recreação: os problemas apresentados com a finalidade de entreter os discentes; d) a resolução de problemas como meio: os problemas são concebidos como “um veículo através do qual um novo conceito ou um procedimento deve ser aprendido” (STANIC; KILPATRICK, 1989, p. 9); e e) a resolução de problemas como prática: compreensão na qual os problemas servem para reforçar procedimentos e conceitos já ensinados. Na visão da “resolução de problemas como instrumento”, os problemas são compreendidos como habilidades “a serem ensinadas no currículo escolar” (STANIC; KILPATRICK, 1989, p. 9). E, na terceira interpretação, na qual a resolução de problemas é tomada como arte, os discentes, assim, devem aprender artifícios para a resolução problemas, sendo o tema mais difícil de ser posto em prática; destacam os apontamentos de Polya (1975), enfatizando que, segundo este autor, a Matemática consiste em saber-fazer, e nisto está a capacidade de resolver os problemas.

Diferentes abordagens quanto à forma de se trabalhar com a Resolução de Problemas, são apresentadas por Schroeder e Lester (1989, *apud* ONUCHIC;

ALLEVATO, 2011) que indicam as possibilidades que objetivam promover o entendimento e a reflexão sobre o assunto no contexto do ensino: 1) ensinar sobre resolução de problemas; 2) ensinar Matemática para resolver problemas; e 3) ensinar Matemática através da resolução de problemas. Acerca desse tema, todavia, educadores alinhados às recomendações promovidas pelo NCTM, em distintas interpretações, defendiam ora a relevância de se teorizar sobre esse tema, portanto, sendo necessária a prática do ensino alicerçada em estratégias e métodos para resolver problemas, ora “no sentido de que o professor deveria apresentar a Matemática formal para, depois, oferecer aos alunos o problema como aplicação dessa Matemática construída, acreditando que deveriam ensinar Matemática para resolver problemas.” (ONUCHIC; ALLEVATO, 2011, p. 79). A resolução de problemas no ensino de Matemática é referenciada por Stanic e Kilpatrick (1990, *apud* ONUCHIC; ALLEVATO, 2011), que defendem a necessidade de apresentação de situações-problema, incluindo neste processo, conforme o caso, a inclusão de exemplos de resolução pela utilização de alguma técnica específica.

Onuchic em 1999 afirmou que as práticas pedagógicas estavam se fundamentando no entendimento de que a motivação da resolução de problemas assessorava os discentes no processo de compreensão de conceitos, processos e técnicas operatórias necessárias às atividades realizadas em cada unidade temática (ONUCHIC, 1999). Smole e Diniz (2001) afirmaram que no decorrer de situações de resolução de problemas os alunos têm contato com os conceitos matemáticos, desenvolvendo além de estratégias e reflexões, a comunicação, a verbalização, a leitura e interpretação para que possam chegar à resolução. O que indica que a resolução de problemas consiste em uma metodologia de ensino que deve ser utilizada pelos professores de Matemática de maneira a contribuir para o desenvolvimento de habilidades e competências matemáticas.

Nos PCN (1999), encontram-se sugestões para que, nas aulas de Matemática, aos alunos sejam propostas atividades que os auxiliem no desenvolvimento de suas capacidades de pensamento lógico relativo à resolução de diversificados problemas, de modo que esses alunos se tornem capazes de reconhecer regularidades, formar conjecturas e argumentar, características essenciais na formalização do conhecimento e no desenvolvimento de habilidades de leitura e de interpretação da realidade.

Em paralelo ao exposto, Diniz (2001, p. 89) considera a resolução de problemas como “perspectiva metodológica”, ampliando seu significado para além de uma

metodologia ou conjunto de orientações didáticas. Compreende a resolução de problemas como possibilidade de organizar o ensino, envolvendo aspectos que, além de meramente metodológicos, promovam questionamentos sobre os significados de ensinar, e conseqüentemente, de aprender. Sugere-se, na prática de resolução, na qual o discente deva combinar seus saberes, organizando-os e decidindo pela maneira apropriada de utilizá-los com fim a identificação da solução.

Essa metodologia de ensino de Matemática não é recente e remonta a história antiga egípcia, chinesa e grega. Acompanha o desenvolvimento da humanidade e chega aos dias atuais, como é apresentado a seguir.

2.1.1 A resolução de problemas: aspectos históricos

Em publicações dos séculos XIX e XX, são verificadas abordagens sobre o registro de problemas semelhantes às que foram encontradas na história antiga egípcia, chinesa e grega.

No âmbito das escolas americanas, destacaram Lambdin e Walcott (2007) que a partir do século XX, o ensino de Matemática contou com seis fases em que predominaram ênfases diversas. Algumas dessas etapas também foram contextualizadas em outras partes do mundo e exerceram influência no modo de ensinar Matemática com a inovação das práticas pedagógicas praticadas. No Quadro 1 propõe-se uma síntese destas fases:

Quadro 1 – Percurso histórico das tendências pedagógicas no ensino de Matemática nas escolas americanas

Fase	Período	Síntese
Exercício e Prática	1920 - 1930	O enfoque do ensino de Matemática estava concentrado na facilidade de cálculo; objetivo este buscado por meio de atividades rotineiras, memorização de fatos e algoritmos; além da divisão do trabalho em etapas de passos menores.
Aritmética Significativa	1930 - 1950	Almejava-se pela compreensão de ideias e habilidades aritméticas pela aplicação da Matemática em problemas do mundo real.
Matemática Moderna	1960 - 1970	Houve uma reorganização dos currículos de Matemática, com inserção de metodologias de ensino que utilizavam materiais concretos estruturados ou não para auxiliar o aluno na abstração dos conceitos.
Volta às Bases	Aprox. 1970	Nos EUA ocorreram tentativas a fim de se buscar por retornar às práticas anteriores à Matemática Moderna. Contudo, esta movimentação não surtiu grandes efeitos e tampouco alcançou adeptos em outros países.
Resolução de Problemas	Aprox. 1980	Focando os processos de pensamento matemático e de aprendizagem por descoberta, no contexto da resolução de problemas.
Padrões, Avaliação e Responsabilidade	Década de 90 até o presente	O ensino de Matemática manteve enfatizado o confronto entre a preocupação com a alfabetização matemática dos indivíduos, de um lado; e a preocupação com a gestão dos sistemas educacionais, de outro.

Fonte: Adaptado de Onuchic e Allevato (2011, p. 77).

No que se refere à fase de Exercício e Prática, aproximadamente durante as décadas de 1920 e 1930, Onuchic e Allevato (2011) defendem que este enfoque do ensino de Matemática concentrava-se nos mecanismos de cálculo; um meio de procedimentos repetitivos e memorização de regras. Como principal teórico em defesa desta metodologia, naquele período destacou-se Thorndike¹; alinhado ao modelo associacionista de estímulo resposta.

Na fase seguinte a de Exercício e Prática, entre as décadas de 1930 e 1950, foi que se estruturou a Aritmética Significativa. A aprendizagem estruturava-se pela aplicação da Matemática em problemas cotidianos. Propunha-se a busca por enfatizar o ensino de Matemática nas relações desta disciplina com o cotidiano, a aprendizagem acidental e atividades orientadas. Esta fase estava sob a influência da Teoria da Gestalt², defendida por Brownell, Wetheimer, van Engen, Fehr, dentre outros pesquisadores.

Flemming, Luz e Mello (2005, p. 73) afirmam que até meados do século XX “os currículos de Matemática eram relativamente estáveis”. Segundo os autores, a prática docente era baseada no incentivo à memorização; não permitindo aos alunos compreender conceitos ou habilidades para aplicação.

Nos anos sessenta do século XX, entremeio ao movimento reformista chamado Matemática Moderna, Onuchic e Allevato (2011) destacam que “o mundo foi influenciado por recomendações de ensinar Matemática apoiada em estruturas lógica, algébrica, topológica e de ordem, enfatizando a teoria dos conjuntos”. Contudo, devido a diversos fatores como a adoção de abordagens muito abstratas e ao despreparo dos professores para ensinar a Matemática Moderna, nem todas as propostas reformistas foram acatadas, porém houve uma reorganização dos currículos dessa disciplina, com inserção de metodologias de ensino que utilizavam materiais concretos estruturados ou não para auxiliar o aluno na abstração dos conceitos. Houve ênfase na teoria psicogenética de Jean Piaget quando se recomendou aos professores que atentassem ao desenvolvimento cognitivo das crianças para o preparo de suas aulas de Matemática Moderna (BORGES, 2011).

¹ Edward L. Thorndike (1874-1949), psicólogo americano autor de uma das mais populares teorias da aprendizagem, a associacionista, também conhecida como conexista. Nesta defende-se que um hábito é adquirido por ensaio e erro, de modo a associar gradualmente uma resposta a um estímulo particular. Para saber mais, acessar: <<http://www.unisa.br/conteudos/9052/f470340495/apostila/apostila.pdf>>.

² A teoria de Gestalt é conhecida no Brasil como Psicologia da Forma. Este modelo preza pelo estudo da percepção humana da forma – seja por meio da interpretação sensível (pelas qualidades próprias do objeto), seja por meio da interpretação formal (construída a partir de interpretações e concepções particulares pelo indivíduo).

Na fase intitulada como Volta às Bases, por volta da década de 70, nos EUA, ocorreram movimentações isoladas, organizadas por pais, políticos e professores no sentido de se buscar por retornar às práticas anteriores à Matemática Moderna. Os integrantes deste movimento de retomada da Aritmética Significativa não eram favoráveis ao modo como o ensino de Matemática orientava-se e defendiam que a prática deveria ser dirigida para a aplicação da Matemática em problemas do mundo real, com significado e menos valorização de conceitos abstratos e teóricos como defendia os adeptos da Matemática Moderna. Propunha-se, portanto, como ocorria na década de 1930-1950, a busca por relacionar a Matemática ao cotidiano do aluno, sem a utilização de excessivas abstrações. Contudo, essa tentativa não alcançou os resultados esperados, sem seguimento em outros países, inclusive.

Na década de 1980, pesquisadores em Educação Matemática, que defendiam os enfoques preconizados pela Aritmética Significativa, acreditando na potencialidade da resolução de problemas e apontavam para um ensino-aprendizagem com destaque para a compreensão e o significado dos objetos de estudo, continuaram trabalhando nessa retomada de conceitos e práticas. Essa busca culmina, em 1980, pelo *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) na publicação do documento intitulado *An Agenda for Action: Recommendations for School Mathematics in the 1980's*, com a indicação de que a resolução de problemas deveria ser o eixo da Matemática escolar.

Nesse período, segundo Onuchic e Allevato (2011, p. 78):

[...] inicia-se, então, a fase da Resolução de Problemas, cujas ideias apoiavam-se, especialmente, nos fundamentos do construtivismo e na teoria sociocultural, que tem Vygotsky como principal teórico. O foco, nessa fase, foi colocado sobre os processos de pensamento matemático e de aprendizagem por descoberta, no contexto da resolução de problemas. Nessa fase, muitos recursos foram desenvolvidos na forma de coleções de problemas, listas de estratégias, sugestões de atividade e orientações para avaliar o desempenho dos alunos nessa área, sempre visando ao trabalho em sala de aula.

Para essas autoras esse documento veio contribuir para a utilização da resolução de problemas como metodologia de ensino no trabalho dos professores. Entretanto não havia concordância quanto à forma pela qual se poderiam atingir bons resultados com o ensino de Matemática, decorrente das divergências de concepções em relação ao significado de “resolução de problemas como cerne da Matemática da escola”, conforme recomendação publicada no documento do NCTM (1980), *An Agenda for Action*.

Onuchic e Allevato (2011) destacam as pesquisas de Polya (1975)³, o qual evidenciou a importância da descoberta não apenas de como resolver, mas também de como ensinar estratégias que permitissem encontrar caminhos na resolução de determinado problema. Para ele o ponto de vista, a maneira de encarar o problema, quando se procura pela solução do mesmo, é variável. Essencial se torna, portanto, que se mude de enfoque oportunamente. Isso se deve ao fato de a concepção do problema apresentar-se, no início, incompleta; e, após cada etapa em progresso, a visão sobre a questão construir-se sob um novo significado.

Polya (1975) listou quatro fases de trabalho para a resolução de problemas: a) *compreensão* do problema, compreendendo bem a demanda do mesmo: “O estudante deve considerar as partes principais do problema, atenta e repetidamente, sob vários pontos de vista.”; b) estabelecimento de um *plano*, antevendo uma ideia de resolução através da visão de como a incógnita está ligada aos dados e como estes se inter-relacionam: “Para conseguir isto é preciso, além de conhecimentos anteriores, de bons hábitos mentais e de concentração no objetivo”; c) *execução* do plano: “O plano proporciona apenas um roteiro geral. (...) O principal é que o estudante fique honestamente convicto da correção de cada passo”; e d) *retrospecto* da resolução, momento em que se propõe a revisão e discussão dos passos anteriores até a completa resposta ao tema em questão: “Com estudo e aprofundamento, podemos melhorar qualquer resolução e, seja como for, é sempre possível aperfeiçoar a nossa compreensão da resolução”.

A partir do final dos anos oitenta e durante os anos noventa, com a finalidade de destacar questões consideradas fundamentais para o ensino de Matemática, o NCTM promove diversas publicações, dentre as quais se destacam: *Curriculum and Evaluation Standards for the School Mathematics* (NCTM, 1989), *Professional Standards for School Mathematics* (NCTM, 1991) e *Assessment Standards for School Mathematics* (NCTM, 1995). Essa investida resultou na publicação dos *Standards 2000*, oficialmente intitulados *Principles and Standards for School Mathematics* (NCTM, 2000), no qual são emitidos seis princípios (Equidade, Currículo, Ensino, Aprendizagem, Avaliação, e Tecnologia); cinco padrões de conteúdo (Números e Operações, Álgebra, Geometria, Medida, e Análise de Dados e Probabilidade); e cinco padrões de procedimento, com

³ Polya é considerado por Onuchic e Allevato (2011) como precursor na adoção da Resolução de Problemas como forma de ensinar matemática.

destaque para o primeiro, Resolução de Problemas, seguido por Raciocínio e Prova; Comunicação; Conexões; e Representação.

Conforme Onuchic e Allevato (2011, p. 79):

Foi, de fato, a partir dos Standards 2000 que os educadores matemáticos passaram a pensar numa metodologia de ensino-aprendizagem de Matemática através da resolução de problemas. Nessa concepção, o problema é visto como ponto de partida para a construção de novos conceitos e novos conteúdos; os alunos sendo co-construtores de seu próprio conhecimento e, os professores, os responsáveis por conduzir esse processo.

Comparando o conteúdo dos *Standards 2000* ao decurso histórico traçado por Lambdin e Walcott (2007), em que apresentam seis fases/movimentos da Educação Matemática no século XX até os dias atuais (Exercício e Prática, Aritmética Significativa, Matemática Moderna, Volta às Bases, Resolução de Problemas, Padrões, Avaliação e Responsabilidade), chegamos à passagem da penúltima etapa, em que se salienta o aprendizado por meio da resolução de problemas; para a última fase, na qual os currículos baseados em padrões ganham relevo aos debates e pesquisas educacionais. Para estes autores, da década de 1990 até meados da primeira década do século XXI, o ensino de Matemática manteve enfatizado o confronto entre a preocupação com a alfabetização matemática dos indivíduos, de um lado; e a preocupação com a gestão dos sistemas educacionais, de outro. Conforme orientação da *National Science Foundation* (NSF)⁴, agência estadunidense, nesta fase deveriam ser desenvolvidos currículos baseados em padrões e orientados ao estudante, além de focar na preparação dos discentes para testes com fins específicos. As teorias psicológicas da aprendizagem que se relacionam com esta fase são a da psicologia cognitiva⁵ e a psicologia experimental.

Onuchic e Allevato (2011) ressaltam que a fundamentação do ensino no entendimento da Matemática como ciência de padrão e ordem, engloba os dias de hoje numa tendência que vem arregimentando, desde a década de 1990, mais e mais adeptos no campo de pesquisa em Educação Matemática. Para os autores, a Matemática vem sendo compreendida como ciência de padrão e ordem tanto por se constituir num ramo particular do saber, por possuir natureza lógica e sistemática, rigidez no embasamento em provas, princípios e demonstrações, como por depender de uma organização metódica. Estas características peculiares legitimam a validade de seu discurso de modo

⁴ A NSF é uma agência federal independente criada pelo Congresso dos Estados Unidos da América em 1950 para promover o progresso da ciência, o avanço da saúde, a prosperidade, o bem-estar, além de garantir a defesa nacional. Para mais informações, acessar o site da agência: <<http://www.nsf.gov/>>

⁵ O trato deste tema será objeto de exploração no tópico 2.2.

padrão; valendo sempre e servindo como referência para a compreensão ou elaboração de outro.

O papel especial da Matemática na Educação é uma consequência de sua aplicabilidade universal. Os resultados da Matemática – Teoremas e Teorias – são tanto significativos quanto úteis. Através de seus teoremas, a Matemática oferece tanto uma fundamentação da verdade quanto um padrão de certeza. (ONUChic; ALLEVATO, 2011, p. 89)

Em continuidade, fundamentadas em pesquisas recentes, Onuchic e Allevato (2011) defendem a resolução de problemas enquanto ambiente favorável para a construção do conhecimento matemático tomando como referência a observação e compreensão de padrões. Destacam a relevância do trabalho com a resolução de problemas enquanto aplicada como metodologia de ensino. Para isso sugerem, para a prática em sala de aula, a proposição de questões problema como geradoras de novos conceitos e conteúdos matemáticos.

Desse modo, em sala de aula a resolução de problemas enquanto metodologia de ensino pode trazer benefícios ao processo de ensino e de aprendizagem. Mais do que isso, verifica-se a atualidade do tema, de acordo com o roteiro histórico delineado neste texto, e a necessidade de se reavaliar e rever os currículos de Matemática para fins de melhor equipar os alunos com habilidades fundamentais e essenciais para o progresso em suas vidas acadêmicas e profissionais.

2.1.2 A resolução de problemas nas avaliações do ensino básico no Brasil

Neste ponto da pesquisa, julgou-se importante destacar o papel desempenhado pelas avaliações nacionais no que tange à qualidade na educação, tema este em permanente diálogo pelos mais diversificados grupos e segmentos sociais. A partir do acompanhamento do teor e das metodologias adotadas na elaboração destas avaliações, bem como o resultado destas no que se refere ao aproveitamento discente na disciplina de Matemática, e especificamente no que se refere à resolução de problemas, justifica-se a importância do presente estudo. Admite-se que, discutindo sobre as avaliações nacionais, ter-se-á o relevo merecido quanto à temática da resolução de problemas, ou ainda, quanto à aprendizagem de Matemática pelos escolares segundo a expectativa na qual se orienta as políticas públicas de educação em território nacional.

A partir do final dos anos 1980, repercutindo um movimento existente, especialmente nos Estados Unidos da América e em alguns países da Europa, a educação básica brasileira passa a ser objeto de avaliações externas, inicialmente apresentadas como necessárias para o monitoramento do desempenho de seus estudantes em provas padronizadas, passíveis de

permitir comparações entre redes e escolas. (ALAVARSE, O. M.; BRAVO, M. H.; MACHADO, C., 2013, p. 16)

A fim de promover estudos, pesquisas e avaliações sobre o Sistema Educacional Brasileiro e com o objetivo de auxiliar a elaboração e prática de políticas públicas na área educacional o Ministério da Educação dispõe do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Os dados e estudos educacionais promovidos pelo Inep tem origem em levantamentos estatísticos e avaliativos em algumas etapas da educação básica, assim como na modalidade de educação de jovens e adultos. Para tais levantamentos, e como parte integrante da estrutura organizacional do Inep, a Diretoria de Avaliação da Educação Básica (Daeb), tem sob sua responsabilidade, dentre outras avaliações, o Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb), o qual é composto por três avaliações complementares, a Aneb, a Anresc (Prova Brasil) e a ANA⁶.

A Avaliação Nacional da Educação Básica (Aneb) admite que os resultados desempenho em nível nacional, regional e por unidades da Federação, segundo dados amostrais, promovem “estudos que investiguem a equidade e a eficiência dos sistemas e redes de ensino por meio da aplicação de questionários” (BRASIL, 2008).

A Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (Anresc), mais conhecida como Prova Brasil, é realizada a cada dois anos e procura por avaliar as habilidades em Língua Portuguesa (enfocando habilidades de leitura) e em Matemática (enfocando habilidades inerentes à resolução de problemas). Dedicada apenas a estudantes da 4ª série/5º ano e da 8ª série/9º ano de escolas integrantes da rede pública de ensino, tem como prioridade destacar os resultados de cada unidade escolar, buscando colaborar com o incremento da qualidade do ensino, a diminuição de desigualdades e a democratização da gestão do ensino público.

Censitária, a Prova Brasil amplia a abrangência dos resultados proporcionados pela Aneb, provendo médias de desempenho para o Brasil, regiões e unidades da Federação, e também para cada município e para as escolas participantes (BRASIL, 2008). Trata-se de uma avaliação que viabiliza retratar a realidade de cada escola, em todas as localidades brasileiras. Os testes avaliam “as competências construídas e habilidades desenvolvidas e detectam dificuldades de aprendizagem”, cujo resultado,

⁶ A ANA foi incorporada ao Saeb pela Portaria nº 482, de 7 de junho de 2013.

alarga o rol de informações que podem fundamentar medidas para a superação das deficiências diagnosticadas nas escolas avaliadas (BRASIL, 2008).

A Avaliação Nacional da Alfabetização (ANA) constitui-se em um exame censitário anual envolvendo os alunos do 3º ano do Ensino Fundamental das escolas públicas, avaliando os níveis de alfabetização e letramento em Língua Portuguesa, alfabetização matemática, além das condições de oferecimento do Ciclo de Alfabetização das redes públicas.

Para orientar a construção de instrumentos de avaliação, discriminando as capacidades e habilidades básicas aferidas em cada disciplina/série, foram estipuladas orientações, embasadas nos PCN, a serem seguidas como objetos modelos de avaliação, as Matrizes de Referência⁷.

A Matriz que orienta os testes de Matemática do Saeb e da Prova Brasil foi elaborada para subsidiar a construção dos instrumentos de avaliação no âmbito do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE) e foi estruturada com enfoque na Resolução de Problemas (BRASIL, 2008).

As questões que compõem a Prova Brasil permitem verificar quais habilidades foram efetivamente desenvolvidas pelos discentes, a partir da resolução de problemas nos quais é exigida a aplicação de diversos conceitos matemáticos (BRASIL, 2008).

Em vista disto, o exame tem pretendido, segundo descrito no PDE, promover o exercício cognitivo de modo a exigir o emprego de mecanismos e conceitos matemáticos em situações em que a resolução de problemas seja significativa para o aluno.

A matriz de Matemática foi estruturada por anos e séries avaliadas. Para cada ano são definidos os descritores⁸, “agrupados por temas que relacionam um conjunto de objetivos educacionais”, os quais apontam, por fase de ensino, uma determinada habilidade que deveria ter sido desenvolvida no aluno. Os temas são quatro: Espaço e

⁷ A *Matriz de Referência* é definida como um documento no qual se descreve as habilidades avaliadas e as orientações quanto à elaboração das questões. Dispõe, portanto, sobre o que será pontuado em cada disciplina e ano; informando as competências e habilidades discentes pretendidas conforme o currículo definido. (BRASIL, 2008)

⁸ Dá-se o nome de *descriptor* à associação entre os conteúdos dos currículos e as operações mentais configuradas pelos alunos que esclarecem certas competências e habilidades. Neste sentido, portanto, os descritores permitem a indicação (e descrição, como o próprio nome sugere) de habilidades gerais que se esperam dos discentes, constituindo assim a base para seleção dos temas que devem compor uma prova de avaliação. (BRASIL, 2008)

Forma; Grandezas e Medidas; Números e Operações/Álgebra e Funções; e Tratamento da Informação. (BRASIL, 2008)

Com relação ao primeiro tema, os descritores são representados no Quadro 2:

Quadro 2 – Descritores: *Espaço e Forma*

Descritores	4º/5º EF
Identificar a localização/movimentação de objeto em mapas, croquis e outras representações gráficas.	D1
Identificar propriedades comuns e diferenças entre poliedros e corpos redondos, relacionando figuras tridimensionais com suas planificações.	D2
Identificar propriedades comuns e diferenças entre figuras bidimensionais pelo número de lados e pelos tipos de ângulos.	D3
Identificar quadriláteros observando as relações entre seus lados (paralelos, congruentes, perpendiculares).	D4
Reconhecer a conservação ou modificação de medidas dos lados, do perímetro, da área em ampliação e/ou redução de figuras poligonais usando malhas quadriculadas.	D5

Fonte: MEC/SEB, 2008, p. 107.

Quanto ao segundo tema, grafa-se no Quadro 3 os descritores:

Quadro 3 – Descritores: Grandezas e Medidas

Descritores	4º/5º EF
Estimar a medida de grandezas utilizando unidades de medidas convencionais ou não.	D6
Resolver problemas significativos utilizando unidades de medida padronizadas como km/m/cm/mm, kg/g/mg, l/ml.	D7
Estabelecer relações entre unidades de medida de tempo.	D8
Estabelecer relações entre o horário de início e término e/ou o intervalo da duração de um evento ou acontecimento.	D9
Num problema, estabelecer trocas entre cédulas e moedas do sistema monetário brasileiro, em função de seus valores.	D10
Resolver problema envolvendo o cálculo do perímetro de figuras planas, desenhadas em malhas quadriculadas.	D11
Resolver problema envolvendo o cálculo ou estimativa de áreas de figuras planas, desenhadas em malhas quadriculadas.	D12

Fonte: MEC/SEB, 2008, p. 107.

Quanto ao terceiro tema, no quarto quadro os descritores são assim apresentados:

Quadro 4 – Descritores: Números e Operações/Álgebra e Funções

Descritores	4º/5º EF
Reconhecer e utilizar características do sistema de numeração decimal, tais como agrupamentos e trocas na base 10 e princípio do valor posicional.	D13
Identificar a localização de números naturais na reta numérica.	D14
Reconhecer a decomposição de números naturais nas suas diversas ordens.	D15
Reconhecer a composição e a decomposição de números naturais em sua forma polinomial.	D16
Calcular o resultado de uma adição ou subtração de números naturais.	D17
Calcular o resultado de uma multiplicação ou divisão de números naturais.	D18
Resolver problema com números naturais, envolvendo diferentes significados da adição ou subtração: juntar, alteração de um estado inicial (positiva ou negativa), comparação e mais de uma transformação (positiva ou negativa).	D19
Resolver problema com números naturais, envolvendo diferentes significados da multiplicação ou divisão: multiplicação comparativa, ideia de proporcionalidade, configuração retangular e combinatória.	D20
Identificar diferentes representações de um mesmo número racional.	D21
Identificar a localização de números racionais representados na forma decimal na reta	D22

numérica.	
Resolver problema utilizando a escrita decimal de cédulas e moedas do Sistema Monetário Brasileiro.	D23
Identificar fração como representação que pode estar associada a diferentes significados.	D24
Resolver problema com números racionais expressos na forma decimal, envolvendo diferentes significados de adição ou subtração.	D25
Resolver problema envolvendo noções de porcentagem (25%, 50%, 100%).	D26

Fonte: MEC/SEB, 2008, p. 108.

E finalmente, no quinto quadro, tem-se os descritores:

Quadro 5 – Descritores: Tratamento da Informação

Descritores	4º/5º EF
Ler informações e dados apresentados em tabelas.	D27
Ler informações e dados apresentados em gráficos (particularmente em gráficos de colunas).	D28

Fonte: MEC/SEB, 2008, p. 108.

Na sequência da apresentação dos descritores de cada tema, essa Matriz traz comentários sobre as habilidades relacionadas a cada um dos descritores de cada tema, com exemplos de questões da prova Brasil e como se deve avaliar.

A título de exemplo, referente ao tema Espaço e Forma, em relação ao primeiro descritor (D1) – *Identificar a localização/movimentação de objeto em mapas, croquis e outras representações gráficas*, são apresentadas as habilidades que podem ser avaliadas relativas à capacidade do aluno em reconhecer a localização e a movimentação de um indivíduo ou objeto no espaço, quanto a diversos pontos de vista. Além disso, essa matriz ainda apresenta sugestões de como avaliar essas habilidades, evidenciando a resolução de situações-problema nas quais se deve considerar o cotidiano do aluno. Propõe-se a abordagem de noções elementares de localização e movimentação tomando-se como referência algum ponto inicial em representações gráficas utilizando um único comando ou uma sequência destes (esquerda, direita, giro, acima, abaixo, ao lado, na frente, atrás, perto). Avalia-se também o uso adequado dos termos próprios quanto a posicionamentos. Pode-se, por exemplo, solicitar ao discente que determine a disposição de pessoas em uma figura, dado um referencial; ou que ele adote e descreva um trajeto que tenha trilhado (BRASIL, 2008).

Em cada descritor, essa Matriz de Referência de Matemática traz ainda um problema constante de uma questão da Prova Brasil como exemplo, os resultados referentes a essa questão e as discussões acerca dos resultados, com sugestões para melhor desenvolver a habilidade mencionada.

Embora conste no corpo do documento que compõe a Matriz Referência de Matemática, que nesse nível de ensino os alunos devam ter adquirido habilidades e

competências como descritas, alguns alunos apresentam aprendizado insuficiente o que é mostrado pelos resultados dessas avaliações.

Conforme dados apresentados no Relatório do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica – SAEB, de 2003 (INEP, 2006), o desempenho dos alunos do Ensino Fundamental está abaixo do ideal.

No que se refere aos conteúdos de língua portuguesa, a média de competência no Brasil está abaixo do mínimo satisfatório, e ainda, entre os anos de 1995 a 2003, essa média baixou, sugerindo agravamento na atuação dos estudantes. No que diz respeito à performance em Matemática, os índices não apresentam um panorama diferente: a contar do início das avaliações feitas pelo SAEB, a média nacional está abaixo do mínimo aguardado, com queda marcante até o ano de 2001 e relativa estabilidade entre 2001 e 2003.

Resultados do SAEB/Prova Brasil de 2011, quanto aos anos iniciais e finais do ensino fundamental em escolas públicas e privadas em nível municipal, estadual e federal, urbanas e rurais, podem ser visualizados na Tabela 1, obtida a partir do site do Inep⁹:

Tabela 1 – Resultados SAEB/Prova Brasil 2011

Dependência Administrativa/Localização	Anos Iniciais do Ensino Fundamental		Anos Finais do Ensino Fundamental	
	Língua Portuguesa	Matemática	Língua Portuguesa	Matemática
Municipal Rural	167,4	185,1	217,8	226,2
Municipal Urbana	187,2	206,1	237,6	243,9
Municipal Total	183,9	202,7	233,5	240,2
Estadual Rural	171,9	190,4	228,1	236,3
Estadual Urbana	191,5	210,8	239,2	245,1
Estadual Total	190,6	209,8	238,7	244,7
Federal	235,2	257,7	298,8	323,4
Pública	185,7	204,6	236,9	243,2
Privada	222,7	242,8	282,1	282,3
Total	190,6	209,6	243,0	250,6

Fonte: MEC/Inep.

⁹ Para ter acesso a esta e outras informações, acessar: <http://sistemasprovabrazil2.inep.gov.br/resultados/>.

De acordo com os documentos que compõem a *Descrição dos Níveis da Escala de Desempenho de Matemática – SAEB*¹⁰, que mede as habilidades e competências discentes apresentadas, em contraponto com os dados da tabela acima, o nível dos alunos no início do ensino fundamental, quanto à Matemática (209,6), em 2011, continua baixo: numa escala compreendida entre zero e dez (0-10), a pontuação resultante coloca os discentes brasileiros ao nível quatro (04).

Conforme esse documento do Inep, no quarto nível de desempenho, especificamente quanto às habilidades para resolução de problemas, os discentes são capazes de: resolver problemas relacionando diferentes unidades de uma mesma medida para cálculo de intervalos (dias, semanas, horas e minutos), além de resolverem problemas envolvendo subtração, estabelecendo relação entre diferentes unidades monetárias, e buscando por soluções que envolvam: a) conhecimentos relacionados à ideia de porcentagem; b) diferentes significados da adição e subtração; e c) adição de números racionais na forma decimal.

Quanto à resolução de problemas, são diversas as demandas dos alunos brasileiros em curso no 5º ano do ensino fundamental, quais sejam:

Nível 5 – resolução de problemas: a) utilizando a escrita decimal de cédulas e moedas do sistema monetário brasileiro; b) estabelecendo trocas entre cédulas e moedas do sistema monetário brasileiro, em função de seus valores; c) com números racionais expressos na forma decimal, envolvendo diferentes significados da adição ou subtração.

Nível 6: resolução de problemas: a) estabelecendo trocas entre cédulas e moedas do sistema monetário brasileiro, em função de seus valores; b) envolvendo diferentes significados da adição e subtração; c) envolvendo o cálculo de área de figura plana, desenhada em malha quadriculada;

Nível 7 – resolução de problemas: a) utilizando divisão com resto diferente de zero; b) com apoio de recurso gráfico, envolvendo noções de porcentagem; c) estimam medida de grandezas utilizando unidades de medida convencionais ou não;

Nível 8 – resolução de problemas: a) envolvendo o cálculo do perímetro de figuras planas; b) desenhadas em malhas quadriculadas; c) envolvendo o cálculo de área de figuras planas, desenhadas em malha quadriculada; d) utilizando

¹⁰ Escalas de Avaliação disponíveis em: <<http://portal.inep.gov.br/web/saeb/escalas-da-avaliacao>>.

porcentagem; e) utilizando unidades de medida padronizadas como km/m/cm/mm, kg/g/mg, l/ml; f) com números racionais expressos na forma decimal, envolvendo operações de adição e subtração;

Nível 9 – resolvem equações do 1º grau com uma incógnita; e calculam a área de um polígono desenhado em malha quadriculada;

Nível 10 – estimam a medida de grandezas utilizando unidades de medida convencional ou não; identificam propriedades comuns e diferenças entre poliedros e corpos redondos, relacionando figuras tridimensionais com suas planificações; e calculam o resultado de uma multiplicação ou divisão de números naturais.

Dos indicadores apresentados segundo os indicadores de habilidades e competências elaborado pelo MEC/Inep (2011), nota-se a carência no aprendizado dos alunos das séries iniciais do ensino fundamental. É significativo o apanhado de conhecimentos que diferem os níveis de desempenho em Matemática; mais ainda: são sérias as consequências destas insuficiências para o cotidiano extra-escolar dos discentes; a deficiência destes saberes acarretará diversas e sérias limitações no aprimoramento profissional e pessoal de cada indivíduo. Sujeitos estes que interferirão na (re) construção da sociedade (SKOVSMOSE, 2001).

Destarte, do acompanhamento de estudos preliminares quanto ao aproveitamento matemático de alunos da educação básica em avaliações nacionais, tem-se exibido o cenário no qual a resolução de problemas matemáticos se faz presente como variável-eixo. Deste ambiente, sob o enfoque cognitivo, emergem questões fundamentais que dispõem sobre a complexidade de fatores envolvidos com a habilidade cognitiva humana. Este trabalho, detendo-se fundamentalmente na resolução de problemas matemáticos, estudará esta habilidade de resolver e a sua possível relação com funções cognitivas superiores, tais como o raciocínio inferencial e a flexibilidade cognitiva.

2.2 O PROCESSO COGNITIVO

Para fins de compreensão da abordagem cognitivista que se pretende oferecer ao presente estudo, nosso enfoque acompanhará, resumidamente, o trajeto histórico-científico que incluirá os métodos de pesquisa em psicologia cognitiva; as questões fundamentais e campos deste ramo da psicologia; além dos temas subjacentes ao estudo deste eixo científico, inclusive pela introdução de questionamentos sobre a problemática

mente-corpo e a descrição da localização das funções cerebrais relacionadas às habilidades matemáticas.

Mediante o progresso das explorações em diversos campos da ciência, tais como a filosofia, a psicologia biológica, a linguística, a antropologia, a fisiologia e a tecnologia sobre os meios, processos e comportamentos envolvidos com o estudo do pensamento humano, defende Sternberg (2008, p. 40) teve surgimento uma área específica, a *psicologia cognitiva*. Por psicologia cognitiva, entende-se o campo científico que trata do estudo racionalista e empírico sobre como se processa a percepção, a aprendizagem, a memória e o raciocínio¹¹. Matlin (2004) compreende a cognição (ou atividade mental) como o processo de obtenção, depósito, modificação e emprego do conhecimento. Para esta autora, portanto, a psicologia cognitiva é entendida como um direcionamento teórico que destaca as informações que os indivíduos assimilam e seus processos mentais relacionados.

Para melhor compreender os métodos específicos usados na psicologia cognitiva, cabe destacar os objetivos da pesquisa nesse campo de estudo. Psicólogos cognitivos empenham-se na coleta de dados, desenvolvimento de teorias, formulação e testes de hipóteses, além da possível aplicação em ambientes externos à pesquisa. Buscam por recolher a maior quantidade possível de informes sobre um determinado fenômeno, permitindo inferir a partir da descrição detalhada destes dados, e promover a convergência de evidências para sustento de suas hipóteses. Frequentemente os profissionais desta competência científica fazem uso de diversos recursos estatísticos para apurar os diversos aspectos dos fenômenos cognitivos retidos na coleta.

A pesquisa parte de uma teoria quanto a um fenômeno, de uma especulação baseada numa série de conceitos explicativos gerais. Da teoria, têm-se delineadas hipóteses; resultados esperados pelas observações. Para que os psicólogos cognitivos possam avançar, superando a observação, ou seja, possam ir além da descrição dos fenômenos cognitivos, faz-se necessário depreender apontamentos quanto ao objeto de estudo; inferir, portanto. Neste ensejo, procura-se testar a teoria, revelando possíveis prognósticos quanto ao objeto da pesquisa. Em seguida, à fase de experimentação, são testadas as hipóteses por meio de conclusões em análise estatística. Neste momento do processo a significância estatística é verificada, indicando a probabilidade de obtenção

¹¹ Para este novo campo do saber, destaca-se o professor Ulric Neisser (1928-2012), considerado como o “pai da psicologia cognitiva”, e sua obra “*Psicologia Cognitiva*” de fundamental importância para a disseminação destes novos conhecimentos à comunidade acadêmica.

de um conjunto de resultados determinado. Testadas as hipóteses estatisticamente, após as conclusões podem ser reveladas oportunidades para novas empreitadas, novos trabalhos de pesquisa no campo da psicologia cognitiva; ou ainda possibilidades para aplicação dos conhecimentos angariados em situações cotidianas.

Em se tratando de compreender como se dá o pensamento no ser humano, estes profissionais dispõem de uma vasta série de estratégias, as quais incluem, dentre outras, experimentos, estudos de caso, observação naturalista, autoavaliações etc.

Neste enredo, tem-se no *como buscar pelo conhecimento* um dos principais enfoques sobre o qual convergem as pesquisas em psicologia cognitiva atualmente. Para Sternberg (2008, p. 35) a psicologia cognitiva detém as seguintes matérias centrais, em torno das quais são reunidas ideias basilares de pesquisa, não excludentes entre si, mas em síntese:

- a) inato versus adquirido: apura o que mais prestigia o pensamento humano; se o que nos é inato, se o que aprendemos;
- b) racionalismo versus empirismo: a busca pela descoberta da verdade sobre nós e sobre o mundo é questionada apontando, de um lado, o raciocínio lógico com base no que já sabemos, e de outro a observação e teste sobre o que percebemos com auxílio de nossos sentidos;
- c) estruturas versus processos: sonda-se o que deve ser focado: se os conteúdos, atributos e produtos da mente; se os processos cognitivos;
- d) generalidade de domínio versus especificação de domínio: é apurado se os processos que observamos em um domínio, podem ser aplicados a todos, por extensão, ou apenas aos domínios analisados;
- e) validade das inferências causais versus validade ecológica: verifica-se se devemos estudar o pensamento por meio de experimentos altamente controlados ou por meio de técnicas naturalistas;
- f) pesquisa aplicada versus pesquisa básica: atenta-se para a detenção à pesquisa com ou sem fins de aplicação no cotidiano, e a interação somativa destes dois formatos para o aprimoramento científico;
- g) métodos biológicos versus métodos comportamentais: o cérebro, diretamente em seu funcionamento, ou o comportamento dos indivíduos é conferido na pesquisa.

Assim relacionadas às questões fundamentais em debate, merece relevo a importância da síntese, da possibilidade e conveniência na combinação de visões à

prática de pesquisa, promovendo a absorção do melhor de cada um dos pontos de vista, mesmo que opostos. Entende-se como de salutar importância que o transcorrer das investigações aprimore-se mediante a utilização de métodos diversos. Acrescenta-se que os entendimentos quanto às congruências ou distanciamentos entre as visões são continuamente reavaliados; flexíveis mediante a evolução da interpretação do discurso científico naquele período.

Compreende Sternberg (2008, p. 35) que os princípios que ordinariamente são absorvidos nas discussões de psicologia cognitiva podem ser resumidos em cinco básicos:

- 1) “Os dados da psicologia cognitiva só podem ser entendidos completamente no contexto de uma teoria explicativa, mas as teorias são vazias sem dados empíricos”: entremeio ao contexto científico não é o bastante a coleta empírica de elementos, e vice-versa. Faz-se necessária a fundamentação teórica para a explicação, organização e entendimento das limitações das generalizações empíricas, além de quando e por que da ocorrência destas limitações. Além disso, é especulativa e superficial a teoria quando não dispõe de dados que lhe subsidiem. Reside na interação cíclica entre a coleta de dados e a correção de teorias o progresso científico;
- 2) “A cognição geralmente é adaptativa, mas não em todas as circunstâncias específicas”: apesar de sermos capazes de lembrar, raciocinar e resolver problemas que nos são oferecidos pelo ambiente cotidiano, no processar destas capacidades, segundo a diversidade de ambientes e estímulos aos quais somos diariamente submetidos, podemos nos desviar do alvo e alcance de soluções;
- 3) “Os processos cognitivos interagem uns com os outros e com processos não-cognitivos”: apesar de serem muitas vezes estudados isoladamente, os processos de pensamento inter-relacionam-se, trabalhando juntos. O que lembramos, por exemplo, depende de nossas percepções. E como percebemos o mundo, em contrapartida, demanda pelo acesso às nossas memórias. Além da relação entre os processos cognitivos, tem-se a relação destes com os transcurso não-cognitivos; caso, por exemplo, da influência causada pela motivação no aprendizado;
- 4) “A cognição deve ser estudada por meio de uma série de métodos científicos”: a aplicação de diferentes tipos de técnicas, promovendo uma mesma conclusão, oferecerá maior confiança ao estudo. Há que se observar, portanto, que para o

estudo da cognição diversos métodos devem ser aplicados em convergência para fins de alcance de um entendimento comum; não se pode, portanto, definir o melhor método, isoladamente;

5) “Toda a pesquisa básica em psicologia cognitiva pode levar a aplicações e toda a pesquisa aplicada pode levar a conhecimentos básicos”: a distinção entre os formatos de pesquisa não é evidente. O caráter de aplicabilidade e o entendimento e fomento teórico, nestes termos, mesclam-se aos caminhos de pesquisa.

Além das estruturas biológicas, os cognitivistas se detêm ao estudo de temas relacionados aos processos que integram os processos do pensar, tais como a inteligência humana e a artificial, a atenção, a percepção, a memória, a linguagem, a tomada de decisões, a criatividade, a solução de problemas, dentre outros componentes do intelecto humano.

Reunindo o interesse de filósofos e cientistas, além de promover discussões quanto à relação entre psicologia cognitiva e neurobiologia, o problema mente-corpo decompõe-se em questões diversas como as que tratam sobre a localização e a complexa estrutura da mente, a capacidade intelectual e a interação entre pensamento e corpo. Diante deste embate científico, psicólogos cognitivos se interessam em buscar por decifrar como o pensamento atua sobre as estruturas físicas, as funções e processos do corpo humano.

Neste referencial, a psicologia cognitiva busca apontar seus estudos rumo à compreensão da organização do pensamento humano; este compreendido, sinteticamente, como um sistema no qual se processam informações relacionadas à atenção, concentração, memória, tomada de decisão, raciocínio lógico-matemático, linguagem, funções executivas, dentre outras.

A seguir serão tratados dos processos do pensamento relacionados com a resolução de problemas. Para tanto, os conceitos até então mencionados quanto à psicologia cognitiva serão esmiuçados e ampliados.

2.2.1 Os processos cognitivos envolvidos na resolução de problemas

Este tópico disporá fundamentalmente sobre os processos cognitivos superiores, possivelmente relacionados à resolução de problemas. No que se refere ao processo de aprendizagem, cognitivistas ressaltam a importância do ensino de “[...] estratégias cognitivas e metacognitivas, conteúdos processuais e condicionais, junto com os

conhecimentos declarativos, mais privilegiados pelos professores” (GOMES; BORUCHOVITCH, 2005, p. 319; *apud* TABOADA, 2009, p. 16). Esses autores defendem também a necessidade de se combinar uma concepção de aprendizagem, com uma visão dos processos cognitivos, possibilitando a criação de juízos integrados sobre desenvolvimento e a aprendizagem, principalmente com o que há de contemporâneo nas pesquisas de psicologia cognitiva, assim como nas investigações promovidas em Neurociência e em Educação.

Com marco em 1956, em um simpósio sobre Teoria da Informação, diversos cientistas reuniram suas pesquisas, promovendo a interação de variadas áreas do conhecimento o que culminou no nascimento da ciência cognitiva, ao enfoque comum: explicar como a mente funciona. As áreas de Matemática, Filosofia (em especial a Filosofia da Mente), Ciência da Computação, Cibernética, Teoria da Informação, Neurologia, Psicologia Cognitiva e Neuropsicologia; ofereceram as contribuições de maior destaque. Do exposto, pode-se compreender, assim, que a Ciência Cognitiva desenvolve seus estudos em natureza inter/multidisciplinar, permitindo que diversas disciplinas alinhem seus enfoques com o intuito de promover explicações para os enigmas atinentes à mente humana sob a ótica cognitivista. Penna (1984, *apud* CASTAÑON, 2007, p. 14) define o Cognitivismo como sendo a “epistemologia básica das Ciências Cognitivas e suas vertentes” marcada por cinco atributos básicos: 1) centralidade do conceito de regra para explicar o processamento cognitivo e o comportamento; 2) identificação com uma visão construtivista dos processos cognitivos; 3) concepção do comportamento humano como dirigido a metas; 4) imagem de um sujeito ativo, e não reativo, como defendido pelos positivistas; e 5) recuperação do conceito de consciência na psicologia.

Castañon (2007, p.17), defende que Piaget fora o primeiro psicólogo experimental plenamente cognitivista. Segundo a visão piagetiana, o processo cognitivo é gerido pela aplicação de regras determinadas durante o processo de aprimoramento cognitivo pela ação no mundo de um sujeito guiado para metas e tomada de consciência como fenômeno biológico básico.

Piaget (1996) alega, sobre a inteligência humana, que a mesma “somente se desenvolve no indivíduo em função de interações sociais que são, em geral, demasiadamente negligenciadas” (p. 314). Escreve ainda Piaget (1996) que o nível de sociabilidade do homem normal não se constitui semelhante para indivíduos aos seis meses e aos vinte anos de idade, e, por isso, em se falar de individualidade, esta não

pode ser da mesma qualidade nesses dois diferentes episódios de desenvolvimento. Assim, pode-se inferir que para ambos os fatores biológicos e sociais, são, em diferentes medidas, de relevante importância para a constituição da inteligência e da psique humana. É, pois, nesta perspectiva de interação que se pode, neste ponto, aproximar-se de uma definição para aprendizagem, caracterizada como “alteração previamente permanente no comportamento” (KOLB; WHISHAW, 2002, p. 499).

No sentido de caminhar rumo a uma aproximação da compreensão de como se dá a estruturação do desenvolvimento cognitivo humano, diversos modelos foram elaborados. Como principais proposições acerca do desenvolvimento cognitivo têm-se as teorias piagetianas e neo-piagetianas, a teoria do processamento de informação, a contextual e a biológico-maturacional [neurociência cognitiva] (FLAVELL; MILLER; MILLER, 1999 *apud* SANTANA; ROAZZI; DIAS, 2006).

Os piagetianos direcionam seus estudos para o desenvolvimento qualitativo das composições intelectuais das crianças e adolescentes. Seus enfoques alinham-se à concepção ontogenética, perseguindo a compreensão do comportamento humano a partir do porte evolutivo (FLAVELL, 1988). Como principal contribuição deste modelo destaca-se a descrição do desenvolvimento cognitivo e das conseqüentes e inerentes mudanças evolutivas como um processo continuado de adequação e assimilação das informações do ambiente. De tal modo, o aparato cognitivo concebido por Piaget é extremamente ativo, pois se configura, à medida que constrói seu conhecimento, pela seleção e interpretação ativa da informação ambiental (FLAVELL; MILLER; MILLER, 1999 *apud* SANTANA; ROAZZI; DIAS, 2006).

Para os neo-piagetianos, os quais buscaram por complementar os estudos de Piaget, fica salientada a variância do comportamento em razão do meio sociocultural no qual criança encontra-se inserida, do tipo de tarefa solicitada, do material utilizado e das instruções promovidas. Santana, Roazzi e Dias (2006) resumem em quatro as divergências entre piagetianos e neo-piagetianos: 1) noção de estrutura (estruturas mentais mais flexíveis); 2) mudanças qualitativas; 3) passagens abruptas (para os neo-piagetianos as mudanças entre os estágios de desenvolvimento não são tão abruptas e qualitativas como pregava Piaget); e 4) coincidências (as mudanças são menos coincidentes do que seria de se esperar para uma caracterização de estágio).

Quanto à teoria do Processamento da Informação, defende Sternberg (2008, p. 386), que os pesquisadores:

[...] procuram compreender o desenvolvimento cognitivo em função de como as pessoas de diferentes idades tratam a informação (i.e., como a decodificam, codificam, transferem, combinam, armazenam e recuperam), especialmente quando resolvem problemas mentais desafiadores. [...] Toda atividade mental que envolva observação, entrada, manipulação mental, armazenamento, combinação, recuperação ou ação sobre a informação cai dentro do alcance da teoria do processamento da informação.

Segundo Neves (2006) a compreensão do desenvolvimento cognitivo é intensamente influenciada pelas ciências da informação, assim como por modelos matemáticos e computacionais da mente, tomando o conhecimento como um sistema, semelhante ao computacional, que trata informações. Destaca-se como contribuição deste paradigma seu estudo metucioso dos processos mentais, esclarecendo alguns aspectos do desenvolvimento cognitivo.

O desenvolvimento cognitivo ou mental refere-se a três características principais: mudanças na organização, no funcionamento da lógica e do pensamento da criança. Essas mudanças referem-se à compreensão de mundo que a criança adquire quando age sobre ele. O desenvolvimento é um processo ativo, no qual a criança constrói seu conhecimento a partir de possibilidades, capacidades e as estratégias e hipóteses que formula nessa interação com o ambiente e com o outro (SCHEUER, 2003). E este processo está intrinsecamente interligado com as demais funções superiores que permitem esse processamento mental complexo. Dessa forma, é possível compreender o desenvolvimento cognitivo como o incremento de capacidades intelectuais que admitem condutas adaptadas e peculiares do ser humano, como: atenção, percepção, representação mental, memória, linguagem, tomada de decisão, inteligência, etc. (SCHEUER, 2003, p. 23).

Os estudos aplicados pela psicologia cognitiva buscam compreender os processos contíguos de cada função cognitiva, enquanto que os estudos alinhados ao desenvolvimento cognitivo têm seu enfoque convergindo para as formas como estas estruturas do pensamento se alteram durante o crescimento e desenvolvimento, especialmente infantil. “O estudo do desenvolvimento cognitivo proporciona uma perspectiva da evolução da capacidade de pensar e de como a mente gera conhecimento a partir da experiência” (KAY; TASMAN, 2000).

Butterworth (2005) propôs que as aptidões aritméticas são características modulares básicas. A aprendizagem matemática, nesta perspectiva, derivaria de uma necessidade inata em entender grandezas e quantidades e de comparar valores e números. Defendeu as habilidades matemáticas precoces como *não* susceptíveis de

influências (seja da linguagem, seja do ambiente discente); além de anotar que desordens nessas capacidades numéricas evoluem na direção de transtornos da aprendizagem matemática. “[...] crianças pequenas parecem responder a propriedades numéricas no seu mundo visual sem o benefício da linguagem, raciocínio abstrato ou mais oportunidades de manipular seu mundo” (p. 05). Quanto à relevância da prática pedagógica, especialmente na fase escolar inicial, o pesquisador cogita que “o tempo para desenvolver um entendimento de conceitos matemáticos e princípios e aplicar os mesmos de uma forma significativa, isto é provavelmente influenciado fortemente pelas práticas educacionais as quais a criança é submetida” (p. 10).

A visão piagetiana do desenvolvimento infantil dividido em estágios é aceita por diversos pesquisadores contemporâneos. Mesmo sob o enfoque alternativo promovido pelos neopiagetianos, os quais já demonstraram que os períodos não se apresentam de modo tão uniforme, considera Taboada (2009), o entendimento de Piaget tem permitido amparar a compreensão e a análise das estruturas intelectuais infantis. Em suas abordagens, a psicologia detém diversos estudos que fundamentam a discussão sobre assuntos como desenvolvimento, ensino e aprendizagem e resolução de problemas.

Brito (2011) compreende a resolução de problemas como um emaranhado de arranjos do pensamento que se configuram a partir do instante em que o indivíduo é confrontado com uma situação nova, diante de uma série de incógnitas, buscando dentre alternativas diversas, uma resposta ideal.

Pode ser definida como um processo cognitivo que visa transformar uma dada situação em uma situação dirigida a um objetivo, quando um método óbvio de solução não está disponível para o solucionador. Apresenta quatro características básicas: é cognitiva, é um processo, é dirigida a um objetivo e é pessoal, pois depende do conhecimento prévio do indivíduo (BRITO, 2011, p. 37).

Para essa autora, a resolução de problemas depende fundamentalmente dos conhecimentos aprendidos e combinados, enquanto armazenados e disponibilizados na memória, com fim ao alcance do resultado final e oportunizando a ampliação da estrutura cognitiva pela adição de elementos novos.

Butterworth (2005) afirma que se pode embasar a compreensão da existência de capacidades específicas inatas para a aquisição de habilidades aritméticas; todavia, os efeitos dos conteúdos do aprendizado, bem como a cronologia do curso do desenvolvimento, demanda sustento em futuras investigações.

Segundo Onrubia, Rochera e Barberà (2004), assuntos atinentes à pesquisa psicoeducacional atual – tais como os processos de resolução de problemas e os sistemas de notação que permeiam o processo de aprendizagem escolar – tem seu interesse em mútua interação com os processos de ensino-aprendizagem de Matemática.

Quanto às características que permitem compor uma definição para o conhecimento matemático, estas se subdividem em duas abordagens: a primeira, contextualizada e funcional, relaciona-se com a resolução de problemas práticos em situações concretas; percepção a qual, segundo defende Bishop (1999) citado por Onrubia, Rochera e Barberà, (2004), a Matemática caracteriza-se como uma atividade cultural localizada social e historicamente, influenciada por aspectos utilitaristas, baseada em práticas cotidianas como medir, contar, desenhar, localizar, brincar ou explicar. A segunda visão, todavia, compreende a Matemática à margem de sua origem no mundo real, essencialmente, abstrata.

De acordo com Smole e Diniz (2001), no decorrer de situações de resolução de problemas os alunos têm contato com os conceitos matemáticos, desenvolvendo além de estratégias e reflexões, a comunicação, a verbalização, a leitura e interpretação para que possam chegar à resolução. O que pressupõe que a prática da resolução de problemas consiste em uma metodologia de ensino que merece ser utilizada pelos docentes de modo a fomentar o desenvolvimento de habilidades e competências matemáticas nos alunos.

Piaget (1995) situou seus estudos quanto à psicologia cognitiva na compreensão da relação entre as estruturas biológicas e comportamentais do desenvolvimento cognitivo, assim como das habilidades cognitivas tais como: atenção e concentração, planejamento, tomada de decisão, criatividade, planejamento, metacognição etc.

Dentre as habilidades cognitivas estudadas, uma vem ganhando especial destaque em âmbito acadêmico: as Funções Executivas. Resumidamente, as funções executivas estão relacionadas com a capacidade de comportamentos intencionais, planejamento, controle de impulsos, estabelecimento de metas e ações organizadas para o cumprimento das mesmas. O desenvolvimento e aprimoramento das Funções Executivas são essenciais para um ótimo desempenho cognitivo (TABOADA, 2009, p. 11).

Mesmo presentes controvérsias acerca da unidade diante da pluralidade das funções executivas, estas, para Godoy *et al* (2010, p. 77) compreendem habilidades diversas, porém conexas, e não exclusivamente uma única habilidade cognitiva. Habilidades estas que incluem “inibição de elementos irrelevantes; seleção, integração e manipulação das informações relevantes; intenção; planejamento e efetivação das ações;

flexibilidade cognitiva e comportamental e monitoramento de atitudes”. No presente estudo em levantamento, será verificada a existência de elos entre as variáveis: flexibilidade cognitiva e raciocínio inferencial na resolução de problemas matemáticos.

Habilidade fundamental ao funcionamento executivo é a flexibilidade cognitiva. É requerida em situações novas ou que imponham a necessidade de mudança de regras ou de respostas e meios alternativos para resolução de um problema. Ou seja, refere-se à capacidade de mudar o curso de ações ou cognições em andamento, “alternando o foco atencional entre duas ou mais tarefas consoante às demandas do ambiente” (Godoy *et al.*, 2010, p 77).

Descrevem Guerra, Candeias e Prieto (2014) que a flexibilidade cognitiva, hoje apontada como uma função executiva, em sua caracterização inicial era vinculada ao estudo da criatividade. Indicam também que em conformidade com a classificação internacional de funcionamento, de incapacidade e de saúde, a flexibilidade cognitiva (b1643) é interpretada como uma função do pensamento que habilita a alteração de estratégias e cenários cognitivos, com destaque para aqueles comprometidos com a solução de problemas.

Martin e Rubin (1995) definem flexibilidade cognitiva como a competência para reconhecer diferentes oportunidades para o trato de uma questão; empenhar-se e ser flexível em situações que exijam adaptação; além de reconhecer o sucesso de cada ação pelo monitoramento dos passos efetivados. No mesmo enfoque, Dillon (1992) considera a flexibilidade cognitiva estruturada pelo tríptico de saberes: decodificação de estímulos; criação de estratégias; e combinação de ações, segundo os resultados alcançados no percurso do processo de resolução de problemas.

Às definições apresentadas, Kloo *et al* (2010) acrescentam ainda que a flexibilidade do pensamento é essencial para o processo de planejamento, controle de inferências, regulação da atenção e controle inibitório. Segundo este enfoque, os pesquisadores mencionam dois tipos de flexibilidade; a primeira, também chamada atenção flexível, relaciona-se com a capacidade de alterar o foco atencional; a segunda atua de acordo com as exigências da etapa do processo em execução, alterando o percurso das respostas.

Guerra; Candeias e Prieto (2014), reunindo a compreensão de diversos estudiosos, apontam que se pode admitir a flexibilidade cognitiva sob três dimensões. A primeira refere-se a um decurso que demanda capacidades de atenção, seleção, foco, alocação e refinamento da integração de estímulos. A segunda trata da capacidade de

desconstrução e reconstrução de informações e a terceira dimensão dispõe sobre o planejamento estratégico de ações de decidir e executar. Nesta linha esses autores consideram a existência de consistente relação entre a flexibilidade cognitiva e a inteligência. Entendem que, se de um lado, para que um comportamento seja encarado como inteligente, deve estar adaptado às variáveis condicionantes e às oportunidades do ambiente; de outro, a flexibilidade cognitiva é compreendida pela capacidade do sujeito em avaliar seus comportamentos quanto à eficácia adaptando-os, conforme a situação assim o exigir.

Corroborando com o que descreve Sisto (2006) pode-se destacar três questões fundamentais que tem norteado pesquisas sobre as habilidades cognitivas humanas desde que a psicologia tomou corpo como ciência: a primeira dispõe sobre a possibilidade de delineamento e isolamento dos domínios do pensamento; a segunda sobre a compreensão dos sinais do cotidiano que poderiam vir a ser previstos conforme os diversos níveis de habilidades cognitivas; e a terceira questão trata especificamente sobre as causas das diferenças das habilidades mentais. Destaca a complexidade em definir a inteligência, ou habilidade mental geral, ao mencionar o fator *g*, conceito abstrato proposto por Spearman no início do século XX e que tem nutrido diversas pesquisas e cativado o interesse de estudiosos de diversas áreas.

Para Sisto (2006), constrói-se a definição do conceito inteligência a partir do acolhimento filosófico e ideológico do meio social, o que torna provisório, ou, noutras palavras, flexível o entendimento do assunto. O pesquisador defende que o fator *g* pode ser compreendido, segundo sustentado por Spearman (1904), como a habilidade relacionada ao raciocínio inferencial, ao processo de elaboração de conclusões baseadas na relação entre informações. Portanto, o fato *g* apresentar-se-ia como elemento fundamental para a busca pela compreensão da inteligência.

A definição da inteligência e da sua medida, por meio do fator *g* de Spearman, encontra amparo e abrigo atualmente em diversos estudos relacionados à resolução de problemas. Segundo Sisto (2006, p. 15), “embora os tipos dos problemas sejam variados com respeito aos conteúdos e processos, todas as correlações têm se mostrado positivas.” Acrescenta o autor que “o valor de *g* pode ser definido como o elemento comum presente em medidas diversas do intelecto”, conclui.

Peixoto (2005) admite que as teorias que tratam sobre a problemática da inteligência ganharam acentuação nos debates a partir do trabalho de Spearman, de 1904, o qual trata da inteligência como um constructo baseado em uma habilidade geral

somada a habilidades específicas. Além deste trabalho, o teste de Binet e Simon, publicado em 1905, também teve grande impacto sobre as pesquisas no século XX, fomentando trabalhos sobre a temática da inteligência. Outras visões sobre a inteligência podem ser listadas segundo orienta Peixoto (2005), como é o caso, por exemplo, da proposta por Thurstone, o qual elenca sete habilidades mentais integrantes (compreensão verbal, fluência verbal, número, espaço, velocidade de percepção, memória e raciocínio indutivo). E, mais recentemente, de acordo com Gardner (1994), a inteligência é tomada segundo outro panorama, como plural, múltiplas, portanto, (verbal-linguística, lógico-matemática, espacial, espiritual, musical, corporal-cinestésica, naturalística, interpessoal e intrapessoal).

Outro componente executivo de destaque é o raciocínio inferencial, também chamado de raciocínio dirigido por dados (*data driven*), este é compreendido como o processo de manejar, a partir de princípios inferenciais, informações com vistas a chegar a uma conclusão (por dedução/indução).

Para Aranha e Martins (2006 *apud* NASCIMENTO, 2014) “tal processo psicológico constrói o conhecimento por processos racionais e intuitivos. Divagação, associação de ideias, imaginação são recursos válidos para o pensamento, cujos resultados podem ser desde crenças e opiniões até sentenças científicas”. O autor entende que o ato de inferir corresponde, pois, ao de argumentar; e acrescenta que:

A argumentação é a representação lógica do raciocínio. É um tipo de operação discursiva do pensamento que consiste em encadear juízos e deles tirar uma conclusão. É uma operação discursiva porque vai de uma ideia ou juízo a outro, passando por um ou vários intermediários e exige o uso de palavras. Portanto, é conhecimento que procede por mediação, por meio de alguma coisa: é mediato. (p. 25)

Segundo Vanin (2009, p. 13), pesquisadores da área de filosofia da linguagem afirmam que “a determinação do significado não acontece apenas por sua forma semântica, mas pela situação em que dado enunciado ocorre, e por isso passou-se a trabalhar com a noção de contexto”. Contexto compreendido pela autora como “o conjunto de premissas utilizado na interpretação de enunciados”, enfatiza.

Nesta compreensão da confecção do significado, a pesquisadora, citando Sperber e Wilson (1995), compreende inferência como um processo cognitivo no qual uma suposição é admitida como verdadeira (ou provavelmente verdadeira) a partir de outras suposições, igualmente, tomadas como verdadeiras.

Para Vanin (2009) a inferência baseia-se na criação de suposições a partir de outras suposições, constituindo-se como processo de natureza dedutiva, portanto. A autora acrescenta que não apenas por meio do mecanismo dedutivo é que se dá o ato de inferir, mas também por inferências indutivas e abduativas. Neste horizonte, o pensamento inferencial é tomado como um movimento constituído de três expressões distintas: a dedutiva, a indutiva e a abduativa. Para as inferências dedutivas compreende-se os casos em que há um conjunto de conhecimentos que podem gerar conclusões bem definidas, permitindo-se trabalhar com cem por cento de certeza. Isto não ocorre quando tratamos do processamento indutivo, pois este não decorre de certeza sólida, permanecendo sempre uma margem de probabilidade na informação e, conseqüentemente, nas conclusões inclusive. A lógica indutiva é definida, neste cenário proposta por Vanin (2009, p. 20), como o processo cognitivo no qual as premissas são creditadas para amparo da conclusão, mas elas não a produzem. Esse tipo de raciocínio faz generalizações, fundamentado em hipóteses individuais.

Em complemento, Vanin (2009) expõe que o ato de inferir não se dá apenas por meio de processos dedutivos ou indutivos, mas também pela ligação de ambos os processos pelo método de abdução. Assim, pode-se chegar a tecer previsões “sem qualquer segurança de que essa ocorrerá, mesmo em caso especial ou por sua justificativa ser de que é a única esperança possível de regular a conduta racionalmente”. Abdução, portanto, é definida como a construção de uma hipótese explanatória. Enquanto o processo indutivo pressupõe a determinação de uma probabilidade, e o mecanismo dedutivo leva em conta as conseqüências necessárias para uma hipótese, provando o que algo deve ser; a abdução firma-se como “a única operação lógica que introduz uma ideia nova” (VANIN, 2009, p. 21).

O raciocínio inferencial, assim compreendido pela tríplice dedução, indução e abdução, apesar de complexo, é posto em prática naturalmente pela cognição. A busca por conclusões, ou, noutras palavras, pela significação e compreensão das coisas dá-se pela combinação de informações do ambiente com os dados registrados pelos indivíduos. Essa união possibilitará a interpretação dos dados. Para a autora “o processo inferencial não garante a certeza de uma interpretação correta, mas da melhor possível” (VANIN, 2009, p. 24).

Onrubia, Rochera e Barberà (2004), afirmam que, quanto às capacidades, estas incluem além do domínio de uma ampla base de conhecimento declarativo (1) e de procedimentos específicos (2), habilidade de se utilizar, estrategicamente, e de se

controlar metacognitivamente, os dois tipos de conhecimento (3); além de uma inclinação, atitude e sensibilidade para a Matemática (4).

Quanto ao conhecimento declarativo na Matemática, os autores Onrubia, Rochera e Barberà (2004) afirmam que este inclui, além do conhecimento de conceitos e fatos, princípios matemáticos. Não se restringe, pois, a um conjunto de teorias memorizadas, mas se amplia abarcando habilidades relacionadas ao processo de demonstração, as etapas lógicas pelas quais tiveram origem as formulações matemáticas. Esta compreensão, quando tomada pelo prisma da prática docente, esclarece que o ensino matemático não deve estar resumido à apresentação de formulações finais, mas se revestir pelo estudo dos procedimentos que permitiram a confecção destes enunciados.

Onrubia, Rochera e Barberà (2004), quanto ao conhecimento procedimental, relatam que este prioriza o saber fazer em questão do saber dizer, a ação em vez da mera enunciação. Esses pesquisadores, baseados em estudos como o de Schoenfeld (1987), inferem ainda que, combinando intencionalmente os saberes declarativos e procedimentais, apresenta-se o conhecimento condicional. Trata-se do conhecimento que permite ao aluno orientar-se para o quando aplicar as técnicas de resolução aprendidas. Cabendo neste ensejo ao discente verificar a adequação do melhor procedimento segundo as condições envolvidas com a questão, proporcionando-lhe avaliar seus saberes e possibilidades de solução.

A natureza do conhecimento não se constitui como única, mas se subdivide em três tipos: o físico, o lógico-matemático e o social. As autoras citam os estudos de Piaget para defenderem que o conhecimento físico se constitui a partir da experiência direta sobre os objetos, pelo processo de observação e descoberta de propriedades inerentes aos propósitos analisados, por exemplo: a cor, a textura e a forma. Quanto aos outros dois tipos de conhecimento, enquanto o lógico-matemático é estruturado a partir da abstração reflexionante originado nas coordenações internas realizadas a partir das ações que os indivíduos exercem sobre os objetos; o conhecimento social é o conhecimento proveniente das transmissões sociais, fruto das determinações e interações entre os indivíduos e grupos sociais. É do entendimento das pesquisadoras que "por meio da abstração reflexionante são criadas e introduzidas relações entre os objetos, através, por exemplo, de comparação e de quantificação" enquanto que o conhecimento social "é adquirido a partir de informações fornecidas pelas pessoas e pelo ambiente social em que estão inseridas" (p. 160); dado o exposto, portanto, "as

crianças transformam os fenômenos sociais em objetos de conhecimento, transformando suas ideias bastante singulares em conceitos" (SARAVALI; GUIMARÃES, 2010, p. 161).

Contudo, da caracterização do conhecimento/aprendizado matemático, tem-se ressalva à menção de outros entendimentos de prestígio correntes; caso, por exemplo, de olhares mais individualistas e evolutivos, os quais vinculam a aprendizagem ao aprimoramento de certas capacidades cognitivas pelo aluno; ou o entendimento sob a fachada estrutural, no qual "a lógica interna da Matemática como sistema formal é a que marca a sequência de aprendizagem que o aluno deve seguir" (SCHOENFELD, 1987, p. 333). Neste ambiente dual, a caracterização do ensino de Matemática abrangendo tanto os conhecimentos, quanto o círculo social como assinalados anteriormente, implica no fomento da construção do saber matemático comprometido com as demandas dos discentes em seus ambientes cotidianos. Isto se efetivará pelo desenvolvimento de habilidades afins à capacidade de pensamento autônomo, criativo, crítico, analítico e interpretativo.

Porém, atingir as finalidades e objetivos acima apontados não se constitui tarefa simples. São exigidas, pois, estratégias de ensino que interajam em seus contextos globais as diversas variáveis levantadas anteriormente a fim da aquisição e promoção do conhecimento matemático. Onrubia, Rochera e Barberà (2004), ao âmbito da Educação Matemática, anotam como critérios gerais para o ensino deste conteúdo, dentre outros, a contextualização do ensino em atividades concretas, a orientação da aprendizagem para a resolução de problemas e compreensão, sequenciamento oportuno dos temas, apoio à cooperação entre os discentes, além de confiar atenção aos aspectos afetivos e motivacionais relacionados com a aprendizagem.

Momento decisivo quanto à aquisição de fundamentos, Taboada (2009) reconhece ser na idade escolar que, inicialmente, está compreendida a etapa de operações concretas, no qual a criança aprimora suas funções mentais, formalizando e cristalizando conceitos. Também justifica, deste modo, a importância das pesquisas que detêm como alvo o estudo das funções cognitivas; pois o desenvolvimento cognitivo da criança constitui-se na efetivação da análise destas funções.

Da série de rumos de pesquisa acima apresentados, o presente estudo buscará por alinhar ao embasamento teórico até então promovido, uma aproximação à apreensão de algumas habilidades que compõem as funções executivas, estas compreendidas,

segundo Taboada (2009, p. 27), como “todo comportamento intencional relacionado à seleção e execução de um determinado objetivo”.

A autora acredita que por meio do entendimento das funções executivas será oferecido fomento qualitativo às estratégias que estimulam habilidades para a resolução de problemas. Deste modo, tem-se o destaque para a importância de seu estudo, quanto ao que representam e como se constituem e interagem com a inteligência. Como sustenta Taboada (2009), pode-se inferir que, mais do que a apreensão passiva de conteúdos pelos professores, é dever da instituição escolar, o trabalho pelo desenvolvimento de habilidades cognitivas básicas para o bom desempenho escolar discente. Desta leitura, depreende-se ainda que a resolução de problemas em Matemática, e, por conseguinte, as dificuldades para a execução deste processo firmam-se como temas que merecem ser estudados e relacionados com outras áreas do conhecimento.

A partir do exposto, esta pesquisa pretende apresentar dados que permitam compreender melhor a resolução de problemas do ponto de vista cognitivo. Para tal, pretende-se oportunizar a melhor compreensão da resolução de problemas por meio do estudo de possíveis relações desta habilidade com o raciocínio inferencial e a flexibilidade cognitiva.

3 MÉTODO

3.1 DELINEAMENTO

Esta investigação exploratória, transversal, descritiva e correlacional (CRESWELL, 2007), possui o delineamento de levantamento, uma vez que foram levantadas informações sobre comportamentos específicos através da interrogação direta de pessoas, buscando compreender os fenômenos averiguados. Com os dados recolhidos por meio de instrumentos padronizados foi realizada análise quantitativa para se chegar a conclusões a respeito do que se estudou. Após essa análise, os resultados foram interpretados à luz da psicologia cognitiva e de aportes da Educação Matemática, caracterizando-se, pois, como uma pesquisa quanti-quali (CRESWELL, 2007). Assim, as discussões deste estudo valeram-se tanto da análise quantitativa – utilizando-se de técnicas estatísticas para a apreciação dos dados; como também da qualitativa, quando o exame demandou do pesquisador a investigação baseada em reflexões indutivas sustentadas em pesquisas baseadas tanto na psicologia (nos processos cognitivos), quanto na educação (na aprendizagem).

3.2 PARTICIPANTES

Como critério de inclusão dos discentes, neste levantamento, participaram 234 alunos matriculados e frequentes no 3º ao 5º ano do ensino fundamental de uma escola pública municipal que, no momento da aplicação, apresentassem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) assinado por um dos pais ou responsável e estivessem presentes nas respectivas salas em que ocorreram os testes.

A Tabela 2 descreve os participantes desta pesquisa em relação ao grupo etário.

Tabela 2 – Frequência e porcentagem de alunos por grupo etário.

Grupo Etário	Frequência	%
8	32	13,68
9	73	31,20
10	83	35,47
11	30	12,82
12	10	4,27
13	4	1,71
14	2	0,85
Total	234	100,00

Fonte: pesquisa do próprio autor.

As crianças participantes estudam em uma escola localizada em uma cidade do sul de Minas Gerais. A tabela 2 apresenta suas idades, entre 8 e 14 anos, sendo a maioria de nove e dez anos. Em relação ao gênero, 125 (53,42%) são do sexo masculino e 109 (46,58%), feminino, conforme tabela 3.

Tabela 3 – Frequência e porcentagem de alunos quanto ao gênero do 3º ao 5º ano.

Ano	Gênero			
	Masculino	%	Feminino	%
3º	32	59,26	22	40,74
4º	40	43,96	51	56,04
5º	53	59,55	36	40,45
Total	125	53,42	109	46,58

Fonte: pesquisa do próprio autor.

A tabela 4 apresenta as doze turmas (salas), entre o 3º e o 5º ano do ensino fundamental, que participaram desta investigação, com os respectivos alunos matriculados e frequentes em cada turma:

Tabela 4 – Frequência e porcentagem de alunos por turma e ano.

Turma	3ºA	3ºB	3ºC	4ºA	4ºB	4ºC	4ºD	4ºE	5ºA	5ºB	5ºC	5ºD
Alunos por turma	21	16	17	18	17	20	16	20	19	25	24	21
Alunos por ano	54			91					89			
%	23,1			38,9					38,0			
Total	234											

Fonte: pesquisa do próprio autor.

Segundo os dados da tabela 4, depreende-se que nas turmas do terceiro e quarto ano possuíam, em média, 18 alunos e no quinto, 22. Tem-se, pois, turmas no terceiro e quarto anos com um quantitativo semelhante de educandos; enquanto que nas turmas do quinto ano esta média foi superior. No quinto ano pode-se verificar um acréscimo neste quesito de aproximadamente 22% em relação às médias das turmas do quarto ano; e de 24% quanto às turmas do terceiro.

Conforme dados repassados pelo setor de secretaria da instituição de ensino e condensados na tabela 5, esses alunos são naturais de Minas Gerais e de São Paulo.

Tabela 5 – Frequência e porcentagem de alunos por naturalidade no 3º, 4º e 5º anos.

Ano	Naturalidade			
	Minas Gerais	%	São Paulo	%
3º	51	94,44	3	5,56
4º	83	91,21	8	8,79
5º	84	94,38	5	5,62
Total	218	93,16	16	6,84

Fonte: pesquisa do próprio autor.

O que se pode notar é que a maioria é de Minas Gerais (93,16%) e de São Paulo apenas (6,84%). Os participantes desta pesquisa residiam tanto na área urbana, quanto na área rural do município onde se localiza a referida escola.

Tabela 6 – Frequência e porcentagem na distribuição de indivíduos por local de residência no 3º, 4º e 5º anos.

Ano	Residência					
	Área urbana	%	Área rural	%	Total	%
3º	33	61,11	21	38,89	54	23,08
4º	53	58,24	38	41,76	91	38,89
5º	56	62,92	33	37,08	89	38,03
Total	142	60,68	92	39,32	234	100,00

Fonte: pesquisa do próprio autor.

A tabela 06 mostra que 60,68% residiam na área urbana e na área rural 39,32%. Na tabela 7 pode-se constatar o percentual dos discentes, em cada turma, que estavam presentes e participaram da pesquisa, respondendo a cada um dos três testes propostos.

Tabela 7 – Frequência e porcentagem de alunos nos três testes aplicados.

Ano/Turma	Instrumento					
	Teste de Resolução de Problemas		Teste de Raciocínio Inferencial		Teste de Trilhas	
	Participantes	%	Participantes	%	Participantes	%
3ºA	21	100,00	20	95,24	21	100,00
3ºB	15	93,75	15	93,75	16	100,00
3ºC	17	100,00	17	100,00	16	94,12
4ºA	15	83,33	15	83,33	15	83,33
4ºB	17	100,00	16	94,12	16	94,12
4ºC	20	100,00	19	95,00	19	95,00
4ºD	15	93,75	14	87,50	13	81,25
4ºE	20	100,00	20	100,00	20	100,00
5ºA	19	100,00	18	94,74	19	100,00
5ºB	19	76,00	21	84,00	21	84,00
5ºC	21	87,50	19	79,17	20	83,33

5ºD	20	95,24	20	95,24	21	100,00
TOTAL	219	93,59	214	91,45	217	92,74

Fonte: pesquisa do próprio autor.

Cabe observar na tabela 7 que a diferença entre o total de alunos matriculados, 234, e o total de alunos que efetivamente responderam a cada um dos três testes, ocorreu em virtude da ausência dos discentes às aulas regulares nos dias e horários de aplicação dos respectivos testes; faltas estas comunicadas pelos pais/responsáveis à supervisão escolar.

3.3 PROCEDIMENTO DE COLETA

Inicialmente foram agendadas e realizadas reuniões com a direção e professores da escola para expor os objetivos desta pesquisa e levantamento do número de alunos matriculados e frequentes nos anos pretendidos para a pesquisa. Os professores convidados a participar do procedimento de coleta dos dados aceitaram o convite e aplicaram os testes constantes neste estudo aos referidos alunos. Após autorização da direção para a realização da pesquisa, foram enviados e recebidos os TCLE assinados pelos pais (ou responsáveis) dos alunos no âmbito desta investigação aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Univás.

3.5 INSTRUMENTOS

Para a coleta dos dados foram utilizados três testes: o Teste de Resolução de Problemas (BORGES; FERNANDES, 2014), o Teste de Raciocínio Inferencial – RIn (SISTO, 2006), e o Teste de Trilhas (MONTIEL; SEABRA, 2009); instrumentos estes objetos de detalhamento nos tópicos a seguir.

3.5.1 Teste de Resolução de Problemas

Este instrumento teve a sua fundamentação teórica estruturada nas pesquisas de Brissiaud e Sander (2009). Autores estes que promoveram experimentos em crianças de, em média, 7 anos de idade, sobre as estratégias utilizadas para a resolução de problemas aritméticos. Exemplo de parte do Teste Resolução de Problemas é apresentado no Anexo I.

O Teste de Resolução de Problemas elaborado por Borges e Fernandes (2014) é composto por dezessete (17) questões, as quais apresentam estrutura intrínseca

semelhante, mas diferem no que diz respeito aos valores numéricos empregados. As questões possuem quatro alternativas, uma julgada como “certa”, uma como “meio certa”, e duas como “erradas”; e envolvem as quatro operações aritméticas básicas, sendo classificados em dois grupos, de acordo com o método de resolução exigido. Para fins de correção, foram atribuídos dois pontos para cada questão respondida acertadamente; um ponto para as questões parcialmente corretas; e zero, para as erradas.

De acordo com Brissiaud e Sander (2009), os problemas podem ser divididos em dois grupos chamados por “SI” (Situation strategy), no qual os alunos podem alcançar a solução por meio de artifícios informais¹², sem a necessidade de fundamentação em conhecimentos aritméticos apurados e o segundo grupo de problemas classificados por Brissiaud e Sander (2009) como “MA” (Mental Arithmetic strategy), que exige dos alunos conhecimento aritmético mais complexo.

Segundo Brissiaud e Sander (2009), problemas SI são mais fáceis para os alunos do que os problemas MA. Assim, com base na variação entre SI e MA, Borges e Fernandes (2014) elaboraram os problemas do teste Resolução de Problemas, de modo a oferecer aos alunos níveis de dificuldade diversos, segundo a complexidade e quantidade de processos cognitivos envolvidos para a resolução de cada tarefa.

As diferenças fundamentais no processo de resolução dos dois grupos de problemas são apontadas por Brissiaud e Sander (2009, p. 94) em estudo realizado por Schliemann *et al* (1998). Neste estudo são propostas as seguintes questões¹³:

- (i) Um garoto deseja comprar chocolates. Cada chocolate custa 50 cruzeiros. Ele quer comprar 3 chocolates. De quanto dinheiro ele precisará?
- (ii) Um garoto deseja comprar chocolates. Cada chocolate custa 3 cruzeiros. Ele quer comprar 50 chocolates. De quanto dinheiro ele precisará?

Brissiaud e Sander (2009) comentam que, para o primeiro problema, pode-se fazer uso do processo “SI”, pela simples adição de parcelas; assim, 50 cruzeiros está para 1 chocolate, assim como 100 para 2, e 150 para 3, portanto. Este cálculo não exige muito do aluno e a estratégia “SI” mostra-se plausível. Contudo, para o segundo problema, este recurso demandaria grande trabalho. Outra estratégia faz-se necessária, pois se tem em tela uma questão “MA”. Para este tipo de problema, instrução prévia

¹² Brissiaud e Sander (2009) listam quatro tipos de estratégias informais para a resolução de problemas “SI”: a primeira utiliza-se de materiais concretos para simular a ação descrita no problema; a segunda acontece por meio do arranjo combinado dos dados em parcelas; a terceira faz uso de fatos e situações de conhecimento do indivíduo que permitam ao mesmo fazer correspondência com os dados do problema; e a terceira resulta do teste de hipóteses de solução a partir do uso das três estratégias anteriores.

¹³ Tradução nossa.

apresenta-se como fundamental para que se possa chegar à solução correta. Nessa direção, um teste fundamentado nessa teoria, pode ser aplicado, coletivamente ou individualmente, em crianças a partir de oito anos.

Dos dezessete problemas, constantes no Teste Resolução de Problemas, um (01) deles envolve a aplicação das operações de adição, subtração, multiplicação e divisão simultaneamente; enquanto que nos dezesseis restantes, de acordo com a estratégia escolhida pelo aluno, serão empregadas combinações entre estas quatro operações. Para a resolução dos exercícios que compõem o Teste de Resolução de Problemas, ficou estipulado o tempo limite de uma (01) hora.

3.5.2 Teste de Raciocínio Inferencial – RIn

O Teste de Raciocínio Inferencial – RIn (SISTO, 2006), consiste em uma avaliação da inteligência, ou do fator g a partir do raciocínio inferencial. De acordo com o autor, pode ser aplicado individual ou coletivamente, com tempo para realização pré-determinado em 25 minutos. Um exemplo de item que compõe o mencionado teste é apresentado no Anexo II.

Esse instrumento é constituído por 40 problemas, cada um grafado em uma página, com uma sequência de figuras geométricas em ordem lógica, faltando uma figura da sequência. É solicitado ao participante que as complete, e, para isso, deve ser escolhida, dentre as alternativas, a figura que melhor complete a série. As figuras: quadrado, círculo e triângulo são grafadas nas cores azul, amarelo e verde, respectivamente; preenchendo, em cada página, uma matriz/problema.

Este teste é dividido em quatro partes (A, B, C e D), sendo que nas partes A e B o sujeito tem quatro alternativas de resposta, e, nas seguintes (C e D), pode-se escolher entre seis alternativas. Na leitura das instruções, no início do caderno do teste é apresentada uma questão resolvida, orientando os indivíduos avaliados para as demais perguntas que seguirão.

Segundo Sisto (2006), na correção, é atribuído um ponto para cada item respondido acertadamente, e zero, para os errados. Ao final, a soma dos itens fornece a pontuação total do teste, que pode variar entre 0 e 40 pontos. A pontuação deve ser interpretada segundo tabelas normativas constante do respectivo manual. Os resultados podem ser analisados tanto pela pontuação bruta, quanto por medidas oriundas do modelo Rasch.

O Teste RIn apresenta diversas evidências de validade, afirmam Sisto (2006) e Silva (2011), e foi aprovado pelo Sistema de Avaliação de Testes Psicológicos (SATEPSI), comissão composta por especialistas brasileiros da área, pertencentes ao Conselho Federal de Psicologia. O SATEPSI é, atualmente, o órgão que emite pareceres favoráveis ou desfavoráveis dos testes psicológicos. O uso dos testes é condicionado a esse parecer, assim são aprovados apenas instrumentos que cumprem com os critérios de qualidade exigidos pelo SATEPSI.

3.5.3 Teste de Trilhas

A versão brasileira do Teste de Trilhas – partes A e B (MONTIEL; SEABRA, 2009) compõe-se pela da apresentação de itens que devem ser ligados segundo uma ordem pré-determinada. O instrumento possui a parte A, segundo Strauss, Sherman e Spreen (2006) compreendida como uma medida de busca visual, constituída por duas folhas, uma para letras e uma para números. Na primeira folha são grafadas aleatoriamente 12 letras (de A a M), e a tarefa do participante é definida pela união dos itens segundo a ordem alfabética. Na folha seguinte, são apresentados 12 números (de 1 a 12) também postados arbitrariamente, devendo o participante uni-los em ordem numérica crescente. Essa parte do teste promove a verificação do conhecimento que o sujeito possui quanto às ordens numérica e alfabética. Segundo SEABRA e DIAS (2012) a parte A oferece informações essenciais para a interpretação da parte B. Assim compreendido, o baixo aproveitamento na segunda parte do instrumento não implicará na tradução do deficit quanto à habilidade de flexibilidade cognitiva; pois o caso pode ser interpretado como o de mero desconhecimento das letras e dos números. Portanto, sustentam os autores, o uso da parte A firma-se como uma estratégia importante para a posterior verificação dos resultados.

Quanto à parte B, esta é composta por uma folha apenas, na qual são impressos aleatoriamente 24 itens, sendo 12 letras, de “A” a “M”; e 12 números, de “1” a “12”. Percebe-se, portanto, que a parte B do teste é formada pela sobreposição dos exercícios que constam nas duas folhas da parte A. De modo semelhante, a tarefa do discente constitui-se numa associação; com o diferencial de que nesta etapa é cobrada a ligação, alternada, de sequências alfabética e numérica. Portanto, tem-se composta esta versão do Teste de Trilhas por duas partes, A e B, sendo que a primeira possui dois exercícios, enquanto segunda, apenas um. Para cada um dos três exercícios é determinado o tempo

limite de 1 minuto para cumprimento da tarefa avaliada. Exemplo de "parte" do Teste de Trilhas é apresentado no Anexo III.

São registrados três tipos de pontuações para efeito da correção das três folhas que compõem o referido teste¹⁴: *seqüências* (S); *conexões* (C) e, TOTAL, definido como a soma das duas pontuações anteriores. A primeira (S) diz respeito ao número de itens ligados corretamente em uma ordem ininterrupta; um ponto é correspondido a cada item assinalado corretamente. Suponhamos a seguinte seqüência na parte B do instrumento: A – 1 – B – 2 – C – 3 – D – 4 – F; neste caso foram corretamente ligadas as letras aos números segundo o enunciado do teste, com erro após o número 4, somando, portanto, 8 pontos. A pontuação que valerá para esta etapa é a compreendida desde o início (letra A) até o primeiro erro. Noutras palavras, mesmo que o aluno acerte outras seqüências, após o primeiro erro, estas não serão consideradas para pontuação. Neste raciocínio depreende-se também que a maior pontuação que pode ser auferida pelos discentes na parte B somará 24 pontos. O segundo tipo de pontuação, conexões (C), corresponde ao número de ligações corretas entre dois itens. Nota-se que, em se tratando das conexões, a seqüência não é relevante, a pontuação máxima está definida em 23 pontos e mesmo após erros nas ligações, todas as conexões corretas entre os itens incidirão sobre o cálculo. Ilustremos estas afirmações, ainda quanto à parte B: Primeira situação: 1 – A – 2 – B – 3 – C – 4 – D – 5, como se trata, nesta oportunidade, de pontuar a conexão e não a seqüência correta, são registrados 8 pontos. Outra situação hipotética que podemos apresentar é: 1 – A, 2 – B, 3 – C, 4 – D, correspondente a 4 pontos. Nesta nota-se a não ligação entre A – 2, B – 3 e C – 4, daí a diferença na soma dos pontos quanto ao primeiro exemplo.

Para Seabra e Dias (2012, p. 58), a utilização dos escores (S), (C) e TOTAL “tendem a apresentar alta correlação positiva e significativa entre si, o que torna redundante o uso de todos eles”. Os autores afirmam ainda que, apesar de se poder trabalhar com a utilização dos três modos de pontuação, “há maior consistência teórica na consideração do escore em seqüências”, pois nestas é que está concentrada a demanda pela variação entre as ordens numérica e alfabética; e o uso de flexibilidade cognitiva, por conseguinte.

Para fins de análise dos resultados do corrente estudo e seguindo as orientações propostas por Seabra e Dias, fez-se uso de um escore de interferência, calculado a partir

¹⁴ A fim de facilitar a análise dos dados relacionados aos três tipos de pontuações neste teste, optou-se neste estudo pela grafia (S), (C) e TOTAL, apenas.

da diferença (B-A) do escore (S) em ambas as partes do teste. Somadas as partes A e B do Teste de Trilhas, quanto ao número de sequências (S), a pontuação variará entre 0 e 48; para as conexões (C), entre 0 e 46; e para a diferença entre o número de sequências de A e B, noutra grafia: (S) B-A, variará entre -24 e 0.

3.5 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DOS TESTES

A coleta foi realizada pela aplicação de instrumentos padronizados no período compreendido entre os dias 15 e 25 de setembro de 2014, pelas docentes das respectivas turmas. O emprego dos testes se deu de modo coletivo, respeitada a estrutura de cada uma das 12 turmas, em duas sessões. A fim de evitar fadiga pelos discentes cada sessão foi restringida a um dia, sendo que no primeiro dia foram aplicados o Teste de Raciocínio Inferencial e o Teste de Trilhas, e no segundo dia o Teste de Resolução de Problemas.

As datas, locais e horários das aplicações foram definidas em comum acordo com a direção e professores dessa instituição de ensino. Todos os testes foram aplicados no período matutino, entre 7h e 11h, na referida escola; e em permanente observância dos respectivos manuais dos testes. O transcorrer dos procedimentos relacionados à aplicação dos três instrumentos para a coleta dos dados que foram objetos deste estudo é descrito a seguir.

3.5.1 Teste de Raciocínio Inferencial – RIn

Entre os dias 15 e 18 de setembro, o Teste de Raciocínio Inferencial – RIn, elaborado por Sisto (2006), foi aplicado por meio do uso de computador em laboratório de informática localizado na própria instituição de ensino. A aplicação foi acompanhada por uma (01) docente, instrutora de cursos relacionados à área de informática naquela escola.

Conforme disposto no referido manual, o teste originalmente é aplicado em formato impresso, em caderno de exercícios composto por quarenta e duas páginas, contendo, além da folha de rosto e das linhas introdutórias que orientam os sujeitos pesquisados, quarenta questões.

Para fins de praticidade na coleta, o instrumento teve seu conteúdo transportado para a plataforma virtual de *Formulários Google*¹⁵. Na primeira página os alunos

¹⁵ Para mais informações sobre este serviço de criação e editoração de formulários personalizados, acessar: <<http://www.google.com/intx/pt-BR/enterprise/apps/business/products/forms/>>.

deveriam ora digitar, ora selecionar dentre as alternativas, o seguinte: nome completo; idade; gênero; ano/série; e turma. Nessa página os alunos recebiam informações básicas sobre como responder ao teste, mediante orientação da professora aplicadora, a qual acompanhava em leitura com os discentes, por meio de projeção multimídia do teste (*data show*). Segundo Sisto (2006), o teste tem seu início marcado pela resposta de uma questão introdutória, a título de exemplo.

Cada questão integrou uma página. Para que o aluno passasse para a página (questão) seguinte o mesmo deveria clicar no botão “Avançar” no rodapé do teste, conforme orientações promovidas no início aos discentes. Ao final do teste, na quadragésima questão (D14), o botão “Avançar” foi substituído pelo botão “Enviar”.

Na tela, os alunos tiveram contato com as mesmas imagens e segundo a ordem original do caderno de questões proposto por SISTO (2006); e deveriam escolher a alternativa correta marcando e clicando em “Avançar”. Aos alunos foi comunicado também a possibilidade de avançar sem escolher alguma alternativa, deixando a mesma em branco, portanto.

O tempo para a realização do teste estava pré-determinado segundo o respectivo manual em 25 minutos. Caso algum discente não finalizasse a avaliação neste tempo, deveria clicar no botão “Avançar” continuamente, até a última página, e finalmente em “Enviar” para que a avaliação tivesse seu registro confirmado. De acordo com a docente que aplicou o teste, todos os discentes presentes em sala, efetivaram o correto registro do instrumento, perpassando as quarenta questões do mesmo, antes de registrado o tempo máximo permitido de 25 minutos.

A coleta dos dados nesse teste por meio de computador teve seu processo facilitado pelo fato de os dados colhidos integrarem automaticamente uma planilha com os resultados já tabulados. A planilha contém as informações de todos os campos preenchidos pelos alunos, além de informar a data e o horário exato no qual os discentes enceraram cada um dos testes.

A planilha teve os dados dos discentes tratados inicialmente por meio do uso do programa *Calc*¹⁶, integrante do pacote de softwares livres *LibreOffice*. Nesta oportunidade os testes de cada aluno puderam ser corrigidos tendo por base o gabarito disponibilizado no respectivo manual do instrumento (SISTO, 2006). Num segundo momento os dados tratados na planilha com o uso do *Calc*, foram direcionados para o

¹⁶ Para mais informações sobre este aplicativo de editoração de planilhas, acessar: <<https://pt-br.libreoffice.org/descubra/calc/>>.

Statistical Package for Social Science for Windows – SPSS (versão 21), software para tratamento estatístico dos dados.

3.5.2 Teste de Trilhas

Este instrumento teve a sua aplicação efetivada no período compreendido entre os dias 15 e 18 de setembro de 2014, e contou com a participação de quatro (04) professoras da referida escola nessa aplicação. Essas docentes receberam o teste em envelopes separados por ano/turma (12) e observando os procedimentos necessários (MONTIEL; SEABRA, 2009) aplicaram os testes de modo padronizado, em salas de aula.

Após coletados os dados em cada turma, os testes foram acondicionados nos respectivos envelopes para a preservação do sigilo das informações e agilidade na organização dos resultados. Não foi registrado pelas docentes qualquer problema no decurso da aplicação.

3.5.3 Teste de Resolução de Problemas

Este instrumento foi aplicado no período compreendido entre os dias 22 e 25 de setembro de 2014, com a participação de quatro (04) professoras, as quais, em comum acordo pela direção da escola, disponibilizaram-se para essa aplicação. Esses testes foram aplicados em salas de aula de uso comum ao corrente andamento das aulas.

As professoras receberam esse teste em envelopes específicos por ano/turma (12). Após coleta dos dados, foram acondicionados nos respectivos envelopes para o sigilo das informações e facilidade no processo de organização dos dados, não havendo registro de qualquer problema para a realização das atividades.

3.6 PROCEDIMENTOS PARA A ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados foram analisados quanti e qualitativamente; incluíram, portanto, a coleta de dados numéricos e de dados descritivos. Os subsídios extraídos da amostra, em cada um dos três instrumentos, foram objeto dos seguintes trabalhos de pesquisa estatística (N=234):

- a) Estatística descritiva para caracterizar a amostra em grupos quanto ao gênero (masculino e feminino), à área de residência (urbana e rural) e ao ano escolar (3º, 4º e 5º);
- b) Descrição da média e do desvio padrão (DP) em relação ao gênero;

- c) Aplicação do Teste *t de Student* a fim de verificar a significância entre as médias registradas quanto ao gênero; assumidas variâncias iguais;
- d) Apresentação da média e do desvio padrão (DP) em relação à área de residência;
- e) Realização da *Análise de Variância* (ANOVA)¹⁷ a fim de averiguar se há diferenças entre as médias dos alunos nas variáveis avaliadas, quanto aos diferentes anos escolares;
- f) Com o propósito de pormenorizar as diferenças entre as médias no aproveitamento dos discentes em cada etapa e/ou aspecto dos 3 testes aplicados, foi aplicada a prova *ad hoc* de Tukey a fim de investigar se as diferenças foram significativas entre cada ano escolar ou apenas entre alguns.
- g) Aplicação do *Teste de Correlação de Pearson* com o intuito de verificar se existem relações entre a resolução de problemas matemáticos, o raciocínio inferencial e a flexibilidade cognitiva.

Para o tratamento estatístico dos dados utilizou-se do software *Statistical Package for Social Science for Windows – SPSS (versão 21)*.

¹⁷ ANOVA (*analyse of variance*) é um teste estatístico utilizado a fim de comparar médias registradas entre grupos diversos.

4 RESULTADOS

A arte de interrogar é bem mais a arte dos mestres do que as dos discípulos; é preciso ter já aprendido muitas coisas para saber perguntar aquilo que se não sabe.
Jean Jacques Rousseau, filósofo francês.

A análise descritiva e correlacional dos dados coletados nesta investigação é apresentada a seguir. Inicialmente são exibidos os resultados descritivos e, posteriormente, a correlação.

A Tabela 8 exibe o número (válido) de alunos que responderam e o número dos alunos que não responderam cada um dos 3 instrumentos aplicados. Para cada prova é possível verificar a média, o desvio padrão (DP) e o aproveitamento mínimo e máximo; sendo que para o teste RIn e o de Trilhas, foram apresentadas, respectivamente, as subdivisões quanto aos subtestes. Em relação ao Teste de Trilhas, foram consideradas as instruções de Seabra e Dias (2012, p. 66) no que se refere à diferença entre as pontuações das sequências A e B (B-A).

Tabela 8 – Média, desvio padrão e pontuação mínima e máxima

		Instrumentos								
		RP	RIn				TRILHAS			
		TOTAL	TOTAL	A	B	C	D	(S)	(C)	(S) B-A
N	Válidos (%)	226 (96%)	221 (94%)	221 (94%)	221 (94%)	221 (94%)	221 (94%)	224 (94%)	224 (95%)	224 (95%)
	Perdidos	8,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	10,00	10,00	10,00
	Média	17,60	13,94	5,98	2,54	1,32	4,10	30,55	31,61	-10,45
	DP	7,68	5,45	2,85	1,47	0,99	2,17	10,62	8,29	7,69
	Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	4,00	-23,00
	Máximo	33,00	26,00	12,00	7,00	4,00	10,00	48,00	45,00	8,00

Fonte: pesquisa do próprio autor.

A partir dos dados apresentados na Tabela 8 depreende-se que, dos 234 alunos, 226 (96%) realizaram o Teste de Resolução de Problemas, 221 (94%) o Teste RIn e 224 (95%) o Teste de Trilhas. No Teste de Resolução de Problemas, constata-se que o aproveitamento médio dos alunos foi de 17,60 (DP=7,68). Pertinente ao Teste RIn, a média do desempenho das crianças no subteste A foi 5,98 (DP= 2,85), enquanto que para o subteste B foi 2,54 (DP= 1,47). Já no subteste C, a média foi 1,32 (DP=0,99); no subteste D foi 4,10 (DP=2,17), o que resultou na média TOTAL de 13,94 (DP=5,45). Como se observa na Tabela 8, a média no Teste de Trilhas na condição S foi 30,55 (DP=10,62), na condição C foi 31,61 (DP=8,29). Finalmente na condição B-A resultou em -10,45 (DP=7,69). Este escore, quando relacionando à média das idades dos

integrantes da amostra (aprox. 10 anos), resulta na pontuação-padrão de 106 pontos, o que confere à amostra a classificação de “média”.

A seguir são comparadas as médias do aproveitamento registrado pelos discentes em função do gênero, em cada etapa e/ou aspecto das três provas aplicadas.

Tabela 9 – Média e desvio padrão (DP) em relação ao gênero

	Gênero	N	Média	DP
RP TOTAL	Masculino	123	18,05	7,53
	Feminino	103	17,06	7,85
RIn A	Masculino	117	6,02	2,71
	Feminino	104	5,92	3,01
RIn B	Masculino	117	2,55	1,48
	Feminino	104	2,53	1,47
RIn C	Masculino	117	1,22	0,95
	Feminino	104	1,42	1,05
RIn D	Masculino	117	4,00	2,16
	Feminino	104	4,22	2,18
RIn TOTAL	Masculino	117	13,80	5,16
	Feminino	104	14,09	5,78
TRILHAS (S)	Masculino	121	30,54	10,44
	Feminino	103	30,56	10,88
TRILHAS (C)	Masculino	121	31,24	8,57
	Feminino	103	32,04	7,98
TRILHAS (S) B-A	Masculino	121	-11,00	7,33
	Feminino	103	-9,80	8,08

Fonte: pesquisa do próprio autor.

Os resultados apresentados na Tabela 9 mostram que no RPTOTAL, a média do aproveitamento dos meninos foi 18,05 (DP=7,53) e a das meninas, 17,06 (DP=7,85). No RIn A e B, a pontuação dos meninos foi levemente superior à das meninas, enquanto que nas condições C, D e Total, a pontuação das meninas foi superiora dos meninos. No que se refere ao Teste de Trilhas, as pontuações das meninas foram um pouco superiores a dos meninos em todas as condições.

Para averiguar se essas diferenças são estatisticamente significativas ou se ocorreram ao acaso, foi realizado o *Teste t de Student*, apresentado na Tabela 10. Foi considerado como nível de significância da diferença entre as médias o valor de $p < 0,05$.

Tabela 10 – Diferença entre as médias dos meninos e meninas

	t	gl	p	Diferença de médias	Erro padrão da diferença
RP TOTAL	0,96	224	0,335	0,99	1,02
RIn A	0,26	219	0,790	0,10	0,38
RIn B	0,13	219	0,893	0,03	0,20

RIn C	-1,50	219	0,136	-0,20	0,13
RIn D	-0,75	219	0,451	-0,22	0,29
RIn TOTAL	-0,40	219	0,691	-0,29	0,73
TRILHAS (S)	-0,02	222	0,986	-0,02	1,43
TRILHAS (C)	-0,72	222	0,474	-0,80	1,11
TRILHAS (S) B-A	-1,16	222	0,248	-1,19	1,03

Fonte: pesquisa do próprio autor.

A Tabela 10 indica que não houve diferença significativa entre as médias dos meninos e das meninas em nenhuma das condições comparadas. Isso significa que as diferenças encontradas se devem ao acaso.

A seguir, a Tabela 11 apresenta a comparação entre a média do aproveitamento dos alunos de acordo com o local de residência, se na área urbana (U), ou na rural (R).

Tabela 11 – Média e desvio padrão (DP) em relação à área de residência

	Área	N	Média	DP	Erro padrão
RP TOTAL	U	135	17,34	7,54	0,65
	R	91	17,98	7,90	0,83
RIn A	U	135	6,35	2,90	0,25
	R	86	5,39	2,68	0,29
RIn B	U	135	2,56	1,57	0,13
	R	86	2,51	1,33	0,14
RIn C	U	135	1,32	0,97	0,08
	R	86	1,31	1,05	0,11
RIn D	U	135	4,04	2,22	0,19
	R	86	4,20	2,09	0,22
RIn TOTAL	U	135	14,27	5,60	0,48
	R	86	13,42	5,20	0,56
TRILHAS (S)	U	136	31,61	10,18	0,87
	R	88	28,90	11,13	1,19
TRILHAS (C)	U	136	32,48	8,10	0,69
	R	88	30,25	8,45	0,90
TRILHAS (S) B-A	U	136	-11,19	7,65	0,65
	R	88	-9,31	7,65	0,81

Fonte: pesquisa do próprio autor.

A Tabela 11 mostra que, no Teste de Resolução de Problemas, nota-se uma pequena diferença entre as médias dos discentes residentes na área urbana e rural. No tocante ao Teste RIn, as médias dos alunos da zona urbana foram levemente superiores às dos alunos da zona rural, com exceção da condição D. No caso do Teste de Trilhas, a média de pontuação por sequências (S) e conexões (C) mostrou melhor aproveitamento para os alunos da área urbana. A diferença entre a pontuação por sequências corretas

entre as partes A e B também revelou média superior no aproveitamento aos alunos da área urbana em detrimento aos da rural.

Para averiguar se as diferenças essas diferenças encontradas são estatisticamente significativas foi realizado o *Teste t de Student* para todas as comparações entre alunos de zona urbana e rural, representado na Tabela 12.

Tabela 12 – Diferença entre as médias entre alunos da zona urbana e da rural

	t	gl	p	Diferença de médias	Erro padrão da diferença
RP TOTAL	-0,611	224	0,542	-0,63728	1,04301
RIn A	2,451	219	0,015	0,95280	0,38881
RIn B	0,252	219	0,802	0,05134	0,20398
RIn C	0,033	219	0,974	0,00457	0,13823
RIn D	-0,511	219	0,610	-0,15323	0,29999
RIn TOTAL	1,138	219	0,256	0,85547	0,75187
TRILHAS (S)	1,882	222	0,061	2,71992	1,44511
TRILHAS (C)	1,982	222	0,049	2,23529	1,12757
TRILHAS (S) B-A	-1,800	222	0,073	-1,88436	1,04698

Fonte: pesquisa do próprio autor.

A Tabela 12 mostra que houve diferença significativa entre alunos da zona urbana e rural no RIn A e no Teste de Trilhas C. Em ambos os casos, o desempenho dos alunos da área urbana foi significativamente superior ao dos alunos da zona rural.

A seguir, são apresentadas as comparações dos desempenhos dos alunos em todos os instrumentos avaliados em função do ano escolar. Para tal, foi realizada a ANOVA e o teste *a posteriori* de Tukey.

Tabela 13: Comparação das médias entre os anos escolares (ANOVA)

		gl	F	P
RP TOTAL	Intergrupos	2	1,80	0,16
	Intragrupos	223		
	Total	225		
RIn A	Intergrupos	2	15,81	0,00
	Intragrupos	218		
	Total	220		
RIn B	Intergrupos	2	9,50	0,00
	Intragrupos	218		
	Total	220		
RIn C	Intergrupos	2	6,85	0,00
	Intragrupos	218		
	Total	220		

RIn D	Intergrupos	2	5,16	0,00
	Intragrupos	218		
	Total	220		
RIn TOTAL	Intergrupos	2	17,42	0,00
	Intragrupos	218		
	Total	220		
TRILHAS (S)	Intergrupos	2	1,82	0,16
	Intragrupos	221		
	Total	223		
TRILHAS (C)	Intergrupos	2	1,81	0,16
	Intragrupos	221		
	Total	223		
TRILHAS (S) B-A	Intergrupos	2	3,16	0,04
	Intragrupos	221		
	Total	223		

Fonte: pesquisa do próprio autor.

Por meio da Tabela 13, pode-se averiguar que a comparação das médias entre os anos escolares foi significativa em todas as condições do RIn e no Trilhas B-A.

Com o propósito de pormenorizar as diferenças entre as médias, o *Teste de Tukey* indica as diferenças significativas entre os anos escolares. São relatados apenas para os testes que mostraram significância estatística na ANOVA.

A Tabela 14 apresenta os resultados do *Teste de Tukey* em razão do ano escolar da etapa A do RIn.

Tabela 14. Subconjuntos formados pela *Prova de Tukey*. Etapa A do Teste RIn

Ano Escolar	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
3	51	4,29	
4	86		6,01
5	84		6,96
P		1,00	0,092

Fonte: pesquisa do próprio autor.

Como se pode observar na Tabela 14 foram formados dois grupos com médias diferentes. O primeiro grupo é constituído pelos alunos do terceiro ano e o segundo pelos alunos do quarto e quinto anos, o que indica que a média dos alunos de terceiro ano foi significativamente inferior à média dos alunos de quarto e quinto anos.

A Tabela 15 apresenta os resultados da *Prova de Tukey* em razão do ano escolar e da etapa B do RIn.

Tabela 15 – Subconjuntos formados pela *Prova de Tukey* - Etapa B do Teste RIn

Ano escolar	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
3	51	2,14	
4	86	2,27	
5	84		3,07
P		0,852	1,00

Fonte: pesquisa do próprio autor.

Observa-se na Tabela 15 que foram formados dois grupos. Um deles constituído pelos alunos do terceiro e quarto anos e outro pelos alunos do quinto ano. Esse agrupamento indica que não houve diferença significativa entre o terceiro e o quarto anos e que os dois anos se diferenciaram significativamente do quinto ano.

A Tabela 16 apresenta os resultados *Prova de Tukey* em razão do ano escolar e da etapa C do Teste Rin.

Tabela 16 – Subconjuntos formados pela *Prova de Tukey* - Etapa C do Teste RIn

Ano escolar	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
3	51	0,88	
4	86		1,50
5	84		1,39
P		1,00	0,79

Fonte: pesquisa do próprio autor.

Como se nota na Tabela 16, foram formados dois grupos. O primeiro constituído pelos alunos do terceiro ano, se diferenciou significativamente do grupo composto por alunos do quarto e quinto anos.

A Tabela 17 apresenta os resultados *Prova de Tukey* em razão do ano escolar e da etapa D do Teste Rin:

Tabela 17 – Subconjuntos formados pela *Prova de Tukey* - Etapa D do Teste RIn

Ano escolar	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
3	51	3,33	
4	86	4,13	4,13
5	84		4,55
P		0,074	0,48

Fonte: pesquisa do próprio autor.

Novamente, são observados dois grupos. O primeiro é composto pelos terceiro e quarto anos escolares e o segundo é composto pelo quarto e quinto anos. Dessa forma, o terceiro se diferenciou significativamente do quinto e o quarto ano não se diferenciou significativamente do terceiro nem do quinto.

A Tabela 18 apresenta os resultados *Prova de Tukey* em razão do ano escolar do Teste de Trilhas B-A.

Tabela 18 – Subconjuntos formados pela *Prova de Tukey*: Teste de Trilhas B-A

Ano escolar	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
3	53		-8,92
4	83	-9,79	-9,79
5	88	-11,99	
P		0,20	0,77

Fonte: pesquisa do próprio autor.

Na Tabela 18, é possível observar que foram formados dois grupos, sendo um deles constituído pelos alunos do terceiro ano e quarto anos e o outro pelos alunos do quarto e quinto anos. Assim, houve diferença significativa entre as médias dos alunos de terceiro e quinto anos.

A seguir, a Tabela 19 exhibe as análises de correlação de *Pearson* a resolução de problemas e as outras medidas avaliadas.

Tabela 19 – Correlação de *Pearson* entre a prova de Resolução de Problemas, o RIn e o Teste de Trilhas

		RIn A	RIn B	RIn C	RIn D	RIn TOTAL	TRILHAS (S)	TRILHAS (C)	TRILHAS (S) B-A
RP TOTAL	r	0,111	0,124	0,041	0,054	0,120	0,000	0,059	-0,045
	p	0,103	0,069	0,545	0,433	0,078	0,998	0,385	0,513

Fonte: pesquisa do próprio autor.

Na Tabela 19 podem ser observadas as correlações obtidas. Ressalta-se que não houve correlação significativa entre a tarefa de resolução de problemas e as demais tarefas.

A partir dos dados colhidos e tendo por alicerce a revisão da literatura examinada, no próximo tópico será apresentada a discussão dos resultados.

4.1 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A questão que norteou esta pesquisa foi verificar se a flexibilidade cognitiva e o raciocínio inferencial, funções cognitivas superiores, estão relacionadas com o bom desempenho das crianças na resolução de problemas matemáticos.

Trabalhando com alunos do 3º ao 5º anos do ensino fundamental de uma escola pública localizada em uma cidade do sul de Minas Gerais, os objetivos da presente investigação foram compreender melhor a resolução de problemas do ponto vista cognitivo a partir de suas possíveis relações com o raciocínio inferencial e a flexibilidade cognitiva; averiguar qual variável, se raciocínio inferencial ou flexibilidade cognitiva, prediz melhor a capacidade da criança de resolver problemas; comparar o desempenho das crianças em função do gênero, da área de residência e do ano escolar; e contribuir para o aprofundamento dos estudos que têm seus objetos comungados entre os processos cognitivos e a educação.

Não foi encontrado na base científica especializada estudo correlacional que tenha investigado a habilidade para resolver problemas de Matemática a partir do estudo da flexibilidade cognitiva e do raciocínio inferencial.

Nas próximas linhas serão discutidos os resultados de cada teste quanto à interpretação da amostra por grupos de crianças, que permitam comparar gênero (masculino e feminino), área de residência (urbana e rural) e ano escolar (3º, 4º e 5º do ensino fundamental); além da descrição dos resultados apresentados quanto à correlação entre a resolução de problemas e os processos cognitivos em estudo.

Em relação à Prova de Resolução de Problemas, cabe ressaltar que não há disponível dados normativos para fins de interpretação dos escores, pois se encontra nesta pesquisa a primeira grande aplicação do referido instrumento. No entanto, levando-se em consideração que o aproveitamento poderia variar entre 0 e 34 pontos, e em referência ao ponto médio desta escala (17), pode-se depreender dos resultados que a média do desempenho dos 226 alunos concentrou-se em torno deste valor intermediário.

Quando comparadas as médias do aproveitamento no Teste de Resolução de Problemas, em referência ao gênero, à área de residência e ao ano escolar, pode-se constatar diferenças não significativas estatisticamente.

Em se tratando do gênero, tem-se na pesquisa realizada por Conceição (2004), semelhantes considerações. Naquele estudo a autora buscou por examinar a relação entre gênero e desempenho na resolução de problemas matemáticos em 188 estudantes

do sexto ano do ensino fundamental (sendo 83 do gênero masculino e 105, do feminino). O desempenho dos estudantes foi mensurado por meio da aplicação de uma prova de Matemática, sendo registradas a nota de cada participante. Feita a análise estatística, a autora registrou diferenças não significativas entre as médias de aproveitamento dos estudantes, levando-se em consideração o gênero dos mesmos.

Em relação ao desempenho no RIn, a média obtida pelos participantes na presente pesquisa foi inferior aos dados normativos do RIn (SISTO, 2006), considerando a faixa etária. Não é possível determinar o motivo dessa diferença, mas pode-se sugerir alguma discrepância relacionada a particularidade da região ou da amostra desta pesquisa.

Pode-se, inclusive, ponderar sobre estes resultados considerando os dados obtidos nos demais testes, os quais revelaram aproveitamento dos participantes que não se estendeu para além da média da escala; o que nos permite considerar a possibilidade desta baixa média resultante no Teste RIn estar relacionada, por exemplo, ao baixo aproveitamento dos alunos em habilidades específicas exigidas naquela prova e que não foram objeto de estudo na presente dissertação.

Quanto à diferença entre as médias de aproveitamento no Teste RIn, no que diz respeito ao gênero e ao ano escolar, o estudo estatístico revelou que esta foi ocasionada pelo acaso. Contudo, quando apresentadas as comparações do desempenho discente em função do ano escolar, ficou visível que o aproveitamento dos alunos figurou tanto melhor quanto mais elevado apresentava o ano escolar dos mesmos.

Sisto (2006), por meio de estudo psicométrico, analisando o índice de dificuldade dos itens que compõem cada subteste do RIn, afirma que a complexidade das séries é crescente. Neste sentido, a série A apresenta menor dificuldade do que a série B; a série B, por sua vez, é mais fácil do que a série C, no que se depreende que a série de itens A é a mais fácil, enquanto a série D, a mais difícil.

Verificando os resultados de cada subteste do RIn levantados nesta dissertação, nota-se que a amostra comportou-se de modo diverso do apresentado por Sisto (2006), pois os discentes registraram um aproveitamento melhor na série D do que na série C. Este resultado pode estar relacionado ao número de questões que compõem cada série do Teste RIn, pois, enquanto a série A possui 12 itens, a B 8, a C 6 e a D 14; o que nos permite relacionar, além do maior impacto dos erros cometidos na série C em contraponto à D, a maior contundência das questões deixadas em branco em relação às duas séries; questões em branco estas registradas como erros pelos discentes.

Diante destes resultados, argumenta-se a necessidade de outras investigações que explorem o Teste RIn segundo metodologia implementada nesta oportunidade, mas com um enfoque mais amplo, incluindo outros participantes, outras instituições de ensino e localidades, para fins de considerações conclusivas; o que está além dos fins a que se promoveu esta investigação.

A respeito do Teste de Trilhas, a média registrada na condição B-A, e sua correspondente pontuação-padrão, indicou, segundo Seabra e Dias (2012, p. 66), a classificação de “média” para a amostra.

Quanto ao gênero, pode-se notar que a diferença averiguada nos resultados não foi significativa, determinada pelo acaso, portanto.

As pesquisadoras Seabra e Dias (2012), a fim de normatizar o Teste de Trilhas, enfocaram a idade e o ano escolar dos participantes; não registrando discussões sobre a questão de gênero. Apesar disso, noutra averiguação, Oliveira (2008), investigando evidências de validade para o Desenho da Figura Humana - Escala Sisto e o Desenho da Figura Humana - Machover, tendo como referência o estabelecimento de relação com o Teste de Trilhas e o Teste de Cancelamento; constatou que a diferença entre a média do aproveitamento no Teste de Trilhas não diferia em relação ao gênero dos participantes, por não terem apresentado disparidades estatisticamente significativas; percepção esta que vai ao encontro dos resultados apurados nesta dissertação.

Quanto aos dados relacionados ao local de residência, a significância estatística entre as médias mostrou diferença significativa apenas na condição C do Teste de Trilhas, constatando para este quesito expressivo desempenho dos alunos da área urbana em paralelo aos da área rural.

Tratando sobre a comparação entre as médias de aproveitamento dos alunos em função do ano escolar, verificou-se considerável diferença apenas na condição B-A, o qual revelou significativa desigualdade entre as médias obtidas pelos alunos do terceiro e quinto ano. O padrão de desenvolvimento da flexibilidade cognitiva observado neste estudo complementa os resultados relatados por Pereira *et al* (2012); neste, os autores verificaram uma tendência a progressão da flexibilidade cognitiva dos 4 até os 6 anos e quanto ao ano escolar.

Constatou-se que não houve correlação significativa entre as pontuações na tarefa de resolução de problemas e as pontuações no RIn e no Trilhas. A aplicação do Teste de Trilhas buscou por mensurar a flexibilidade cognitiva dos participantes. Recobrando o significado de flexibilidade cognitiva, em linhas consensuais

compreendida como a capacidade de o sujeito avaliar seus comportamentos quanto à eficácia, adaptando-os conforme a situação assim exigir, depende-se, portanto, que o indivíduo com perfil mediano terá um aproveitamento variável no dia-a-dia no que se refere à competência para reconhecer diferentes oportunidades para o trato de questões diversas, planejar, adaptando-se com criatividade ao percurso e eventualidades das exigências do ambiente em que está inserido (DILLON, 1992; MARTIN e RUBIN, 1995; GODOY *et al*, 2010; KLOO *et al*, 2010; GUERRA, CANDEIAS e PRIETO, 2014).

Esta verificação opõe-se a estudos como o promovido por Maia (2010) no qual se pode observar relação entre desempenho matemático e funções executivas. Já o estudo promovido por McGrew e Flanagan (1998) pode destacar que a inteligência fluida (Gf) é a que mais se relaciona com as funções executivas por se tratar de processos cognitivos de raciocínio que o indivíduo põe em prática diante de novas oportunidades, além de não poderem ser realizadas imediatamente e que demandam por conhecimentos prévios. Esses processos, segundo afirmam os pesquisadores, envolve relação entre idéias, indução de conceitos abstratos e resolução de problemas, por meio do uso do raciocínio inferencial.

Os resultados encontrados estão em sintonia com o estudo promovido por Pureza (2011), no qual se pode constatar o desenvolvimento progressivo dos componentes executivos na segunda infância, além de indícios de que as tarefas de fluência verbal, geração aleatória de números, inibição e iniciação de uma resposta verbal, e memória de trabalho apresentam componentes em comum, principalmente controle inibitório, flexibilidade cognitiva, velocidade de processamento e executivo central da memória de trabalho.

O baixo aproveitamento no Teste RIn pode ser interpretado segundo estudo promovido por Vaitses (2011), no qual investigou-se os processos cognitivos envolvidos na aprendizagem, realizando estudo no qual comparou o desempenho acadêmico, o desempenho matemático, o executivo central da memória de trabalho e o raciocínio lógico-matemático em trinta e cinco adolescentes do primeiro ano do ensino médio. Neste intuito, a pesquisadora ressaltou em seu trabalho os requisitos cognitivos para a compreensão; os quais tornam a Matemática difícil de ser ensinada e de ser aprendida. Nesta exigência de aporte cognitivo complexo é que se pode verificar com mais clareza o porquê da considerável dificuldade para os alunos no cumprimento de testes relacionados ao raciocínio lógico/inferencial/matemático.

Retomando os conceitos estudados tem-se que flexibilidade cognitiva é a capacidade de mudar de estratégias ou comportamentos, quando o resultado esperado não é atingido (GODOY *et al.*, 2010). Já o raciocínio inferencial consiste na capacidade para a partir de determinadas informações dadas inferir outras informações (VANIN, 2009). Ao passo que a Resolução problemas é a capacidade para compreender o texto e o que está sendo pedido, compreender o problema, tradução do texto em operações matemáticas e resolução do problema, das operações matemáticas e ainda verificar se todas as etapas da resolução foram contempladas (POLYA, 1995).

Não foram encontrados estudos que correlacionaram processos executivos e a resolução de problemas. No entanto, foram encontrados estudos que buscaram relação entre aritmética e funções executivas (GEARY, 1995; ALONSO e FUENTES, 2001; BUTTERWORTH, 2005). Como a resolução de operações matemáticas faz parte das etapas de resolução de problemas, e por isso, esse estudo de Maia (2010) indica a possibilidade de certa correlação entre a flexibilidade e a resolução de problemas. No entanto, essa hipótese não foi encontrada empiricamente.

É possível que não tenha sido obtida correlação entre os processos cognitivos avaliados e a resolução de problemas, devido a estrutura dos problemas elaborados. Como hipótese, pode ser que os problemas não exijam dos alunos a capacidade ou necessidade de mudar de estratégias quando necessário. O desempenho dos alunos em flexibilidade foi médio, então entende-se que os alunos fazem uso desse processo cognitivo, quando necessário, mesmo que seu uso não seja elevado. Os dados desta pesquisa revelaram correlação não significativa, o que sugere que a resolução desses problemas específicos independe da capacidade de flexibilidade cognitiva das crianças.

No caso da ausência de correlação entre a resolução de problemas e o raciocínio inferencial, pode-se pensar que novamente, os problemas elaborados não exigiram dos alunos a capacidade desse tipo de raciocínio. Apesar de serem necessários mais estudos sobre as demandas cognitivas dos problemas desenvolvidos, os dados parecem indicar que os problemas requerem maior capacidade de compreensão leitora e de habilidades aritméticas do que raciocínio inferencial.

Neste ensejo, espera-se que esta análise possa contribuir para a compreensão das relações entre a capacidade discente para a resolução de problemas matemáticos e as funções superiores do pensamento, tais como o raciocínio inferencial e a flexibilidade cognitiva, constructos estes abordados neste estudo.

Levando em consideração os resultados obtidos com a presente análise, considera-se relevante a continuidade dessa pesquisa, de modo a promover o incremento dos dados a serem analisados, seja no que diz respeito ao trabalho com uma maior quantidade de crianças daquela faixa de ensino, seja quanto a seleção de mais instituições escolares para a comparação dos dados e verificação das conclusões neste trabalho firmadas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pensar sobre os processos cognitivos envolvidos com a aprendizagem de Matemática permite de um lado o incremento de bases de informações sobre os processos do pensamento, e de outro o enfoque de pesquisas em Educação Matemática que se atém à busca por melhoria de estratégias afins à aprendizagem. Isto permite-nos antever possibilidades para a busca por métodos de ensino adequados às especificidades do discente, respeitadas suas particularidades quanto à apropriação de informações e construção do conhecimento mediado pelo professor, minimizadas atitudes e procedimentos generalistas e discriminatórios à prática docente.

Aos professores é necessário que acompanhem as discussões sobre a aprendizagem de Matemática em suas diversas direções, inclusive enquanto em interação harmônica com outros conteúdos curriculares, procurando por renovar sua prática junto aos seus alunos, explorando a resolução de problemas de modo a promover novos olhares sobre o conteúdo mediado de Matemática.

Esta temática em exame detém relevância para a educação por possibilitar aos educadores uma melhor visão acadêmica sobre os processos cognitivos envolvidos com a aprendizagem de Matemática no trajeto acadêmico-curricular dos discentes.

Considerando que os participantes desta pesquisa, em sua totalidade, são alunos de uma única instituição escolar, defende-se que pesquisas com outras amostras deveriam ser realizadas. Outra limitação deste estudo é que não foram investigadas questões referentes à compreensão de leitura, apesar de ser extremamente importante para a resolução de problemas.

As análises dos dados coletados neste estudo apontaram relação estatisticamente não significativa entre os constructos analisados. Porém, tais dados devem ser apreciados com prudência, visto que a aplicação dos instrumentos de coleta de dados se deu em uma única instituição de ensino e um dos testes, o de resolução de problemas, demanda por futuras análises quanto à validade, pois foi nesta oportunidade de pesquisa em que ocorreu a primeira grande aplicação do mesmo. Futuras análises deverão ser conduzidas a título de variar a amplitude amostral, validar o teste elaborado por Borges e Fernandes (2014). A justificativa para estes resultados sugere outros estudos que devem considerar a oportunidade de se utilizar de uma amostra mais ampla, composta de sujeitos de um maior número de instituições, inclusive.

Há que se destacar também que o Teste de Raciocínio Inferencial teve sua metodologia de aplicação alterada utilizando-se de computadores e formulários digitais. A conveniência e adequação do desenho deste novo ferramental metodológico merece estudo mais abrangente e que foge dos objetivos desta dissertação.

Assim, os resultados deste levantamento trazem elementos que apoiam a necessidade de aprofundamento nas pesquisas, a necessidade de revisão e manutenção dos questionamentos com o amparo de estudos recentes em delineamento tanto da área da educação, quanto da psicologia cognitiva.

Apesar das limitações, consideramos poder ter contribuído com um exame promissor para estudar a resolução de problemas a partir do raciocínio inferencial e da flexibilidade cognitiva. Pode-se perceber o quanto se mostrou relevante a contribuição da psicologia cognitiva para a educação, e vice-versa; a partir do ensejo em que sejam oportunizadas aproximações entre os saberes destas duas áreas científicas.

REFERÊNCIAS

ALAVARSE, O. M.; BRAVO, M. H.; MACHADO, C. **Avaliações externas e qualidade na educação básica:** articulações e tendências. Estudos em Avaliação Educacional (Impresso), v. 24, p. 12-31, 2013. Disponível em: <<http://www.fcc.org.br/pesquisa/publicacoes/eae/arquivos/1783/1783.pdf>> Acesso em: 02 fev. 2014.

ALONSO, D; FUENTES, L. J. Mecanismos cerebrales del pensamiento matemático. **Revista de Neurología**, 33, 1-9. 2001.

AMARAL, A. O.; ALMEIDA, L. S.; MORAIS, M. J. **Raciocínio e Rendimento Escolar:** estudo com adolescentes moçambicanos da 8.^a à 10.^a classe. Universidade do Minho. Instituto de Educação. Centro de Investigação em Educação. 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1822/28539>> Acesso em: 29 ago. 2014.

ARANHA, M. L. A; MARTINS, M. H. P. Instrumentos de pensar. In: ARANHA, M. L. A; MARTINS, M. H. P. **Filosofando:** introdução à filosofia. 3. ed. rev. e atual. São Paulo: Moderna, 2006.

ARFFA, S. **The relationship of intelligence to executive function and non-executive function measures in sample of average, above average and gifted youth.** Archives of Clinical Neuropsychology, v. 22, p. 969-978, 2007.

BORGES, R. A. S.; FERNANDES, D. C. **Teste de Resolução de Problemas.** Universidade do Vale do Sapucaí - Univás - Pouso Alegre, 2014.

BORGES, R. A. S. **Circulação e apropriação do ideário do movimento da matemática moderna nas séries iniciais:** as revistas pedagógicas no Brasil e em Portugal. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Universidade Bandeirantes de São Paulo - UNIBAN. São Paulo. 2011.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012.** Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.conselho.saude.gov.br/web_comissoes/conep/index.html>. Acesso em: 03 set. 2013.

_____. Ministério da Educação. **Matriz de Referência Comentada: Matemática, Leitura e Escrita.** Brasília: MEC/SEF, 2008. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/brasilalfabetizado/matriz_referencia.pdf> Acesso em: 28 out. 2013.

_____. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio).** Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 1999. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>> Acesso em: 05 nov. 2013.

_____. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática.** Brasília: MEC/SEF, 1997. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro03.pdf>> Acesso em: 05 nov. 2013.

_____. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais dos Temas Transversais.** Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ttransversais.pdf>> Acesso em: 15 out. 2013.

_____. Ministério da Educação. **Plano de Desenvolvimento da Educação – PDE**. Brasília: MEC/SEB; Inep, 2008. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/prova%20brasil_matriz2.pdf> Acesso em: 13 out. 2013.

BRISSIAUD, R.; SANDER, E. **Arithmetic word problem solving: a situation strategy first framework**. *Developmental Science*, 2009.

BRITO, M. R. F. Psicologia da educação matemática: um ponto de vista. **Educar em Revista**, Curitiba, Brasil, n. Especial 1/2011, Editora UFPR, p. 29-45, 2011.

BUTTERWORTH, B. The development of arithmetical abilities. **Journal of Child Psychology and Psychiatry**, 2005. pp. 3-18. Disponível em: <<http://www.mathematicalbrain.com/pdf/BUTTJCPP05.PDF>> Acesso em: 15 set. 2013

CARVALHO, J. C. N. *et al.* Tomada de Decisão e Outras Funções Executivas: um estudo correlacional. **Ciência & Cognição**, Vol. 17(1): 094-104. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/viewFile/764/528>> Acesso em: 02 set. 2014.

CASTAÑÓN, G. **O que é cognitivismo: fundamentos filosóficos**. São Paulo: EPU, 2007.

COELHO, D. G. *et al.* Desempenho de estudantes em instrumentos de atenção e funções executivas: análise de efeito da idade. **Revista Sul Americana de Psicologia**, v. 2, n. 2, 2014. Disponível em: <<http://www.revista.unisal.br/am/index.php/psico/article/view/36/56>> Acesso em: 02 nov. 2014.

CONCEIÇÃO, N. S. **Uma análise das relações entre os gêneros na solução de problemas**. Monografia; (Aperfeiçoamento/Especialização em Educação Matemática) - Universidade Santa Cecília; 2003.

CRESWELL, J. W. **Projeto de Pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Porto Alegre, Artmed, 2007.

DANCEY, C.; REIDY, J. **Estatística sem Matemática para Psicologia: usando SPSS para Windows**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

DEHAENE, S.; COHEN, L. **Towards an anatomical and functional model of number processing**. *Math. Cogn.* 1, 83–120. 1995.

DILLON, R. A componential sub-theory of cognitive flexibility. **Technical Report**. p. 92-101. Carbondale, IL: Cognitive Processes Research Report, 1992.

DINIZ, M. I. Resolução de problemas e comunicação. In: SMOLE, K. S.; DINIZ, M. I. **Ler, escrever e resolver problemas: habilidades básicas para aprender matemática**. Porto Alegre: Artmed, 2001, p. 87-97.

FLAVELL, J.H. **A psicologia do desenvolvimento de Jean Piaget**. São Paulo: Pioneira, 1988.

FLAVELL, J.H.; MILLER, P.; MILLER, S.A. **Desenvolvimento cognitivo**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

FLEMMING, D. M.; LUZ, E. F.; MELLO, A. C. **Tendências em educação matemática**. Instrucional designer: Elisa Flemming Luz. 2. ed. Palhoça(SC): UnisulVirtual, 2005. 87p. Disponível em: <http://busca.unisul.br/pdf/89279_Diva.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2014.

FRIEDMAN, N. P. *et al.* Not all executive functions are related to intelligence. **Psychological Science**, v. 17, n. 2, p. 172–179, 2006.

FUENTES, D. *et al.* **Neuropsicologia: teoria e prática**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

GARDNER, H. **Estruturas da Mente: A teoria das inteligências múltiplas**. 1 ed., Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

GEARY, D. C. Reflections of evolution and culture in children's cognition: implications for mathematical development and instruction. **American Psychologist**, 50, 24 – 37. 1995.

GODOY, S. *et al.* Concepções Teóricas Acerca das Funções Executivas e das Altas Habilidades. Universidade Presbiteriana Mackenzie. CCBS . Programa de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento. **Cadernos de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento**, São Paulo, v.10, n.1, p.76-85, 2010.

GUERRA, C. G.; CANDEIAS, A.; PRIETO, G. Flexibilidade Cognitiva: repensar o conceito e a medida da inteligência. Edição. *In: **Cognição, Aprendizagem e Rendimento** – I Seminário internacional [e-book]*. Universidade do Minho. 2014. 97p. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/28534/1/E-BOOK%201%20-%20Cogni%C3%A7%C3%A3o%20aprendizagem%20e%20rendimento.pdf>>. Acesso em 11 ago. 2014

BRASIL, INEP. **Relatório Nacional Saeb 2003**. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Brasília: Ministério da Educação, 2006. 266 p.

JOHNSTONE, B.; HOLLAND, D.; LARIMORE, C. Language and academic abilities. *In: G. Groth-Marnat (Org.), **Neuropsychological assessment in clinical practice: A guide to test interpretation and integration** (pp. 335–354)*. New York, NY: John Wiley & Sons, Inc, 2000.

KAY, J.; TASMAR, A. **Psiquiatria: ciência comportamental e fundamentos clínicos**. São Paulo: Manole, 2000.

KLOO, D.; PERNER, J.; MARKUS, A.; SCHMIDHUBER, N. Perspective taking and cognitive flexibility in the Dimensional Change Card Sorting (DCCS) task. **Cognitive Development**, n°. 25, p. 208-217, 2010.

KOLB, B.; WHISHAW, I. Q. **Neurociência do Comportamento**. São Paulo: Manole, 2002.

LAMBIDIN, 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, 2007. p. 3-25.

LÉON, C. B. R. *et al.* Funções Executivas e Desempenho Escolar em Crianças de 6 a 9 Anos de Idade. **Revista Psicopedagogia**. Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/psicoped/v30n92/05.pdf>> Acesso em: 04 maio 2014.

MAIA, V. **Funções Neuropsicológicas e Desempenho Matemático: um estudo com crianças de 2ª série**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/25846/000754929.pdf?sequence=1>> Acesso em 15 set. 2014.

MARTIN, M. M.; RUBIN, R. B. A New Measure of Cognitive Flexibility. **Psychological Reports**: v. 76, p. 623-626, 1995.

McGREW, K. S.; FLANAGAN, D. P. **The Intelligence Test Desk Reference (ITDR): Gf-Gc Cross-battery Assessment**. Needham Heights: Allyn & Bacon, 1998.

MONTIEL, J. M.; SEABRA, A. G. Teste de Trilhas – Partes A e B. In: SEABRA, A. G.; DIAS, N. M. (Orgs.). **Avaliação Neuropsicológica Cognitiva: atenção e funções executivas**. p. 69-75. São Paulo: Memnon. 2012.

NASCIMENTO, H. G. **Metodologia e didática do ensino de matemática**. Faculdade de tecnologia e Ciências – FTC. Ensino a Distância. 1 ed. sem data. Disponível em: <<http://www.ead.ftc.br/portal/upload/mat/4p/02MetodologiaeDidaticadoEnsinodeMatematica.pdf>> Acesso em: 08 jun. 2014.

NATIONAL Council of Teachers of Mathematics. **An Agenda for Action: Recommendations for School Mathematics of the 1980's**. Reston, VA-USA, 1980.

NEVES, D. A. **Ciência da informação e cognição humana: uma abordagem do processamento da informação**. Ciência da Informação. Brasília, v.35(1), p. 39-44. 2006.

ONRUBIA, J.; ROCHERA, M.; BARBERÀ, E. O ensino e a aprendizagem da matemática: uma perspectiva psicológica. In: COLL, C. A. MARCHESI, J. P., **Desenvolvimento psicológico e educação: Psicologia da educação escolar** (p. 327-341). Porto Alegre: Artmed. 2004.

ONUCHIC, L. R.; ALLEVATO, N. S. G. Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. **Boletim de Educação Matemática**; 2011. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291223514005>>. Acesso em: 05 fev. 2014.

PAPALIA, D.; OLDS, S. W.; FELDMAN, R. D. **Desenvolvimento Humano**. Porto Alegre: Artmed, 2013.

PEIXOTO, L. M. Estudo das variáveis da inteligência (Q.I. e Factor 'g') e sua relação com problemas de aprendizagem-comportamento: estudo tomando a percepção dos professores. In: Silva BD, Almeida LS, orgs. **Actas do VIII Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia**. Braga: Universidade do Minho; 2005.

PEREIRA, A. L. **Problemas matemáticos: caracterização, importância e estratégias de resolução**. Disciplina MAT450 – Seminários de Resolução de Problemas. IME-USP - Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo. 2002. Disponível em: <http://www.esev.ipv.pt/mat1ciclo/Resolucao%20probs/mat450-2001242-seminario-8-resolucao_problemas.pdf> Acesso em: 02 abr. 2014.

PEREIRA, A. P. P. Flexibilidade Cognitiva em Crianças Avaliada Pelo Teste de Trilhas Para Pré-Escolares. **Revista Portuguesa de Dificuldades de Aprendizagem**, nº 1, v. 1. 2012. Disponível em: <<http://www.ldworldwide.org/flexibilidade-cognitiva-em-criancas-avaliada-pelo-teste-de-trilhas-para-pre-escolares>> Acesso em: 23 jun. 2014.

PIAGET, J. **Biologia e conhecimento: ensaio sobre as relações entre as regulações orgânicas e os processos cognoscitivos**. 2 ed. Petrópolis: Vozes, 1996.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Interciência, 1975.

PUREZA, J. R. **Funções executivas na segunda infância: comparação quanto à idade e correção entre diferentes medidas**. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUC/RS. Faculdade de Psicologia. Porto Alegre, 2011.

Disponível em: <<http://repositorio.pucrs.br/dspace/handle/10923/4914>> Acesso em: 05 out. 2013.

SANTANA, S. M.; ROAZZI, A.; DIAS, M. G. B. B. **Paradigmas do desenvolvimento cognitivo: uma breve retrospectiva.** Estudos de Psicologia, 11(1), 2006, p.71-78.

SARAVALI, E. G.; GUIMARAES, T. **Ambientes educativos e conhecimento social: um estudo sobre as representações de escola.** Educ. rev. [online]. v.26, n.1, p. 157-184. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-46982010000100008> Acesso em: 12 mar. 2014.

SCHEUER, C.I. Desenvolvimento Cognitivo da Criança. *In*: ASSUMPÇÃO Jr, F. B.; KUCZYNSKI, E. (Ed.), **Tratado de psiquiatria da infância e adolescência.** (p. 81-85). São Paulo: Atheneu, 2003.

SCHLIEMANN, A. D., ARAUJO, C., CASSUNDÉ, M. A., MACEDO, S., NICÉIAS, L. Multiplicative commutativity in school children and street sellers. **Journal for Research in Mathematics Education**, 29(4), 422-435. 1998.

SCHELINI, P. W. Teoria das Inteligências Fluida e Cristalizada: início e evolução. **Estudos de Psicologia.** 11(3), 323-332. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epsic/v11n3/10.pdf>> Acesso em: 12 dez. 2014.

SCHOENFELD, A. **Cognitive Science and Mathematics Education.** Hillsdale, NJ: Erlbaum Assoc. 1987.

SEABRA, A. G.; DIAS, N. M. (Orgs.). **Avaliação neuropsicológica cognitiva: atenção e funções executivas.** Vol. 1. São Paulo: Memnon. 2012.

SILVA, E. L.; CUNHA, M. V. **A formação profissional no século XXI: desafios e dilemas.** Ci. Inf. [online]. Vol.31, n.3, pp. 77-82. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-19652002000300008> Acesso em: 15 dez. 2014.

SILVA, F. C. **Evidências de Validade Pelo Processo de Resposta Para o Teste de Raciocínio Inferencial (RIIn).** Dissertação (Mestrado) - Universidade São Francisco - USF, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Psicologia, Itatiba, 2011. Disponível em: <<http://www.usf.edu.br/galeria/getImage/385/518342226774148.pdf>> Acesso em: 07 maio 2014.

SILVEIRA, J. F. P. **O que é um problema matemático?** Publicado em 14.01.2001. Disponível em: <<http://athena.mat.ufrgs.br/~portosil/resu1.html>> Acesso em: 04 jan. 2014.

SISTO, F. F. **Teste de raciocínio inferencial RIIn: manual.** São Paulo: Vetor Editora. 2006.

_____. Delineamento Correlacional. *In*: BAPTISTA, M. N.; CAMPOS, D. C. **Metodologia de Pesquisa em Ciências: Análises Quantitativa e Qualitativa.** Rio de Janeiro: LTC, 2007.

SKINNER, B. F. **Ciência e Comportamento Humano.** 11 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

SKOVSMOSE, O. **Educação Matemática crítica: A questão da democracia.** Campinas: Papirus, 2001.

SMOLE, K. S. DINIZ, M. I. (Orgs.) **Ler escrever e resolver problemas**: habilidades básicas para aprender matemática. Porto Alegre: Artmed, 2001.

SPEARMAN, C. H. General intelligence objectively determined and measured. **American Journal of Psychology**, 15, p. 201-293, 1904.

SPERBER, D.; WILSON, D. **Relevance**. first edition 1986, Oxford: Blackwell, 1995.

STANIC, G. M. A; KILPATRICK, J. **Perspectivas históricas da resolução de problemas no currículo de matemática**. Disponível em: <<http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/sd/textos/stanic-kilpatrick.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2014.

STERNBERG, R. J. **Psicologia Cognitiva**. 4 ed. Porto Alegre: Artes Médicas. 2008.

STRAUSS, E.; SHERMAN, E.M.S.; SPREEN, O. **A Compendium of Neuropsychological tests: administration, norms, and commentary**. 3 ed. New York: Oxford University Press. 2006

TABOADA, N. G. **A implementação de jogos de regras no cotidiano escolar como forma de estimulação das funções executivas**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Florianópolis, 2009. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/92832>> Acesso em: 11 out. 2013.

UTSUMI, D. A. *et al.* Correlação entre velocidade de processamento e atenção alternada em crianças saudáveis de seis anos. **Psicologia Hospitalar**. Vol.12, no.1, p.86-106. São Paulo: 2014. Disponível em: <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/ph/v12n1/v12n1a06.pdf>> Acesso em: 02 mar. 2015.

VAITSES, V. D. C. **Processos cognitivos e desempenho escolar em adolescentes: desempenho matemático, executivo central da memória de trabalho e raciocínio lógico matemático**; Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Porto Alegre. 2011. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/35345>> Acesso em: 12 nov. 2013.

VALENTINI, F. **A relação entre inteligência fluida, desempenho acadêmico e aprendizagem**: uma abordagem multinível. Tese (Doutorado) - Universidade de Brasília - UnB. Brasília, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10482/14739>> Acesso em: 11 fev. 2015.

VANIN, A. A. **A construção do significado inferencial sob o prisma da interface Semântica/Pragmática**. ReVEL, vol. 7, n. 13, 2009. Disponível em: <http://www.revel.inf.br/files/artigos/revel_13_a_construcao_do_significado_sob_o_prisma.pdf>. Acessado em: 07 out. 2013.

VASCONCELOS, L. Neuropsicologia da Atividade Matemática: Aspectos funcionais. *In: Anais do SIPEMAT*. Recife: Programa de Pós-Graduação em Educação – Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, 2006. Disponível em: <<http://www.lematec.no-ip.org/CDS/SIPEMAT06/artigos/vasconcelos.pdf>> Acessado em: 02 ago. 2014.

ANEXO A – TESTE DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS**RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM MATEMÁTICA**

Nome _____

Ano/Turma: _____ Idade: _____ Sexo: [] Masculino [] Feminino

Resolva os problemas abaixo, usando as operações fundamentais:

1. Uma caixa de bombons tem ao todo de 8 chocolates. Fernanda comprou 6 caixas e mais 3 chocolates avulsos. Quantos chocolates Fernanda comprou?

- a) 56 chocolates
- b) 51 chocolates
- c) 49 chocolates
- d) 48 chocolates

2. Ricardo tinha um total de R\$ 150,00 e foi pagar as contas de luz, água e telefone. A conta de luz era de R\$ 38,00, a conta de água foi de R\$ 50,00 e a de telefone de R\$ 45,00. Quanto sobrou para Ricardo?

- a) R\$ 133,00
- b) R\$ 135,00
- c) R\$ 15,00
- d) R\$ 17,00

3. Supondo que hoje é dia 20 de novembro de 2013. Quantos dias faltam para terminar o ano?

- a) 42 dias
- b) 41 dias
- c) 48 dias
- d) 52 dias

4. Ao contar os carrinhos de sua coleção, Eduardo formou 10 grupos de 4 carrinhos e ainda sobraram 2 carrinhos. Quantos carrinhos Eduardo tem na sua coleção?

- a) 40 carrinhos
- b) 52 carrinhos
- c) 58 carrinhos
- d) 42 carrinhos

5. Fabiana comprou um pacote de biscoito por R\$2,10, uma caixa de bombons por R\$3,80 e um refrigerante lata por R\$2,50. Quanto ele gastou no total dessa compra?

- a) R\$ 7,40
- b) R\$ 8,40
- c) R\$ 6,40
- d) R\$ 5,40

6. Leonardo ganhou R\$ 23,60 de seu tio, comprou um boné por R\$ 8,15 e uma camiseta por R\$ 12,50. Quanto sobrou para Leonardo?

- a) R\$ 44,60
- b) R\$ 46,40
- c) R\$ 2,95
- d) R\$ 2,40

7. Thiago está morando em São Paulo há exatamente 4 anos. Admitindo que um ano tem 365 dias, há quantos dias Thiago está morando em São Paulo?

- a) 1460 dias
- b) 1440 dias
- c) 1560 dias
- d) 1540 dias

8. No início do ano Amanda comprou o material escolar de seu filho: três cadernos por R\$ 1,50 cada um; uma borracha por R\$ 0,50; um lápis por R\$ 1,00, uma tesoura por R\$ 5,20. Ao todo, quanto Amanda gastou nessa compra?

- a) R\$ 8,20
- b) R\$ 6,20
- c) R\$ 11,20
- d) R\$ 12,20

9. Na tabela dos jogos da copa do mundo 2014, os 32 países classificados foram divididos em 8 grupos com a mesma quantidade de países. Quantos países estão em cada grupo?

- a) 6 países
- b) 8 países
- c) 7 países
- d) 4 países

10. Marcos tinha 180 figurinhas. Colou 9 em cada página do seu álbum completando os 9 espaços vazios. Quantas páginas tinha esse álbum de Marcos?

- a) 10 páginas
- b) 20 páginas
- c) 18 páginas
- d) 90 páginas

11. O taxista Gilberto, no sábado passado, rodou 86 quilômetros pela manhã, 38 quilômetros à tarde e 48 quilômetros à noite. No total, quantos quilômetros Gilberto percorreu em seu táxi nesse sábado de trabalho?

- a) 186 Km
- b) 102 Km
- c) 170 Km
- d) 172 Km

12. Um coelho só abre os olhos depois de 11 dias de nascido. Bidu é um coelho com 35 dias. Há quantos dias Bidu já abriu os olhos?

- a) 46 dias
- b) 26 dias
- c) 14 dias
- d) 24 dias

13. Uma bola de basquete tem em torno de 550 gramas e uma bola de vôlei em torno de 294 gramas. Quantos gramas a bola de vôlei tem a menos que a bola de basquete?

- a) 844 gramas
- b) 256 gramas
- c) 146 gramas
- d) 216 gramas

14. O Sítio Santa Helena tem atualmente: 134 bois, 125 vacas, 20 peixes, 45 galinhas, 38 patos e 25 carneiros. Qual o número total de pés desses animais?

- a) 1342 pés
- b) 390 pés
- c) 1302 pés
- d) 387 pés

15. As cores do semáforo, na frente da casa de Gilda mudam a cada 30 segundos. A Gilda ficou na janela durante 5 minutos. Quantas vezes as cores modificaram?

- a) 10 vezes
- b) 12 vezes
- c) 6 vezes
- d) 16 vezes

16. Uma pista de corrida na forma circular tem 1864 metros de comprimento. Eliseu correu 3250 metros. Quantos metros ele ainda deve correr para atingir o ponto de partida?

- a) 478 metros
- b) 568 metros
- c) 1386 metros
- d) 1286 metros

17. Juliana foi ao supermercado e sua compra ficou em R\$ 85,00. Passou na padaria e comprou R\$ 35,00 de lanches e R\$ 15,00 de refrigerantes. Cada lanche custou R\$ 7,00 e cada refrigerante custou R\$3,00. Sabendo que Juliana oferecerá um refrigerante e um lanche para cada um de seus convidados e que ainda ela mesma comerá um lanche e um refrigerante, quantos convidados Juliana tem?

- a) 4 convidados
- b) 12 convidados
- c) 5 convidados
- d) 16 convidados

ANEXO B – TESTE DE RACIOCÍNIO INFERENCIAL – RIn

A Figura 1 apresenta parte do Teste de Raciocínio Inferencial – RIn (SISTO, 2006), com seis alternativas de resposta para preenchimento da célula em branco, conforme série lógica de representações gráficas:

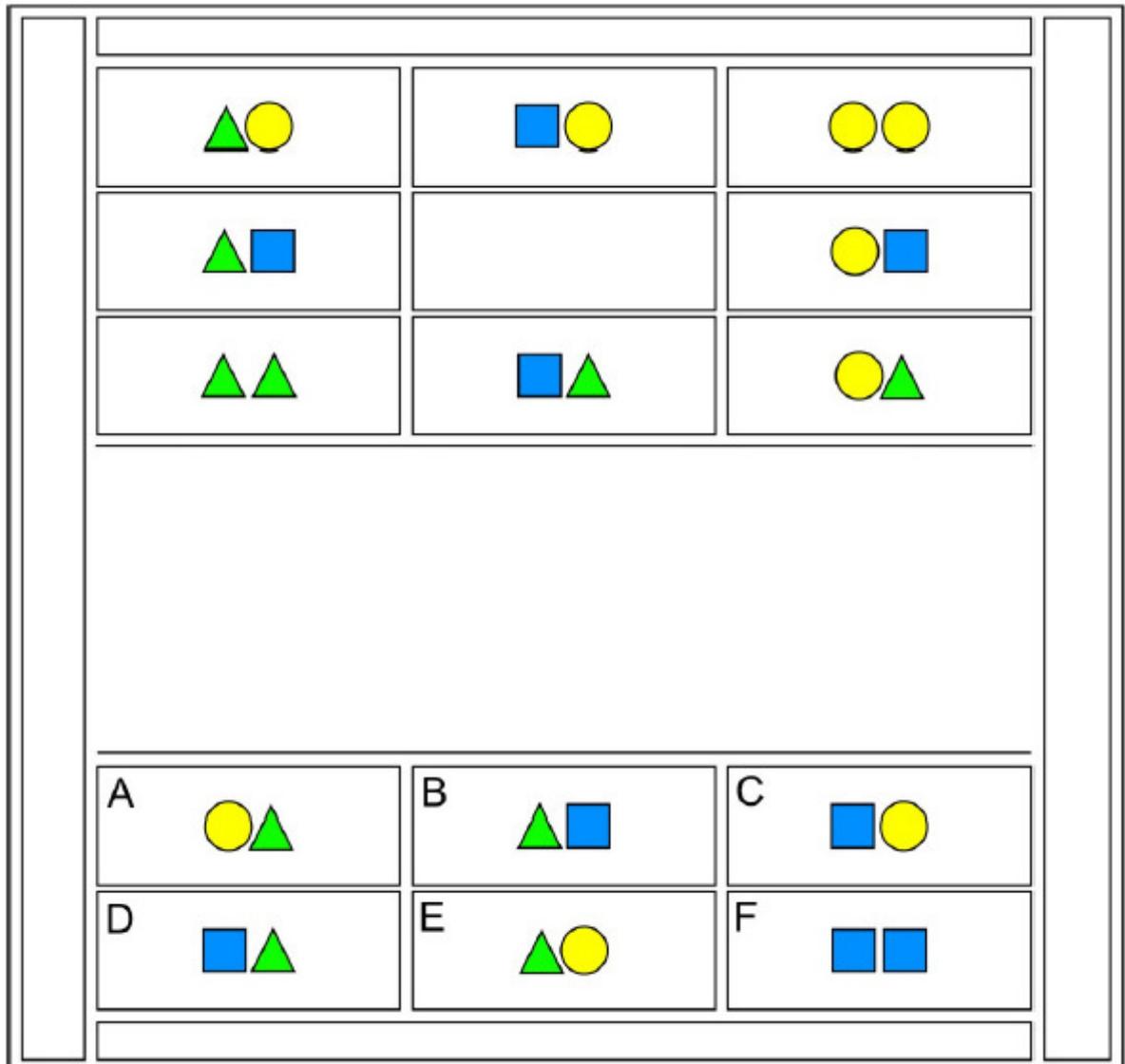


Fig. 1 – Parte do Teste de Raciocínio Inferencial – RIn (SISTO, 2006).

ANEXO C – TESTE DE TRILHAS – PARTE B

A Figura 2 apresenta instrução para a resolução parte do Teste de Trilhas – B (MONTIEL; SEABRA, 2012), com exemplo de método de resposta correta:

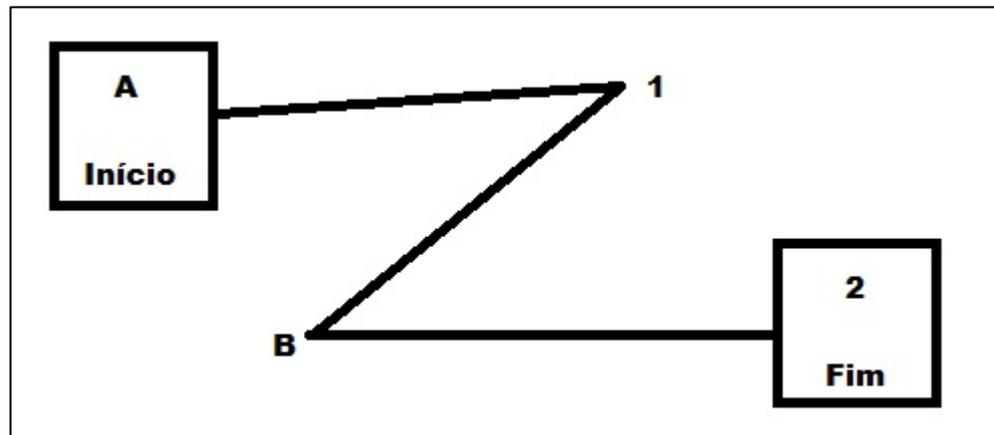


Fig. 2 – Método de resposta para o Teste de Trilhas (B).

TERMO DE PERMISSÃO PARA PUBLICAÇÃO
(Cessão de direitos)

Eu, MAGNO DE SOUZA ROCHA, declaro com este termo permitir a publicação da dissertação de minha autoria pela Universidade do Vale do Sapucaí, em versão eletrônica, para fins de uso exclusivamente acadêmico, a ser disponibilizada no site oficial dessa Universidade.

Título da dissertação: "Compreendendo a resolução de problemas matemáticos: relações com o raciocínio inferencial e a flexibilidade cognitiva".

Por ser verdade, assino o presente termo em meu nome.

Pouso Alegre, 23 de junho de 2015.

Magno de Souza Rocha

