



Faculdade de Educação - FE
Programa de Pós-Graduação em Educação
Linha de Pesquisa: Educação em Ciências e Matemática
Eixo de Interesse: Educação Matemática, Avaliação e Criatividade

**CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DE INSTRUMENTO DE MEDIDA DE
CRIATIVIDADE NO CAMPO DA MATEMÁTICA PARA ESTUDANTES
CONCLUINTEs DA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Mateus Gianni Fonseca

BRASÍLIA

2015



Faculdade de Educação - FE
Programa de Pós-Graduação em Educação
Linha de Pesquisa: Educação em Ciências e Matemática
Eixo de Interesse: Educação Matemática, Avaliação e Criatividade

**CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DE INSTRUMENTO DE MEDIDA DE
CRIATIVIDADE NO CAMPO DA MATEMÁTICA PARA ESTUDANTES
CONCLUINTEs DA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Mateus Gianni Fonseca

Dissertação apresentada, sob orientação do Professor Dr. Cleyton Hérculos Gontijo, ao Programa de Pós-graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade de Brasília – PPGE/FE/UnB referente à Linha de Pesquisa em Educação em Ciências e Matemática – ECMA, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação.

BRASÍLIA

2015

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

FF676c Fonseca, Mateus Gianni
Construção e Validação de Instrumento de Medida de
Criatividade no Campo da Matemática para Estudantes
Concluintes da Educação Básica / Mateus Gianni
Fonseca; orientador Cleyton Hércules Gontijo. --
Brasília, 2015.
104 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Educação) --
Universidade de Brasília, 2015.

1. Criatividade no campo da matemática. 2. Teste
de criatividade em matemática. 3. Problemas abertos.
4. Educação Matemática. I. Gontijo, Cleyton Hércules,
orient. II. Título.

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DE INSTRUMENTO DE MEDIDA DE
CRIATIVIDADE NO CAMPO DA MATEMÁTICA PARA ESTUDANTES
CONCLUINTEs DA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Mateus Gianni Fonseca

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Cleyton Hércules Gontijo
Orientador – FE/UnB

Profa. Dra. Regina da Silva Pina Neves
Membro – MAT/UnB

Profa. Dra. Erondina Barbosa da Silva
Membro – UCB

Prof. Dr. Cristiano Alberto Muniz
Suplente – FE/UnB

BRASÍLIA

2015

A todos os familiares e amigos.

Em especial, à minha esposa e à minha mãe – As duas mulheres de minha vida!

AGRADECIMENTOS

Ao professor Cleyton Hércules Gontijo, orientador e amigo, por ter acreditado em meu potencial e muito me auxiliado com suas contribuições acadêmicas sempre de forma calma e serena.

Aos professores que compuseram a banca de defesa desta dissertação pelas assertivas contribuições que foram propostas visando o aprimoramento deste trabalho, bem como pela participação especial que tiveram na fase de qualificação do projeto de pesquisa.

Aos familiares e amigos que sempre me incentivaram, direta ou indiretamente, na conclusão dessa etapa da vida, a qual para mim se configura parte de um sonho realizado.

A Deus.

Resumo

Trata-se de uma pesquisa cujo objeto foi a construção e validação de instrumento de medida de criatividade no campo da matemática voltado a alunos concluintes da educação básica, mais precisamente a alunos cursistas do 3º ano do ensino médio. Buscou-se a partir de uma intersecção entre as literaturas das áreas de psicologia, da educação e da educação matemática, integrar conceitos importantes que fundamentem a elaboração dos testes, a partir da teoria clássica de testes - TCT, para, com validade e fidedignidade, construir instrumento útil para o desenrolar de novas pesquisas da temática em discussão. A elaboração do teste ancora-se em estudos de resolução de problemas, especificamente de problemas abertos, considerando o rico potencial que tal proposta didática possui como elemento impulsionador ao surgimento de características de criatividade como fluência, flexibilidade e originalidade. Como estratégia metodológica realizou-se uma pesquisa exploratória, sob a perspectiva empírico-analítica, tendo por condução de dados um perfil multimetodológico a partir da categorização das soluções propostas pelos componentes da amostra (análise qualitativa) e consequentes análises estatísticas (análise quantitativa). Por resultados, o instrumento denominado por Teste de Desempenho Criativo no Campo da Matemática – TDCCM, foi construído e testado alcançando a partir da análise de consistência interna entre os itens os coeficientes Cronbach $\alpha=0,784$ ($\alpha=0,815$ com base em itens padronizados) e $\alpha=0,771$ ($\alpha=0,857$ com base em itens padronizados) nas versões A e B, respectivamente.

Palavras-Chave: Criatividade em matemática. Teste de criatividade em matemática. Problemas abertos.

Abstract

The object of this research was the construction and validation of a creativity measurement instrument in the Mathematics field and focused on graduating students of the secondary education, precisely on 3rd year of high school students. Through an intersection among the theoretical frameworks of the Psychology, Education, and Mathematics Education fields, we aimed at integrating important concepts that formed the basis of the elaboration of the tests, as from the Classical Test Theory – CTT, in order to create – with validity and reliability - a useful instrument to the development of new researches on the subject under discussion. The elaboration of the test was based on problem solving studies, specifically of open problems, considering the high potential of that teaching practice as a stimulus for the emergence of creativity features, such as fluency, flexibility, and uniqueness. As a methodological strategy, an exploratory research was carried out under the empirical-analytical perspective. The research data were then analyzed in a multimethodological profile, starting from the categorization of the solutions proposed by the sample components (qualitative analysis) and subsequent statistical analysis (quantitative analysis). As a result, the instrument called Creative Performance Test in the Field of Mathematics – CPTFM was developed and tested. The analysis of internal consistency among the variables showed that the instrument reached Cronbach's alpha coefficients of $\alpha=0,784$ ($\alpha=0,815$ based on standardized variables) and $\alpha=0,771$ ($\alpha=0,857$ based on standardized variables) in versions A and B, respectively.

Keywords: Creativity in Mathematics. Creativity Test in Mathematics. Open problems.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Níveis de alfabetismo funcional.....	17
Quadro 2: Etapas/Estágios de Resolução de Problemas e Estágios do Pensamento Criativo	44
Quadro 3: Perfil Acadêmico-Profissional dos Juízes.....	57
Quadro 4: Esquema de Pontuação para Teste de Criatividade	64
Quadro 5: Esquema de Pontuação para o TDCCM	66
Quadro 6: Quadro de correção - a	67
Quadro 7: Quadro de correção - b	68
Quadro 8: Quadro de correção - c.....	69
Quadro 9: Quadro de correção - d	69

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: “Os diversos tipos de tarefas, em termos do grau de dificuldade e de abertura” - a.....	36
Figura 2: “Os diversos tipos de tarefas, em termos do grau de dificuldade e de abertura”- b.....	38
Figura 3: Criatividade em Matemática como resultado de troca entre a criatividade e problemas abertos.....	48
Figura 4: Fluxo para validação de instrumento.....	55
Figura 5: Distribuição percentual de fluência no Item 2 do TDCCM-A	76
Figura 6: Distribuição percentual de fluência no Item 2 do TDCCM-B	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estatística descritiva do TDCCM-A	70
Tabela 2: Matriz de Correlações Internas do TDCCM-A	70
Tabela 3: Coeficiente de Confiabilidade do TDCCM-A	71
Tabela 4: Estatística descritiva do TDCCM-B	71
Tabela 5: Matriz de Correlações Internas do TDCCM-B	72
Tabela 6: Coeficiente de Confiabilidade do TDCCM-B	72

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANEB – Avaliação Nacional da Educação Básica
DF – Distrito Federal
EJA – Educação de Jovens e Adultos
ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio
FE – Faculdade de Educação
IFB – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília
INAF – Índice de Analfabetismo Funcional
INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
IPM – Instituto Paulo Montenegro
LDB – Lei de Diretrizes e Bases
OECD – *Organization for Economic Cooperation and Development*
PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PISA – *Programme for International Student Assessment*
PPGE – Programa de Pós-Graduação em Educação
SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica
SEDF – Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal
SPSS - *Statistical Package for Social Sciences*
TDCCM – Teste de Desempenho Criativo no Campo da Matemática
TTCT – *Torrance Tests of Creative Thinking*
TCT-DP – *Test for Creative Thinking – Drawing Production*
UnB – Universidade de Brasília

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	14
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	17
1.1 Do Cenário Atual ao Objetivo da Pesquisa: Justificativa Social e Científica ...	17
1.2 Objetivo	26
CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO	27
2.1 Pesquisas em Criatividade.....	27
2.1.1 Modelos Sistêmicos de Desenvolvimento da Criatividade	29
2.2 Abordagem Psicométrica da Criatividade	33
2.3 Resolução de Problemas	34
2.4 Criatividade e Criatividade em Matemática.....	41
2.5 Relações entre Resolução de Problemas e a Criatividade no Campo da Matemática.....	44
CAPÍTULO 3 - MÉTODO.....	51
3.1 Percurso Metodológico.....	51
3.2 Considerações Éticas	52
3.3 Caracterização do Cenário e dos Sujeitos da Pesquisa	53
3.4 Procedimentos para a Elaboração do Teste de Desempenho Criativo no Campo da Matemática – TDCCM, Versões A e B.....	54
3.5 Da Análise dos Dados para o Processo de Validação e Fidedignidade dos Instrumentos	64
CAPÍTULO 4 – RESULTADOS	67
CAPÍTULO 5 – DISCUSSÕES	74
5.1 Algumas Considerações sobre Itens do TDCCM e suas Respectivas Soluções	80
CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
REFERÊNCIAS.....	86
APÊNDICE A.....	92
APÊNDICE B.....	95
APÊNDICE C	99
APÊNDICE D	100
APÊNDICE E.....	101
APÊNDICE F.....	103

APRESENTAÇÃO

Antes de dar início ao que se busca a partir dessa dissertação, penso ser relevante ressaltar elementos que, pouco a pouco, foram nutrindo meu interesse em trabalhar com o tema criatividade e, mais diretamente, com a criatividade no campo da matemática.

Inicio confessando que durante todo o período do curso de minha graduação (Licenciatura em Matemática) e da especialização (Educação Matemática) nunca havia refletido sobre como propor atividades matemáticas que pudessem favorecer o desenvolvimento do potencial criativo dos estudantes de modo que pudessem, além de aprender conceitos e técnicas operatórias, também criar a sua própria forma de expressão matemática. Além disso, nunca havia pensado em como as atividades propostas em sala de aula podem inibir o desenvolvimento dessa importante característica do indivíduo. Entretanto, algumas estratégias que auxiliam no desenvolvimento do processo criativo já eram por mim utilizadas desde o período da graduação, especialmente a metodologia baseada na resolução de problemas, ainda que eu não tivesse consciência de suas contribuições para o desenvolvimento da criatividade. O apreço pela resolução de problemas me levou à sua adoção como instrumento didático em minhas aulas desde o início de minha carreira docente.

Contudo, ao proceder com o uso de problemas como meio e fim didático para o ensino da matemática em meados de 2010, quando então ingressara na carreira do magistério público do Distrito Federal, na Secretaria de Estado de Educação - SEDF, com lotação em uma escola da região administrativa de São Sebastião/DF para a atuação junto a educação de jovens e adultos – EJA, comecei a perceber que muitos alunos, apesar de conseguirem resolver determinados problemas, fossem por meios algorítmicos ou por meios outros, não demonstravam compreender as ações que acabavam de realizar. A solução encontrada parecia ser um número sem significado para eles. A partir dessas situações percebi que era necessário, após a resolução do problema, provocar uma reflexão sobre o dado, sobre a resposta encontrada. Assim, inseri nas aulas de matemática, sempre que possível, questões que incluíam produções de texto para que o aluno fosse levado a refletir sobre aquilo que havia acabado de realizar.

Em 2012 ingressei, em acúmulo à SEDF, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília – IFB, *campus* Gama, a atuar com turmas do ensino técnico subsequente ao ensino médio e turmas do ensino superior. Lá, dando continuidade ao trabalho com adultos, porém, com o perfil de formação profissional, já egressos do ensino médio. Nessa ocasião, fui atuar junto ao curso técnico em química mantendo a experiência de provocar reflexões em questionamentos discursivos sempre após os problemas pertinentemente relacionados aos objetos estudados.

Nesse mesmo ano, ao realizar uma breve pesquisa bibliográfica para a escrita de um pré-projeto de seleção para o mestrado na Faculdade de Educação da Universidade de Brasília – FE/UnB, passei a ter contato com a temática ora denominada por criatividade em matemática. Na leitura de um artigo de Gontijo (2006) e de sua tese (Gontijo, 2007a), comecei a identificar portanto que muito do que vivi em minha trajetória escolar relacionava-se a traços de criatividade, recordando-me que naquela fase costumava inclinar-me a resolver problemas por associações próprias, com rascunhos que inicialmente somente a mim faziam sentido. Foi com lamento que, após reflexão fomentada a partir do conhecimento desses trabalhos, percebi o quanto minha criatividade foi cerceada com o passar dos anos, onde a preocupação com a forma findou por “engessar-me” relativamente.

Assim, a partir desses primeiros contatos com estudos acadêmicos acerca da criatividade e da criatividade em matemática, passei a refletir sobre como proporcionar situações que instigassem o aluno ao exercício do pensar, ao exercício da reflexão, da análise, da interpretação, da criação de estratégias. Passei desde então a construir a hipótese de que um bom problema, o qual por sua natureza tende a provocar o aluno à busca por estratégias válidas que conduzem a uma solução junto a questionamentos discursivos, que busquei acrescentar com o intuito de provocar a reflexão de cada aluno sobre os próprios atos surgidos na resolução da atividade, teria problemas caracterizados como abertos, ou heurísticos, os quais poderiam compor uma ferramenta eficaz de estímulo ao desenvolvimento da criatividade em matemática, ao passo que ainda poderiam ser utilizados para identificação da presença dessa característica em debate.

Nesse sentido, busquei por meio desta pesquisa construir instrumentos de medida de criatividade no campo da matemática, a partir de problemas abertos, o que

entendo trouxe contribuição aos estudos dessa área ao mesmo tempo em que acredito que essa pesquisa muito me auxiliou enquanto profissional, consequência dos diferentes estudos a que tive acesso em vista seja do entendimento do fenômeno da criatividade como na compreensão de como estimular os discentes a se envolverem com a matemática e a produzirem criativamente nesse campo.

A fim de apresentar essa pesquisa, cabe registrar que este trabalho foi estruturado considerando seis grandes blocos: Introdução e Justificativa; Referencial Teórico; Método; Resultados; Discussão; e, Considerações Finais.

A primeira parte refere-se à descrição sucinta dos objetivos, geral e específico, bem como a justificativa pela escolha do tema; enquanto a segunda parte apresenta uma abordagem teórica do tema estudado, aproximando teorias julgadas complementares entre si e que servirão como base que sustenta o que ora está proposto no objetivo deste. No terceiro capítulo é descrito o método utilizado tanto em termos de classificação quanto no que se refere aos participantes, considerações éticas, entre outros passos e procedimentos adotados para a condução desta pesquisa; alcançando, por fim, seções que visam a apresentação e discussão dos resultados, nessa ordem respectivamente, cuja finalidade é de se discorrer acerca dos achados ao longo desta pesquisa; enquanto, encerra-se pelas considerações finais da pesquisa e, que possui por propósito, relatar as limitações dessa e elencar possibilidades outras de pesquisas que possam surgir a partir deste trabalho.

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Este capítulo apresenta um breve relato estatístico que cita como se enquadra o atual desempenho do Brasil frente a diferentes formas de avaliação no que tange à educação matemática do país a fim de se justificar de forma social e científica a relevância do estudo ora proposto. Apresenta-se a seguir, portanto, algumas razões em se trabalhar com o assunto escolhido pelo pesquisador ao mesmo tempo em que busca introduzir o leitor à temática sobre a qual se desdobra a pesquisa, bem como explicita o objetivo idealizado nesta.

1.1 Do Cenário Atual ao Objetivo da Pesquisa: Justificativa Social e Científica

Nos últimos anos, com a expansão das avaliações externas nos sistemas de ensino e também por meio de pesquisas junto à sociedade para averiguar o nível de conhecimentos acadêmicos, percebe-se que o desempenho tanto de estudantes quanto da população em geral tem revelado uma baixa proficiência no campo da matemática. Uma das pesquisas que indica essa baixa proficiência é a do Indicador Nacional de Alfabetismo Funcional (Inaf), cujo objetivo é o de coletar e compilar informações acerca das “práticas de leitura, escrita e matemática dos brasileiros entre 15 e 64 anos de idade” (INSTITUTO PAULO MONTENEGRO - IPM, 2012).

O Inaf sinaliza quatro níveis de alfabetismo funcional, conforme sintetizado no quadro abaixo:

Quadro 1 – Níveis de alfabetismo funcional

Analfabeto	Impossibilidade de concretização de tarefas simples envolvendo leitura e/ou tratamento numérico
Rudimentar	Capacidade de reter informações em textos curtos e concretização de operações simples destinadas, em maior parte, a hábitos do cotidiano
Básico	Nessa etapa, o sujeito possui maior desenvoltura na leitura e no desenrolar de operações, conseguindo inclusive projetar simples inferências a partir das informações que lhe são fornecidas. Contudo, resta limitada a capacidade de trabalho em situações que constituem a partir de muitos variáveis
Pleno	Capacidade de desenvolvimento de leitura, interpretação e operações em situações diversas. Atinge a capacidade da elaboração de inferências, sínteses, leitura de tabelas, gráficos, entre outros

Fonte: Instituto Paulo Montenegro – IPM. INAF Brasil, 2012

A publicação mais recente encontrada no endereço eletrônico do Instituto Paulo Montenegro – IPM, que coordena a pesquisa, é relativa aos dados coletados em 2012. Nessa edição, vale ressaltar, é possível visualizar que os índices classificados como “Analfabeto” e “Rudimentar” tem sido reduzidos quando observadas as estatísticas encontradas por entre 2001 e 2011, que foram de 12% a 6% e 27% a 21%, respectivamente; enquanto “Básico” sinalizou aumento de 34% a 47%; e “Pleno” manteve-se constante, apesar de alguma pouca variação por entre esse período, com o valor de 26%.

Outro dado importante a ser citado diz respeito aos resultados alcançados por estudantes brasileiros em avaliações de larga escala, como é o exemplo da Prova Brasil. O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), responsável pela elaboração e aplicação da Prova Brasil, utiliza uma escala, na área de matemática, que varia de zero a 500 pontos (BRASIL/INEP, 2011). A média nacional encontra-se em 209,63 pontos para estudantes do 5º ano; enquanto para os estudantes do 9º ano do ensino fundamental é de 250,64 pontos; e, 273,86 pontos para a amostra de alunos do 3º ano do ensino médio (Idem). A média nacional não apresenta valores muito discrepantes em relação às médias obtidas por Estado ou Região. Esses valores são considerados baixos, o que indica que os estudantes apresentam muitas dificuldades na área de matemática.

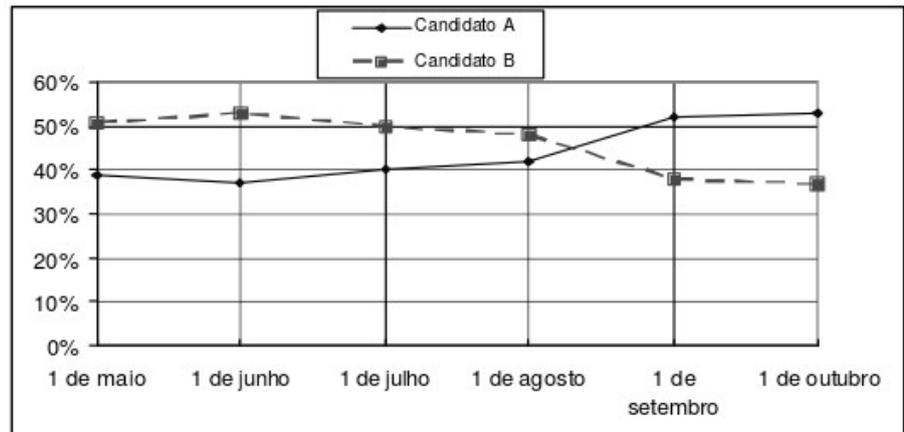
Cumpra-se registrar que a Prova Brasil é uma das avaliações que compõe o Sistema de Avaliação da Educação Básica – SAEB, assim como a Avaliação Nacional da Educação Básica - ANEB e a Avaliação Nacional de Aprendizagem – ANA, que são utilizadas para fins diagnósticos em larga escala e que possuem por propósito “avaliar a qualidade do ensino oferecido pelo sistema educacional brasileiro a partir de testes padronizados e questionários socioeconômicos” (BRASIL/MEC, 2015). Abaixo, seguem exemplos de itens que são apresentados na Prova Brasil para o 5º e 9º anos do ensino fundamental e 3º ano do ensino médio, respectivamente (BRASIL/INEP, 2015):

O carro de João consome 1 litro de gasolina a cada 10 quilômetros percorridos. Para ir da sua casa ao sítio, que fica distante 63 quilômetros, o carro consome

- (A) 5,3 l
- (B) 6 l
- (C) 6,3 l
- (D) 7 l

(...)

O gráfico abaixo mostra a evolução da preferência dos eleitores pelos candidatos A e B.



Em que mês o candidato A alcançou, na preferência dos eleitores, o candidato B?

- (A) Julho
- (B) Agosto
- (C) Setembro
- (D) Outubro

(...)

Um pintor dispõe de 6 cores diferentes de tinta para pintar uma casa e precisa escolher uma cor para o interior e outra diferente para o exterior, sem fazer nenhuma mistura de tintas. De quantas maneiras diferentes essa casa pode ser pintada usando-se apenas 6 cores de tinta que ele possui?

- (A) 6
- (B) 15
- (C) 20
- (D) 30
- (E) 60

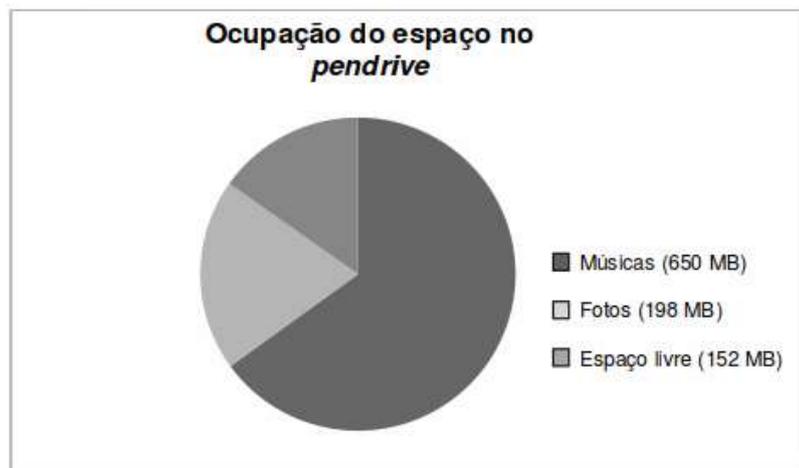
Segundo esses e outros exemplos apresentados no endereço eletrônico do INEP destaca-se como itens relacionados aos 5º e 9º anos do ensino fundamental tendem a trazer mais proximidade à vida cotidiana do cidadão quando comparados aos itens destinados ao 3º ano do ensino médio que passa, em muitos casos, a se ater a questionamentos de maior natureza matemática ou contextualizados de modo que nem sempre corresponda a demanda real de um sujeito em seu cotidiano. Em

relação ao item apresentado acima pode-se refletir: será que um pintor realmente irá buscar/precisar calcular quantas maneiras diferentes ele poderá pintar a casa? Resta a reflexão.

Outro indicador alarmante a respeito da educação matemática brasileira pode ser apresentado pelo fato de o Brasil ter sido o 38º colocado em um ranking composto por 44 países que participaram da avaliação realizada pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), o chamado Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) em 2012. Essa avaliação é realizada com estudantes que têm 15 anos de idade, independentemente do ano/série escolar em que se encontram a partir de uma proposta de avaliação comparada. Ressalte-se que nessa edição em comento menos de 2% dos estudantes alcançaram o conceito pleno na solução dos problemas de matemática nesta avaliação (OECD, 2014).

Abaixo, seguem exemplos de itens que compuseram o exame de 2012 (BRASIL/INEP, 2015b):

Um pendrive é um pequeno periférico removível que permite o armazenamento de dados. Ivan possui um pendrive para arquivar suas músicas e suas fotos. Seu pendrive tem uma capacidade de 1 GB (1 000MB). O diagrama abaixo apresenta a ocupação atual do espaço de seu pendrive.



Ivan deseja transferir um álbum de fotos de 350 MB para seu *pendrive*, porém o espaço livre não é suficiente. Ele não quer apagar as fotos, mas ele gostaria de apagar, no máximo, dois álbuns de música. Eis o tamanho dos álbuns de músicas arquivadas no *pendrive* de Ivan:

Álbum	Tamanho
Álbum 1	100 MB
Álbum 2	75 MB
Álbum 3	80 MB
Álbum 4	55 MB
Álbum 5	60 MB
Álbum 6	80 MB
Álbum 7	75 MB
Álbum 8	125 MB

Apagando, no máximo, dois álbuns de música, Ivan pode liberar espaço suficiente no seu *pendrive* para adicionar o álbum de fotos? Circule “Sim” ou “Não” e mostre os cálculos para fundamentar sua resposta

Resposta: Sim / Não

(...)

Veja abaixo a planta do apartamento que os pais de Jorge querem comprar em uma imobiliária.



Para essa superfície (área) total do apartamento (varanda e paredes inclusas), pode-se medir o tamanho de cada compartimento, calcular sua superfície e depois somar todas essas superfícies.

Um método mais eficaz permite, entretanto, estimar a superfície total medindo somente quatro distâncias. Indique sobre a planta acima os quatro comprimentos necessários para estimar a superfície total do apartamento.

Vale ressaltar que os tipos de problemas propostos no PISA tende a examinar se o estudante possui realmente condições de solucionar problemas de contextos práticos da vida cotidiana, permitindo inclusive que suas estratégias de resolução sejam estruturadas mais de acordo com seu pensamento reflexivo a partir do momento em que se permite, em alguns casos, mais de uma solução correta. Cabe acrescentar que no relatório que apresenta os resultados do *PISA* 2012, os organizadores justificam a importância em se buscar avaliar a capacidade de resolução de problemas devido as demandas a que grande parte da população recebe em seus afazeres profissionais, destacando ser minoria o grupo de trabalhadores que, hoje, apenas operacionalizam trabalhos meramente repetitivos. No mesmo documento define por competência para a solução de problemas a “capacidade do indivíduo em se envolver em uma tarefa de compreensão e resolução de situações, ainda que um método de solução não esteja momentaneamente disposto a ele” (*OECD*, 2014, p.30, tradução nossa).

Dessa forma, fato preocupante é que os estudantes brasileiros têm apresentado desempenho aquém do esperado em formas distintas de avaliação de larga escala como aqui exemplificados por meio dos itens da Prova Brasil e do PISA, visto que os exames são compostos a partir de itens que possuem diferentes estruturas.

Ademais, o ideal é que o sujeito consiga relacionar, e, por conseguinte aplicar, os conhecimentos adquiridos na escola em sua prática diária e, em situações de natureza acadêmica ao longo de sua formação escolar. Para tanto, cabe à escola desenvolver um trabalho com uma matemática que promova um conhecimento conexo ao cotidiano do cidadão, com sentido concreto e significativo, instigando o desenvolvimento do pensar criativo para elaboração de diferentes respostas em diversas situações. A escola deve, portanto, nutrir o discente de condições para atuar em situações diárias, fazendo-o pensar, raciocinar e, sobretudo, criar.

Parece inadequado dizer que houve aprendizado se o aluno, sozinho, fora do ambiente escolar, não for capaz de pensar em soluções para os mais diversos problemas a que será posto à prova. Pode-se dizer que isso, hoje, ocorre com frequência, pois, em geral, o aluno está diante de um ensino que, em grande parte, engessa sua forma de pensar, cerceando a sua predisposição em buscar caminhos diferentes para um mesmo problema, ou seja, limitando sua criatividade. Assim, se aprendizado implica numa modificação de comportamento, torna-se contraditório conduzir o processo de aprendizagem sem respeitar, avaliar e estimular o direito de se criar, particular a cada um. Segundo Brito (2006, p.48) “se a escola coloca dentre seus objetivos formar 'bons pensadores', deve ser dada a devida ênfase ao desenvolvimento do pensamento crítico, criativo e produtivo”.

Dessa maneira, considerando, por um lado, as fragilidades do conhecimento matemático evidenciado pela população por meio dos diferentes instrumentos utilizados pelos institutos de pesquisa, e por outro, a relevância do desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, ressalta-se que o trabalho com vistas ao desenvolvimento da criatividade pode se constituir em um importante caminho para favorecer ao sujeito condições de superar as suas dificuldades no campo da matemática, elevando os seus níveis de proficiência, bem como apresentar respostas mais satisfatórias aos problemas com que se depara em seu cotidiano.

Assim, esse trabalho busca integrar criatividade e resolução de problemas, considerando que esses dois grandes campos apresentam certa complementaridade e que ambos podem contribuir para o desenvolvimento de teorias que visam estimular, bem como identificar, o desenvolvimento da criatividade do sujeito, mais especificamente da criatividade em matemática.

Gontijo (2007a, p.13), ao tratar do tema criatividade em matemática e, baseado na legislação educacional brasileira, pontuou, com efeito, que:

A ausência de um planejamento estratégico para propiciar o desenvolvimento do potencial criativo poderá comprometer uma das finalidades que a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - Lei 9.394/96 (Brasil, 1996) - estabelece para a educação brasileira, que é a de favorecer “o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”.

Em seguida, Gontijo (2007a), na mesma oportunidade, ainda define criatividade em matemática como a capacidade de se solucionar um problema de diferentes

modos, ao passo que sugere o entendimento de que uma das finalidades da educação seria capacitar o sujeito para a vida em sociedade, encorajando a liberdade de pensamento e à construção de novas ideias. Como exemplo importante a ser destacado acerca da criatividade em matemática, vale citar a tendência que é denominada por D'Ambrósio (2001) como Etnomatemática – a qual reconhece uma matemática que é “criada” por diferentes grupos, os quais, inseridos cada qual em seu contexto, buscam elaborar meios ímpares de soluções às demandas que lhes são particulares.

Outros trabalhos (NADJAFIKHAHA; YAFTIAM, 2013; VALDES, 2010) também defendem a necessidade de se promover uma Educação Matemática preocupada com o desenvolvimento da criatividade, destacando que permitir e se incentivar a criação por parte do aluno é estimular que o mesmo tenha iniciativa frente aos novos desafios, desenvolvendo a prática de resolver problemas a partir de uma diversidade de conhecimento outrora construídos, utilizando-se de diferentes estratégias nesse processo e em situações variadas.

Interessante destacar ainda o que foi pontuado por Tobias (2005) ao defender a criatividade em matemática como elemento útil à superação do temor sentido pelo sujeito em relação a essa área do conhecimento.

Dessa forma, atentando-se ao panorama atual dessa área de pesquisa e a crescente defesa da necessidade do desenvolvimento em criatividade no campo da matemática, faz-se necessário que se busque uma forma de se medir tal característica. Afinal, por meio de instrumentos de medida poder-se-á verificar a eficiência de diferentes métodos e abordagens de ensino frente a essa característica em debate, bem como o estudo de correlações entre diferentes variáveis que podem se constituir fatores influentes para o desenvolvimento da criatividade no campo da matemática.

A criação de um instrumento de medida de criatividade no campo da matemática por meio de problemas abertos tem por propósito favorecer uma ampliação nos debates acadêmicos sobre a temática e os seus resultados podem contribuir na definição de estratégias que possam ser utilizadas por professores para estimular o desenvolvimento da criatividade. Esse instrumento ainda poderá ser utilizado para a consolidação de demais estudos visando encontrar correlações entre criatividade e criatividade em matemática, ou criatividade em matemática e

desempenho escolar, entre criatividade em matemática e motivação, dentre outras variáveis em diferentes formas de análise.

Importante ressaltar que outros instrumentos foram criados com o propósito em tela, validados em contextos de diferentes países, como são os casos de Hashimoto (1997), Mann (2005) e Lee, Hwang e Seo (2003). Encontrou-se, na literatura brasileira, um teste elaborado por GONTIJO (2007a) a partir de outros instrumentos e que foi validado com uma amostra de estudantes do ensino médio e, encontrou-se também o instrumento elaborado por Carvalho (2015) para ser usado com crianças do 5º ano do ensino fundamental.

A ideia, portanto, foi de se construir, a partir da elaboração/seleção de problemas abertos, um instrumento que permitisse identificar a criatividade em matemática do sujeito, observando a sua fluência, flexibilidade e originalidade de pensamento, de acordo com o registro escrito de suas produções. Trata-se, em outras palavras, de um Teste de Desempenho Criativo no Campo da Matemática (TDCCM) com estudo para validação específica junto a estudantes concluintes da educação básica.

Cumprir-se esclarecer que a escolha pela validação do TDCCM com alunos concluintes da educação básica se dá inicialmente por interesse do pesquisador, o qual possui vínculo e experiência direta com a formação de jovens e adultos em cursos do ensino profissional e superior e que, dessa forma recebe muitos dos jovens que imediatamente após concluírem a educação básica buscam iniciar outra etapa formativa.

Esse teste apresenta-se como mais um instrumento de medida de criatividade, entretanto, com a preocupação de ser um instrumento com duas versões que poderão ser utilizadas isoladamente ou em processos de investigação que envolve intervenções e, nesse caso, poderão ser utilizados como pré-teste e pós-teste. Além disso, os resultados poderão ser utilizados para organizar o trabalho pedagógico em matemática de forma que o docente possa estimular habilidades criativas de seus alunos, no contexto da sala de aula.

Em síntese, este trabalho encontra-se justificado pela necessidade em se buscar meios que permitam identificar e mensurar a criatividade em matemática a partir de problemas que admitem múltiplas respostas. Os resultados encontrados poderão ser utilizados como ferramentas no campo da Educação Matemática na

medida em que estimulam o pensamento e o enfrentamento de desafios e problemas, tanto na educação básica quanto na formação profissional.

Ressalta-se que os instrumentos idealizados nesta pesquisa não visam um diagnóstico individual do sujeito, mas sim de identificação das características criativas apresentadas por grupos, permitindo assim a obtenção de dados suficientes a novas pesquisas interventivas que sejam concebidas com o propósito de se potencializar a criatividade no campo da matemática.

Este estudo pretende ser uma fonte de reflexão aos educadores e também uma fonte de pesquisa para os estudantes dos cursos de licenciatura em matemática e de áreas afins, oferecendo um novo instrumento para a mensuração da criatividade no campo da matemática, bem como levar a reflexão de como a resolução de problemas pode ser uma metodologia valiosa no que tange ao desenvolvimento criativo nesse campo do conhecimento matemática.

1.2 Objetivo

Optou-se para essa pesquisa a adoção de objetivo único, vez que a elaboração e validação do teste já perpassa naturalmente por diversas etapas como validação por juízes, validação semântica e estudo de consistência interna, cuja explicitação dessas como objetivos específicos poderia se tornar redundante. Logo, concebe-se o objetivo geral da seguinte forma:

- Construir e validar instrumento de medida de criatividade no campo da matemática para estudantes concluintes da educação básica brasileira.

CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir, busca-se apresentar um panorama teórico acerca do tema em estudo, bem como uma conseqüente aproximação entre as diferentes áreas da psicologia, da educação e da educação matemática, que fundamentam o presente trabalho.

2.1 Pesquisas em Criatividade

Um fato histórico que cabe mencionar acerca dos estudos no campo da criatividade é o discurso proferido, em 1950, por Guilford, então presidente da Associação Americana de Psicologia (ALENCAR; FLEITH, 2003), quando o mesmo enfatiza a importância dessa temática para o desenvolvimento humano. Suas palavras serviram para nutrir diversos pesquisadores de desejos de investigar o tema criatividade.

A partir desse momento, os estudos acerca da criatividade no campo da psicologia avançaram. Pesquisadores apontam que nas décadas de 1950 e 1960 houve uma ênfase nas investigações que trataram das habilidades e traços de personalidade relacionados à criatividade e, que entre os anos de 1960 e 1970, o foco das investigações se volta para a busca por meios eficientes de desenvolvimento da criatividade. Nas décadas de 1970 e 1980, a atenção é dirigida para os aspectos cognitivos envolvidos na produção criativa, bem como as demais variáveis que tendem a influenciá-la - iniciando assim uma ascendência do estudo da criatividade que pode ser demonstrada pelos números crescentes das produções científicas durante o desenrolar dessas décadas (ALENCAR; FLEITH, 2003).

Destaca-se que, nesse cenário histórico, os trabalhos produzidos a partir de 1980, passaram a tratar da criatividade a partir de um enfoque sistêmico, indicando tratar-se de um fenômeno complexo que envolve não apenas o indivíduo, mas variáveis diversas, como o ambiente em que este está inserido, sua motivação, dentre outros, destacando nesse momento que "o processo criativo, que até então era considerado inacessível a uma investigação empírica, passou a ser intensamente pesquisado" (ALENCAR; FLEITH, 2003, p. 62).

Ressalte-se que, apesar do avanço nas pesquisas durante as últimas décadas, os estudiosos da área não chegaram a uma concepção consensual acerca de

criatividade, entretanto, a maior parte deles consideram a criatividade como algo detentor de características tais como originalidade e utilidade (LUBART, 2007). Nesse sentido, Alencar e Fleith (2003, p. 13), afirmam que a criatividade "envolve algo novo, que é aceito como útil e/ou satisfatório por um número significativo de pessoas em algum ponto no tempo". Desse forma, para que um produto ou ideia seja considerado criativo não basta ser algo diferente do comum – mas precisa possuir uma razão de ser, de existência, uma utilidade que o justifique.

Quanto à concepção de criatividade, ainda consta que o conhecimento do domínio específico é uma condição importante, preliminar e necessária ao processo criativo. Tal condição se apresenta em contraponto à superada crença de que criatividade seria apenas “fruto de um lampejo de inspiração”, corroborando com a ideia de que “todo o ser humano apresenta um certo grau de habilidades criativas” que “podem ser treinadas e aprimoradas por meio da prática” (ALENCAR; FLEITH, 2003, p.16).

Outro aspecto importante refere-se ao fato de que não apenas as habilidades e competências em um determinado domínio são necessárias para nutrir o processo criativo, reforçando a necessidade de desenvolvimento de outras características, tais como “flexibilidade, originalidade, sensibilidade a problemas e imaginação” (ALENCAR; FLEITH, 2003, p.48) – permitindo inferir que, por vezes, seja interessante buscar o rompimento daquilo que objetivamos instintivamente como um padrão de resposta, para darmos liberdade à nossa mente para buscar novas conexões que visam uma resposta a uma inquietação. Esses aspectos se relacionam, portanto, com o entendimento de que a técnica e a criatividade devem estar aliadas para se alcançar o sucesso em solução das inquietações do sujeito quanto à “problemas” diversos, ainda que para isso haja o pensar exaustivo, buscando alcançar novas experiências e registrando suas diferentes ideias.

Cabe colocar que Graham Wallas postulou em 1926 um modelo que procurou descrever as fases do processo criativo em 4 etapas: preparação; incubação; iluminação; e, verificação de ideias (CARSON, 2012; NAKASA, 2011).

A fase denominada por preparação pode ser resumidamente descrita como “definição da questão, observação e estudo” (NAKASA, 2011, p.1) - é o momento pelo qual, conseguido delimitar o problema, se busca explorar os caminhos, estratégias e conhecimentos necessários para nutrir o cérebro visando a geração de novas

associações. Pode-se dizer, ainda, se tratar do momento no qual o sujeito busca a imersão no problema (CARSON, 2012).

A incubação pode ser vista como “descansar-se” conscientemente acerca do material que outrora o sujeito amplamente se debruçou. Nessa fase, o cérebro continua por buscar associações entre aquilo que já conhece, mesmo que o indivíduo esteja a desenvolver atividades outras, inclusive distantes do problema em questão.

Em complemento, pode-se pensar que a fase de iluminação – *insight* – se refere ao produto resultante da incubação. É a descoberta da ideia nova. É o momento em que se alcança a nova associação esperada pelo processo criativo.

A quarta etapa, denominada por verificação de ideias, se caracteriza pelo julgamento do que fora gerado. É onde será verificada a pertinência, novidade e utilidade do produto concebido na fase de iluminação pelo próprio sujeito iluminado (CARSON, 2012; NAKASA, 2011).

2.1.1 Modelos Sistêmicos de Desenvolvimento da Criatividade

Alencar e Fleith (2003) destacaram, dentre diversos modelos teóricos que explicam o fenômeno da criatividade, quatro abordagens recentes que têm contribuído com esse campo de investigação. Desses, são apresentados três modelos com vistas a ilustrar como se estruturam algumas das maneiras sistêmicas de se buscar o desenvolvimento da criatividade que podem ser adotadas por professores e demais profissionais interessados no desenvolvimento dessa característica: Teoria do Investimento de Sternberg e Lubart (STERNBERG, 2006); o Modelo Componencial de Amabile (2012); e, a Perspectiva de Sistemas de Csikszentmihalyi (CSIKSZENTMIHALYI, 1999; NAKAMURA; CSIKSZENTMIHALYI, 2003; ALENCAR; FLEITH, 2003; GONTIJO, 2007b) – É possível perceber que apesar das três teorias se apresentarem como modelos distintos, seus corpos estruturais possuem significativos enlances entre si.

Teoria do Investimento em Criatividade: De acordo com Sternberg (2006) e apresentado por Alencar e Fleith (2003) e Gontijo (2007b), o nome dessa teoria faz alusão à dinâmica do mercado financeiro por considerar que, segundo este cenário, o indivíduo se apropria de ideias desvalorizadas, “na baixa”, para no momento certo as oferecer ao mercado, “na alta”. Trata-se da dinâmica de um indivíduo que gera e/ou

colhe uma ideia “desvalorizada” e a “valoriza” para o repasse no momento oportuno. Essa teoria apresenta seis fatores importantes como componentes do processo criativo que se relacionam entre si, quais sejam: inteligência, conhecimento, estilos de pensamento, personalidade, motivação e contexto.

A inteligência se refere à capacidade sintética em visualizar problemas sob diferentes enfoques, ou seja, promovendo visões desgarradas do pensamento tradicional; a capacidade analítica, pela qual o sujeito julga quais são as melhores ideias a se promover o investimento propriamente dito; e a capacidade prática-contextual que refere-se ao poder de persuasão detido pelo pensador a fim de se convencer outros acerca do valor de suas ideias.

Quanto ao conhecimento, basta lembrar que, segundo o conceito utilizado neste trabalho acerca de criatividade como sendo algo novo e útil, o conhecimento possui grande importância, tendo em vista que se avança a partir de um estado atual, o qual deve ser conhecido pelo indivíduo para não se (re)inventar aquilo que já foi realizado.

Os estilos de pensamento, por sua vez, são apresentados como legislativo, executivo e judiciário, na medida em que o primeiro busca elaborar novas ideias e estratégias em prol da solução de um problema – estilo mais propício ao sujeito criativo; enquanto o segundo, liga-se a cumprir a execução das ideias em problemas preferencialmente claros e definidos; aqueles com perfil judiciário demonstram afinidade com a proposta de se avaliar outros e suas realizações.

Quanto à personalidade, esta envolve aspectos ligados à tolerância, à superação de obstáculos, ao autoconceito, entre outros, enquanto a motivação cumpre seu papel na medida em que se responsabiliza por dotar o sujeito de uma vontade em se cumprir o objetivo que transcende ao recebimento de prêmios e/ou elogios. A motivação é elemento de suma importância, capaz de instigar o sujeito de tal modo que vantagem alguma pode comprar a satisfação em se pensar e realizar a tarefa de forma criativa.

Por fim, o fator ligado ao contexto refere-se ao ambiente no qual se está inserido e que pode ser estimulante ou inibidor do processo criativo. O ambiente por si só pode não eliminar toda a criatividade, mas pode inibi-la se o indivíduo não apresentar forte motivação e características de personalidade capazes de superar as pressões advindas dos ambientes.

Sob o enfoque dessa teoria, esses fatores nutrem no sujeito o desejo em defender sua ideia que, sendo criativa, por vezes, tende a ser confrontada a seu primeiro escrutínio, afinal, se a ideia é aceita por todos sem dificuldades ela pode não ser uma ideia de fato criativa (STERNBERG, 2006). Esses fatores, portanto, surgem como elementos a serem somados não linearmente, visando o pensamento de algo novo e útil, isto é, criativo.

Interessante destacar como essa teoria demonstra a criatividade como uma “opção” do sujeito, vez que a criatividade não surge ao acaso, mas sim, a partir de uma decisão lúcida e intencional de querer pensar de modo não convencional, aceitar e defender as novas ideias.

Modelo Componencial de Criatividade: Para esse modelo, idealizado por Amabile (2012) e citado por Alencar e Fleith (2003) e Gontijo (2007b), o conceito de que criatividade deve ser algo novo é reforçado, destacando-se a necessidade em se ter utilidade nas ideias que surgem como novas. Adiciona-se, ainda, segundo este modelo a necessidade em tratar a criatividade como uma tarefa heurística, isto é, concebida a partir da reflexão, do pensamento, de associações e, não apenas algorítmica, qual seja seguindo apenas instruções. Essa teoria ancora-se em três diferentes fatores: as habilidades de domínio, os processos criativos e a motivação, sendo complementados pelo ambiente no qual se insere o sujeito.

As habilidades de domínio estão ligadas ao conhecimento detido pelo sujeito acerca do campo em que se encontra em atuação. Assim como defendido pela teoria do investimento em criatividade, a importância em se possuir conhecimentos, técnicas, experiência, dentre outros, é de suma importância para buscar a progressão, ou seja, para criar algo que complemente o atual estado, algo novo.

No que tange aos processos criativos, pode-se relacioná-los aos traços de personalidade presentes nos indivíduos como a tolerância, o encarar dos obstáculos, a propensão a correr riscos, entre outros, enquanto a motivação, por sua vez, é destacada como algo de muita valia, vez que é uma característica que pode alimentar o sujeito a tal ponto que o mesmo sinta o prazer de criar ainda que em ambientes e condições desfavoráveis, pelo simples prazer de cumprir a tarefa.

O ambiente no qual o indivíduo se encontra inserido finda por tornar-se corresponsável do processo de criatividade na medida em que, devido às figuras de

autoridade, aos contratos inconscientemente estabelecidos, dentre outros, podem reduzir ou potencializar a criatividade.

Esse modelo revela importantes aspectos para a definição de estratégias para o desenvolvimento da criatividade tanto em seu caráter individual como organizacional, considerando tratar de nuances bem comuns ao indivíduo e ao coletivo. Ressalte-se ainda que, a partir desse entendimento, conceber a escola como uma organização pode ser uma maneira coerente e eficiente em se vivenciar o proposto por este modelo ao desenvolvimento da criatividade dos alunos, que por sua vez são membros da organização escolar.

A Perspectiva de Sistemas: Segundo esse modelo, a criatividade é resultante da interação dialética entre a tríade formada pelo indivíduo, domínio e campo (CSIKSZENTMIHALYI, 1999; NAKAMURA; CSIKSZENTMIHALYI, 2003).

O indivíduo é considerado a partir de suas experiências, daquilo que ele traz juntamente com as suas características pessoais, envolvendo desde a curiosidade à motivação intrínseca. Ressalta-se que a motivação é um aspecto também considerado como fundamental em outros modelos, como a Teoria do Investimento e o Modelo Componencial.

O domínio, por sua vez, corresponde à área pela qual se desdobra a criação em si. O domínio representa o conhecimento específico de uma determinada área de saber, envolvendo inclusive a cultura, procedimentos e regras que lhe são particulares. Alencar e Fleith (2003, p. 85) ressaltam que “contribuições criativas promovem mudanças em domínios”.

Por fim, o campo refere-se à personificação dos especialistas que de certa forma ditam o que é, ou não, incorporado ao domínio que nele atuam, possuindo inclusive a credibilidade em se julgar as novas ideias, atribuindo, ou não, o adjetivo de tratar-se de algo criativo, e quão criativo é. Ressalta-se que essa perspectiva tem acentuada preocupação com o meio no qual o sujeito está inserido, considerando que a interação entre indivíduo, domínio e campo são igualmente responsáveis pela geração do produto criativo não isolando o sujeito como um pensador em si.

Contudo, vale frisar, concebendo ser a criatividade um fenômeno multifacetado, apesar dessa possuir diferentes abordagens sistêmicas com vistas a promover seu desenvolvimento, há ainda quem defenda abordagens mais quantitativas de estudos ligados a essa temática. Afinal, entendendo ser a criatividade algo a ser desenvolvido,

é possível ainda tratar-se de algo a ser identificado e, por analogia medido, ainda que tal medida reflita apenas uma fração do referido fenômeno a partir de traços latentes que cada sujeito possui, ou seja, de características próprias como a elaboração de várias ideias, as quais podem se integrar a diferentes categorias com graus diferentes de inovação, conforme as abordagens sistêmicas buscam explicar em outras palavras.

2.2 Abordagem Psicométrica da Criatividade

É desafiador buscar meios para medir um fenômeno multifacetado como a criatividade, seja por suas definições ainda não serem completamente consensuais, seja pela carga subjetiva que carrega cada indivíduo no exercício de sua criatividade.

Contudo, medir criatividade, ainda que seja uma tarefa difícil, é de grande valia na medida que possibilita levantar informações que auxiliam na identificação de pessoas criativas, do potencial humano, na orientação de professores e demais profissionais da educação, na obtenção de dados em testes para pesquisas diversas, além de se conceber a criatividade como algo concreto, passível de medição a partir de suas características (FLEITH; ALENCAR, 1992).

Posto inicialmente de que a psicometria “se constitui uma das várias formas de medição em Psicologia” (PASQUALI, 2003, p. 53) e que, a criatividade enquanto característica humana é um objeto de estudo especialmente investigado por essa área, cumpre-se destacar aqui algumas observações acerca do estudo psicométrico que se tem promovido acerca da criatividade.

Morais e Azevedo (2009) trazem uma discussão acerca das várias críticas e potencialidades da psicometria, registrando, dentre essas, algumas potencialidades dessa forma de pesquisa, defendendo que a fidedignidade e validade fazem com que os testes possam de fato representar dimensões explicativas da criatividade, apresentando como exemplo o teste figurativo de Torrance.

Destaca-se que, de fato, a ideia de se mensurar algo, ou alguma característica nas ciências sociais/psicossociais, gera polêmica devido a quantidade de variáveis envolvidas no pensamento de cada sujeito, afinal conforme trazido por Oliveira (2010), medir criatividade “significa enfrentar um paradoxo ao se tentar construir uma maneira padronizada de se capturar a criatividade humana que foge à padronização”.

Cabe ressaltar que Alencar já sinalizava em 1974 a preocupação em se estabelecer critérios para medir a criatividade, razão pela qual discute o uso dos testes de Guilford e Torrance. Desde então, são destacadas características que evidenciam o pensamento criativo do sujeito como a fluência, flexibilidade e originalidade, devendo esclarecer que por meio da fluência, são geradas variadas ideias, enquanto por flexibilidade entende-se a quantidade de categorias a que essas ideias se encontram inseridas, ao passo que, por originalidade se refere ao quanto a ideia, ou as ideias, são incomuns.

Alencar, Fleith e Bruno-Faria (2010) citam alguns exemplos de testes bem conhecidos no meio acadêmico e profissional que foram elaborados com a finalidade de se mensurar a criatividade. Entre eles, as autoras destacam: o Teste de Pensamento Criativo de Torrance (TTCT), de Paul Torrance, o qual encontra-se comercializado na versão validada para amostra brasileira como “Teste de Torrance – Avaliação da Criatividade por Figuras e Palavras”¹, e o Teste do Pensamento Criativo – Produção Divergente (TCT-DP), de Urban e Jellen.

Importante ressaltar que esses instrumentos, assim como outros elaborados com o mesmo propósito, carregam em sua essência a ideia de provocar no sujeito testado a elaboração de saídas para determinadas situações e/ou para o cumprimento de determinadas tarefas, o que se configura segundo estudiosos aquilo que se denomina por problemas, haja vista situações e/ou tarefas que incitam a reflexão e o surgimento de ideias para algo que instantaneamente não se vislumbra uma resposta inicial, ou uma variabilidade de respostas.

2.3 Resolução de Problemas

Gontijo (2006) destaca a ênfase que a literatura internacional tem dado à temática de resolução de problemas no que tange ao desenvolvimento e avaliação da criatividade em matemática, sendo importante citar o entendimento de resolução de problemas posta por Lupinacci e Botin, citados por Sousa (2005), que colocam tal

¹https://www.magopsi.com.br/MGMaster.asp?abela=Testes&codigo=torran&funcao=Detalhes&titulo=%20-%20Detalhes&SUB_0=&SUB_1. Acesso em 9/11/2014.

prática como “um método eficaz para desenvolver o raciocínio e para motivar os alunos para o estudo da Matemática”.

Para compreender como a resolução de problemas entra no cenário da educação matemática, Schoenfeld (2013) apresenta um histórico relativo às últimas décadas acerca de como temática foi tratada, destacando que, em 1980, essa era enxergada como uma busca por uma solução, a qual exigia um método momentaneamente não disponível, ainda não conhecido pelo sujeito, colocando que por vezes o que poderia ser problema para um poderia não o ser para outro.

No entanto, decorrido cerca de um quarto de século à frente, o autor (SCHOENFELD, 2013) pontua, com propriedade, que infelizmente pouco se avançou quanto a estruturar formas que auxiliassem a resolução de problemas – o que ele chama como uma teoria de tomada de decisões. Schoenfeld (2013) defende a ideia de propor aos alunos o entendimento de que matemática é mais do que simplesmente operar regras e procedimentos e, sim de investigar, levantar questionamentos, buscar respostas em outros meios ou campos do conhecimento:

Eu quero que eles [os alunos] entendam que a matemática não é apenas dominar fatos e procedimentos, mas que é também fazer questionamentos (problematizar) e, em seguida, buscar respostas de forma fundamentada. As estratégias de resolução de problemas são instrumentais para resolvê-los, percebendo os objetos matemáticos e suas relações (SCHOENFELD, 2013, p. 27, tradução nossa)

Assim, considerando que de fato há uma pluralidade de definições quanto ao termo “resolução de problemas”, cabe apresentar a aproximação deste com a temática que aqui interessa, qual seja a matemática, e que pode ser encontrada em Branca (1997), Schoenfeld (2013) e Lester (2013) que, aliás, convergem-se entre si apresentado a resolução de problemas como, além de estarem ligadas à essência da matemática, o ato de transpassarem por atividades que incitam a aplicação de conhecimentos para se resolver determinadas situações cujas respostas não podem ser encontradas imediatamente.

Ressalte-se que Branca, ainda em 1997, já defendia o entendimento da resolução de problemas, em matemática, como sendo algo interpretado sobre três vieses, a saber: como meta, processo e habilidade básica. O entendimento da resolução de problemas como meta baseia-se na reflexão acerca do por quê se ensina matemática, ou seja, trata da relação dinâmica/objeto como uma das finalidades do ensino da matemática (BRANCA, 1997; LESTER, 2013).

Quanto ao entendimento de resolução de problemas como processo de aprendizagem, Branca (1997, p.5) apresenta a ideia de que “o que é considerado nesta interpretação são os métodos, os procedimentos, as estratégias e as heurísticas que os alunos usam”. Afinal, a resolução de problemas, sob esse enfoque, seria uma maneira de se buscar propor aos alunos que desenvolvessem seus percursos, aprendendo, re-aprendendo e aplicando conhecimentos novos ou de releituras sobre conhecimentos outrora já aprendidos.

Dessa forma, Lester (2013) pondera acerca da visão sobre a resolução de problemas como atividade ligada ao processo, meio, de aprendizagem e sobre caracterizar-se como objeto fim da aprendizagem sugerindo a união de uma perspectiva à outra, propiciando nesse momento um ar de complementaridade entre essas:

Em minha visão, a resposta a essa pergunta é que ambas as abordagens têm mérito; resolução de problemas deve ser tanto um resultado final de aprendizagem da matemática como um meio pelo qual a matemática é aprendida (LESTER, 2013, p. 246, tradução nossa)

Em prosseguimento, Ponte (2003) apresenta um modelo (ver figura 1) que busca classificar as diferentes atividades propostas no estudo da matemática, ancorando-se na seguinte figura:

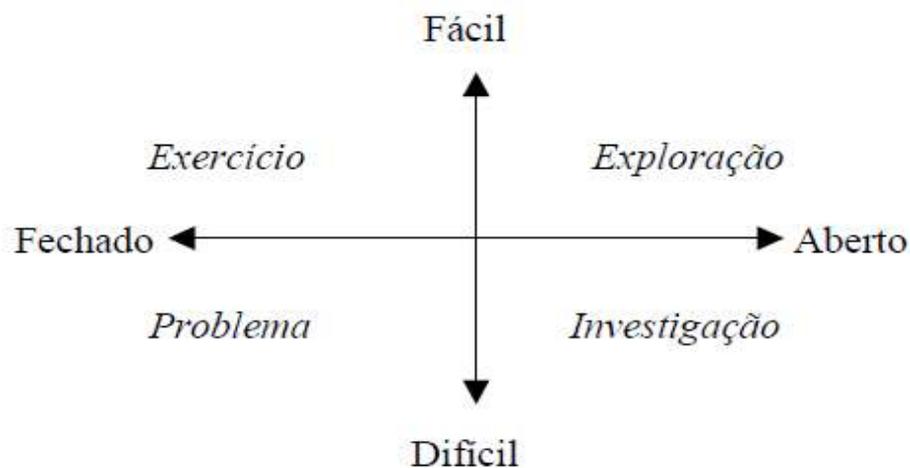


Figura 1: “Os diversos tipos de tarefas, em termos do grau de dificuldade e de abertura” - a

Fonte: Ponte (2003, p. 5)

Nesses moldes, portanto, para o 2º e o 3º quadrante, exercício seria a atividade de caráter mais simplificado e de estrutura fechada, com comando e resposta bem estruturados; os problemas, por sua vez, ainda que com características bem estruturadas estariam mais ligados a um grau de dificuldade maior. Já no 1º e no 4º quadrante, figura a exploração como uma tarefa aberta, ou seja, ainda que possua comando bem definido e estruturado, sua resolução não a é, possuindo grau não tão dificultoso; ao passo que, por fim, a investigação mantendo o caráter de atividade aberta, possui grau pouco mais complexo.

Embora haja algumas diferenciações sobre as etapas a serem seguidas quanto à resolução de um problema, é possível destacar quatro principais fases: compreensão/preparação; estratégia/planejamento; controle/execução; e, revisão/monitoramento conforme descrito por Polya (1994) e descritos com algumas pequenas alterações por diferentes autores (PEREIRA *et al.*, 2002; BRITO, 2006).

Cabe esclarecer que a primeira fase (compreensão/preparação) diz respeito à reflexão sobre o problema, sobre quais variáveis e conhecimentos podem ser úteis como meio a se alcançar a solução – nesse momento, estudar e buscar situações similares podem ser de importante auxílio; a fase denominada por preparação/planejamento, por sua vez, está diretamente ligada ao estruturar de planos para se buscar de fato a solução, a partir dos dados obtidos na fase anterior.

As duas últimas fases, quais sejam os estágios de controle/execução e revisão/monitoramento estão ligadas ao caráter prático de se resolver o problema, colocando na prática o que fora elaborado como estratégia durante a fase anterior, bem como revisando se o método utilizado de fato foi suficiente para se buscar alcançar o objetivo inicial, bem como uma análise de julgamento sobre todo o procedimento executado.

Dante (1991, p. 25) ainda preceitua importante consideração acerca da resolução de problemas ao colocar que:

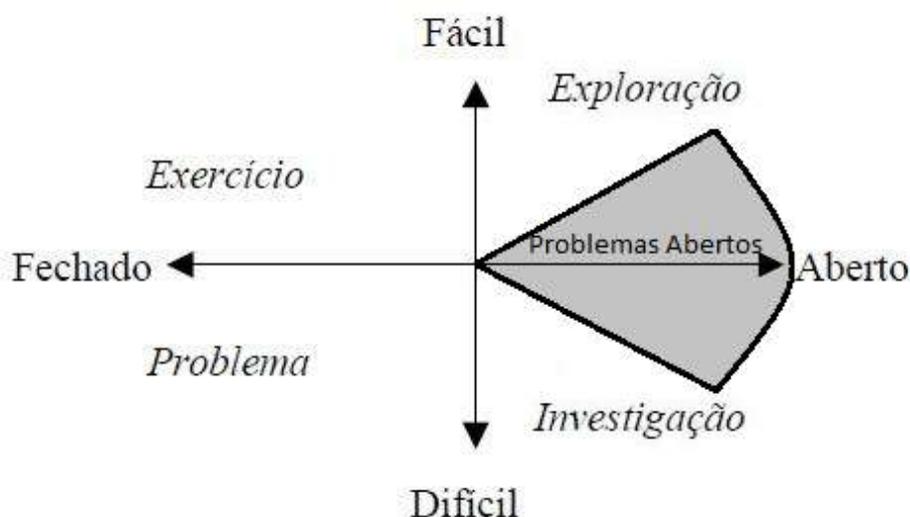
é possível por meio da resolução de problemas desenvolver no aluno iniciativa, espírito explorador, criatividade, independência e a habilidade de elaborar um raciocínio lógico e fazer uso inteligente e eficaz dos recursos disponíveis, para que ele possa propor boas soluções às questões que surgem em seu dia-a-dia, na escola ou fora dela.

Consoante Dante (1988), vale inserir as palavras de Sternberg (1992, citado por BRITO, 2006, p.36) que enfatizam que “o ensino centrado na solução de

problemas propicia o desenvolvimento da inteligência e do pensamento criativo”, visto que um bom problema pode incitar não apenas a busca, mesmo que motivada, por uma única solução, mas sim a um trilhar de caminhos diversos tendo em vista a abertura de possibilidades que o pensamento divergente e a criatividade podem ofertar. Em meio às diferentes classificações de problemas, entende-se serem os problemas abertos uma possibilidade que incite ainda mais o livre pensamento na geração de diferentes estratégias/respostas.

Problemas Abertos: Nesse trabalho, denominar-se-á por problemas abertos aqueles que invocam não apenas a simples interpretação quantitativa que inspirem à mera aplicação de algoritmos já conhecidos, mas sim, que visam um trabalho dado pela heurística, isto é, que estimulem o sujeito a promover a busca pela solução de diversos questionamentos a partir da reflexão, da discussão, da pesquisa, dentre outros. Isto é, das tarefas que Ponte (2003) designa aos 1º e 4º quadrantes (ver figura 2):

Figura 2: “Os diversos tipos de tarefas, em termos do grau de dificuldade e de abertura”- b



Fonte: Ponte (2003, p.5, com adaptações)

Ressaltando a definição dada anteriormente, segundo a qual entende problemas abertos como aqueles que podem apresentar múltiplas soluções (KWON; PARK; PARK, 2006), nota-se um distanciamento do conceito de problemas fechados na medida em que o primeiro estaria ligado ao desenvolvimento de um pensamento divergente, enquanto os problemas fechados se limitam a método estruturado de

resolução desenvolvido a partir de algoritmos pré-definidos e outros métodos e estratégias já pré-concebidas, isto é, pensamento convergente (ARTIGUE; HOUEMENT, 2007).

Dessa forma, segundo o que é posto por Kwon, Park e Park (2006), os problemas abertos caracterizam-se por possuírem um contexto inicial bem definido, mas que, no entanto, propicia margem a construção de diferentes caminhos, dando ao aluno a possibilidade de participação mais ativa ao longo do processo de construção de resolução, reforçando a concepção de que o aluno é capaz de propor soluções úteis e não triviais. Ponte (2003) sinaliza que o problema aberto, ainda que bem estruturado em seu comando, implica em trabalho na medida em que, devido a seu grau de dificuldade, promove a busca por métodos, por novas associações, superação de obstáculos, elaboração de hipóteses, dentre outros.

Assim, algo pertinente a ser destacado e que se faz necessário à reflexão ora apresentada versa a respeito do entendimento de heurística, que pode ser considerada como a capacidade pensante que o sujeito possui para elaborar ideias, metodologias, estratégias, regras, dentre outras, a partir de uma motivação que suscita a busca por resultados, conforme é dado por Firmino e Brotto (2009). Gonçalves (2006, p.7) ainda destaca contribuição de grande valia ao pontuar que “heurístico contrasta-se com algoritmo” afirmando que no primeiro “não há procedimento fixo que, se seguido passo a passo garante o sucesso na condução da tarefa”.

Em complemento a tais definições cumpre-se registrar que Dante (1988) já diferenciava formas de problemas matemáticos, os quais classificava por exercícios de reconhecimento, exercícios de algoritmos; problemas padrões; problemas de quebra-cabeça; problemas-processo ou heurísticos; e, problemas de aplicação ou situações-problema, sendo esses dois últimos ligados necessariamente a situações que exigem a reflexão e a proposição de construção de estratégias para suas resoluções.

Essa dinâmica em se propor problemas que estimulem a construção de raciocínios próprio e não previamente já moldados vai ao encontro do proposto por Huete e Bravo (2006) ao demonstrarem suas preocupações em se construir uma dinâmica que estimule o aluno a pensar, e não apenas fazê-lo seguir algoritmos. O problema pode ser estimulante na medida em que coloca o conhecimento estudado

em prática, conforme Brito (2006, p. 18) destaca, que tal ação de solucionar problemas “pode ser definida como um processo cognitivo que visa transformar uma dada situação em uma situação dirigida a um objetivo, quando um método óbvio não está disponível para o solucionador”.

Kwon, Park e Park (2006) destacam que os problemas que comumente aceitam apenas uma resposta, como se enquadra a maior parte das atividades de matemática, tendem a desencorajar os alunos a buscarem ideias diversas, enquanto, por sua vez, problemas abertos suprem essa “desvantagem” na medida em que não apenas permitem, como incentivam a busca pessoal por novas soluções. Ressalta ainda que um problema que exige um rol de competências e habilidades em comum a diferentes classes (séries/anos) pode ser empregado aos diferentes níveis, tendo em vista que esses problemas podem ser solucionados de acordo com o próprio arcabouço trazido por cada um.

Essa ideia é reforçada por Mezzaroba (2009), que expõe sua inquietação no que se refere ao trabalho de repetições, por parte dos estudantes, destacando que, para ela, o encantamento encontra-se nas atividades que suscitam o elaborar de métodos próprios de resolução, o que pode, inclusive, ser interpretado como as atividades que necessitam da prática heurística, ao mesmo passo que Pereira *et al.* (2002) ainda contribui destacando que o papel da heurística na resolução de problemas é justamente a discussão, o pensamento, a reflexão acerca de métodos que possam ser utilizados, combinados, com o intuito de se construir uma solução não usual, por vezes.

Dessa maneira, problemas abertos podem se constituir tarefas que estimulem o discente a sentir-se provocado em frente aos três aspectos de avaliação da criatividade propostos por Haylock (1997), quais sejam a resolução de problemas; elaboração de problemas; e, redefinição de problemas, visto que um problema aberto com as características aqui descritas exige que o sujeito resolva uma atividade ao mesmo passo em que é levado a reelaborar o problema por diversas vezes em busca de um melhor entendimento, que o leve assim a estruturar novas estratégias, e a redefinir problemas na medida em que é levado a gerar novas interpretações e formas de encarar diferentes objetos/cenários presentes no questionamento em análise.

Assim, sendo os problemas abertos atividades que estimulam o pensamento divergente do sujeito tendo em vista as múltiplas possibilidades de caminhos,

estratégias e, por vezes, respostas, é possível ainda que essas possam concretizar o registro mensurável do comportamento criativo que um sujeito possui, dadas as características que esse construto psicológico detém.

2.4 Criatividade e Criatividade em Matemática

A partir da opinião consensual entre autores como Alencar e Fleith (2003) e Lubart (2007) acerca de criatividade, Gontijo (2007a) elabora um conceito que abarca definições da criatividade específica no campo da matemática, qual seja:

A capacidade de apresentar inúmeras possibilidades de solução apropriadas para uma situação-problema, de modo que estas focalizem aspectos distintos do problema e/ou formas diferenciadas de solucioná-lo, especialmente formas incomuns (originalidade), tanto em situações que requeiram a resolução e elaboração de problemas como em situações que solicitem a classificação ou organização de objetos e/ou elementos matemáticos em função de suas propriedades e atributos, seja textualmente, numericamente, graficamente ou na forma de uma sequência de ações (GONTIJO, 2006. p.49)

Esse conceito de criatividade em matemática ainda se preocupa com as características das quais a produção criativa deve deter, a saber:

pela abundância ou quantidade de idéias diferentes produzidas sobre um mesmo assunto (fluência), pela capacidade de alterar o pensamento ou conceber diferentes categorias de respostas (flexibilidade), por apresentar respostas infrequentes ou incomuns (originalidade) e por apresentar grande quantidade de detalhes em uma idéia (elaboração) (GONTIJO, 2007a, p.49)

Destaca-se a preocupação do autor em inserir no conceito proposto elementos que permitem interpretar a criatividade sob uma ótica psicométrica, isto é, passível de medição por meio da produção apresentada pelo indivíduo, ou seja, pelas inúmeras ideias que este pode apresentar para a solução de um determinado problema.

Destaca-se, segundo Leikin e Pantazi (2013), a importância da criatividade em matemática, apoiando-se no entendimento de que o desenvolvimento e as inovações tecnológicas possuem fortes laços com os conhecimentos produzidos nessa área. De fato, há que se registrar ainda a importância em se promover experimentações empíricas acerca da temática aqui em discussão.

Leikin e Pantazi (2013) apresentam uma concepção de “criatividade relativa” (p. 161) ao se referirem às soluções ventiladas pelos alunos sobre um problema já

aprendido ou sobre um redesenho de solução a problemas outrora já aprendidos, ao passo que a “criatividade absoluta” estaria ligada às grandes realizações e que, portanto, são aprovadas inclusive pelo crivo dos juízes que pertencem ao domínio que abarca a nova ideia.

O entendimento destacado acima clama forte ligação ao que nos estudos psicológicos acerca de criatividade se define por *little-c* e *big-C*, devendo ainda em complemento inserir a ideia proposta por Beghetto e Kaufman (2007) da figura do *mini-c*.

Beghetto e Kaufman (2007), além de tratarem da criatividade conhecidamente por *big-C* como sendo os produtos altamente destacados ao longo do tempo por notória criatividade, citando como os produtos de sucesso criados pelos “Beethovens, the Monets, the Edisons” (BEGHETTO; KAUFMAN, 2007, p. 75), e destacarem a criatividade *little-c* pelas criações de menores proporções, ainda trazem o conceito do que ora denomina por criatividade *mini-c*, a qual por sua vez, refere-se a uma subcategoria do *little-c*, vez que o *mini-c* é uma criatividade ainda “pessoal”, não tendo alcançado os quesitos necessários a que outros julguem como criativo o que ora o sujeito tenha proposto. Beghetto e Kaufman (2007, p. 75, tradução nossa) colocam que: “as concepções atuais da criatividade *little-c* não são suficientes para tratar dos processos criativos pessoais envolvidos na construção de novos conhecimentos dos alunos”, pois, por vezes o traço criativo evidenciado pelo aluno ainda não se torna um produto julgado criativo na observação ampla dos juízes. Um sujeito pode ter uma ideia nova para ele, mas que não é para o coletivo.

Enfim, pode-se conceituar de forma prática que *big-C* se refere a produtos que geram alteração no campo/domínio de conhecimento, fase em que as pessoas tendem a se tornar famosas pelos seus feitos; *little-c* é a criatividade cotidiana que pode trazer contribuições interessantes, mas com impacto menor do que o desenvolvido no *big-C*; enquanto, por fim, o *mini-c* está ligado a uma “criatividade intrapessoal” apoiada no processo de aprendizagem do sujeito (BEGHETTO; KAUFMAN, 2007). O *mini-c* é, portanto, a fase inicial a se desenvolver algo *little-c* para, posterior, talvez, tornar-se *big-C*.

Esses autores definem o *mini-c* pelos produtos que se enquadram nos quesitos de serem novos e úteis para o sujeito, sem a obrigatoriedade de serem originais para outros – o que dá margem a um entendimento da existência de uma “criatividade

peçoal”, mostrando que o que diferencia essa de outras concepções de criatividade (*little-c* e *big-C*) é a fase de julgamento: “o julgamento referente à novidade e utilidade constituinte da criatividade *mini-c* é um julgamento intrapessoal” (BEGHETTO; KAUFMAN, 2007, p. 73, tradução nossa), corroborando com as ideias de Nadjafikhaha e Yaftian (2013), acerca da criatividade em matemática, ao apresentar a existência de uma diferenciação entre a criatividade em matemática dos estudantes (*mini-c*) e dos profissionais (*little-c* e *big-c*).

Leikin e Pantazi (2013) sinalizam que a seleção de atividades, a dinâmica das aulas, a integração entre pares, entre outros, podem contribuir para aspectos que se ligam tanto aos fatores estimuladores ou inibidores do processo de criação – aqui, podendo observar o já previsto na Teoria do Investimento, no Modelo Componencial e na Perspectiva de Sistemas.

Em complemento, Nadjafikhaha e Yaftian (2013) colocam a necessidade em se oportunizar ao aluno a chance de que o mesmo experimente a resolução de problemas como uma atividade do matemático profissional, podendo observar padrões, conjecturar, testar, monitorar e validar, a fim de se alcançar um meio apropriado de solução ou que se aproxime de tal, ao passo que ainda tendem a elencar que a motivação em aprender e fazer matemática são características de destaque ao se falar no desenvolvimento da criatividade em matemática.

Destaca-se que a necessidade em se tratar da criatividade em matemática com certa preocupação se dirige a buscar uma melhora significativa nas práticas educacionais, tendo em vista o que fora dito por Valdés (2010), que pontua ser impossível melhorar a qualidade da educação matemática distante de atividades ligadas à criatividade e Kwon, Park e Park (2006, p.51, tradução nossa) que pontuam: “A educação matemática deve estar voltada para o desenvolvimento do pensamento criativo, propiciando ao aluno a liberdade para experimentar suas possíveis soluções originais”. Dessa maneira, ressalte-se, uma dialética entre a estratégia didática do ensino da matemática dada pela resolução de problemas e uma análise de identificação de criatividade, aqui em especial tratando-se da criatividade específica no campo da matemática, parece demonstrar-se coerente e oportuna.

2.5 Relações entre Resolução de Problemas e a Criatividade no Campo da Matemática

Nesse momento, com o arcabouço apresentado anteriormente a respeito de problemas matemáticos, mais especificamente acerca de problemas matemáticos abertos, e a criatividade, mais particularmente no que tange à criatividade no campo da matemática, busca-se refletir sobre as possíveis aproximações entre essas teorias, de modo a suscitar o entendimento sobre algumas potencialidades do uso dessa categoria específica de problemas ao desenvolvimento da criatividade e à psicométrica como ferramenta de análise para medir a criatividade no campo da matemática.

O discurso nesse momento pode ser iniciado comparando-se as etapas existentes em cada uma dessas teorias, sobre o foco individual que cada qual possui. Como destacado na seção anterior, Brito (2006, p. 24) sintetiza, em quatro fases, as etapas ocorridas durante a resolução de problemas matemáticos, ao mesmo passo que apresenta os quatro estágios referentes ao pensamento criativo, propostos por Graham Wallas (apud BRITO, 2006, p.23; CARSON, 2012) - o que se permite inferir, *a priori*, haver indícios de uma possível aproximação entre o processo de solução de problemas e o pensamento criativo, na medida em que se observa o quadro abaixo (quadro 2).

Quadro 2: Etapas/Estágios de Resolução de Problemas e Estágios do Pensamento Criativo

Etapas ocorridas durante a Resolução de Problemas	Estágios referentes ao Pensamento Criativo
Compreensão ou Preparação	Preparação
Estratégia ou Planejamento	Incubação
Controle ou Execução	Iluminação ou Insight
Revisão ou Monitoramento	Verificação

Fonte: Organizado pelo Pesquisador

Em síntese, pode-se dizer que a compreensão/preparação se refere ao espaço para que o indivíduo organize informações, sendo seguida pela etapa/estágio referente à elaboração de estratégia/incubação que compõe o momento destinado à reflexão sobre as próprias ideias - é onde, pensando, consciente ou inconscientemente, busca se conceber algo que, por sua vez, será posto em prática pela fase denominada por execução/insight. Por fim, o período de revisão/verificação

se refere à testagem, ou seja, é a fase destinada a verificar a eficiência da solução concebida (PEREIRA *et al.*, 2002; BRITO, 2006; NAKASA, 2011; CARSON, 2012). Aproximação essa também sugerida por Jacques Hadamard que ainda em 1945 já percebia os traços de criatividade com diretividade à matemática.

É importante ressaltar que, quando o sujeito toma para si um problema no qual sente-se desafiado a incluir-se, mesmo que inconscientemente, na dinâmica proposta pelas fases citadas acima, o mesmo pode encontrar-se motivado de tal forma que nutra o desenvolvimento de soluções criativas de importante consideração, tendo em vista ser essa uma característica de grande destaque em qualquer dos modelos sistêmicos citados de desenvolvimento da criatividade.

Essa sugestão de aproximação ainda se interliga ao que é previsto na Teoria do Investimento de criatividade e no Modelo Componencial por, além da motivação em debate, caracterizar-se pela necessidade de conhecimentos prévios de determinada área de saber, aqui em tela a matemática, bem como por estar diante de processos que envolvem a estruturação de um planejamento.

Kwon, Park e Park (2006) ainda encorajam mais acerca da aproximação que aqui se sugere, na medida em que defendem sua ideia da presença do pensamento divergente em meio à dinâmica proposta por tarefas abertas:

Uma das características do pensamento criativo é o pensamento divergente, que Guilford (1967) definiu como um ato de buscar de maneira diversa a resolução de um problema, sem uma resposta fixa ou pensando em perspectivas diferentes. Ele também sugeriu que o pensamento divergente aumenta a possibilidade de se chegar a pensamentos originais. Problemas abertos contribuem para impulsionar o pensamento divergente tendo em vista que esses incentivam pensamentos diversos. No decorrer da busca de soluções diversas sob diferentes abordagens, os alunos podem apresentar muitas ideias livremente (fluência), e fazer outras tentativas para elaborar novas estratégias para resolver o problema onde outros falham (flexibilidade), bem como em pensar em ideias inteligentes e inesperadas (originalidade). Em uma palavra, um problema aberto é muito eficaz em cultivar a criatividade em matemática (KWON; PARK; PARK, 2006, p. 56, tradução nossa).

Ressalte-se que Kwon, Park e Park (2006) desenvolveram um programa que demonstrou potencial a se auxiliar o pensamento divergente dos alunos a partir de um trabalho voltado a problemas abertos. E, desse registro, bem como do aporte teórico apresentado até o presente momento e de Fernandes *et al.* (2013), portanto, é possível reforçar a existência do rico potencial de um problema adequado ao desenvolvimento e à psicométrica da criatividade em matemática na medida em que o

mesmo tende a estimular o pensamento, ao tempo em que se permite mensurar aquilo que se relaciona às categorias fluência, flexibilidade e originalidade – elementos esses diretamente relacionados ao se buscar compor testes psicométricos de criatividade.

À fluência, cabe definir, é a capacidade em se gerar múltiplas ideias, múltiplas soluções, para a resolução do problema; flexibilidade se relaciona a geração de soluções que podem ser observadas sob categorias diversas das quais já foram propostas; enquanto, por fim, originalidade está ligada à novidade, a não convencionalidade da solução proposta dentre as demais (LEIKIN, 2009).

A ideia é apresentar a matemática, não como processo acabado, saber construído cujas fórmulas devem ser apenas aplicadas pelas pessoas, mas sim, de apresentar uma área de conhecimento que permanece a todo instante em evolução, que é processo dinâmico inteirado com a realidade do mundo, que atua como ferramenta criativa para o atendimento de diferentes problemas de diferentes áreas. Podendo, dessa forma, inclusive, auxiliar na motivação em matemática.

Em tempo, é importante lembrar que a concepção de matemática como um saber que é a todo instante construído, se relaciona ao que na perspectiva de sistemas colocaria como campo, sendo desejável, portanto, que o professor atue como um juiz que consiga compreender diferentes soluções a um mesmo problema, não cerceando a liberdade do aluno que, motivado, percorre todo um processo na geração de suas soluções.

É possível acreditar, portanto, que o professor, atuando como mediador de conhecimentos desenvolva em sua sala de aula um ambiente motivador de descobertas e investigações, onde argumentando acerca de diferentes problematizações, estimule o raciocínio e a autonomia do discente em situações reais, bem como, por conseguinte estimulando a criatividade em se propor diferentes soluções, ainda que para o mesmo problema. Destaca-se que:

Além disso, professores e estudantes compartilham a responsabilidade pela criação e manutenção de um ambiente em sala de aula que seja propício para a exploração e partilha de ideias, cooperando uns com os outros e assumindo riscos (LESTER, 2013, p. 253, tradução nossa)

Esse conjunto de ideias se relaciona com o desenvolvimento criativo do sujeito, por considerar que em todos os casos o aluno torna-se elemento influente, capaz de formular suas próprias ideias, mesmo que sem a influência direta do professor. Ao passo que, no contexto cotidiano, segundo D'Ambrósio (2001) a matemática por vezes

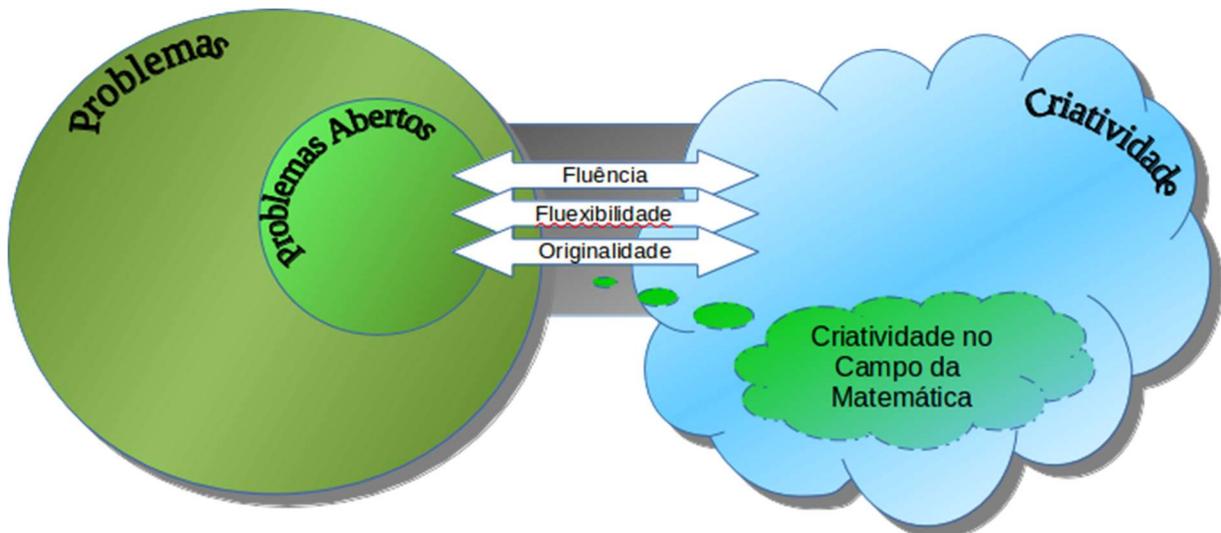
é desenvolvida em resposta à cultura de determinado grupo, etnia. Isso, necessariamente expõe como a criatividade pode ser elemento central ao desenvolvimento de “ferramentas” úteis a cada sujeito, como propostas de solução a diferentes situações.

Dessa maneira, tal qual a resolução de problemas abertos pode auxiliar no desenvolvimento da criatividade no campo da matemática, busca-se explorar a potencialidade que possui em se identificar e mensurar aspectos ligados às características do pensamento divergente, como a fluência, flexibilidade e originalidade, na medida em que o mesmo estimula o resolvidor em um intenso trabalho de exploração das melhores estratégias e resultados (a, *et al.*, 2013).

Pertinente pontuar ainda que Valdés (2010) sublinha que a educação matemática está diretamente ligada a uma educação criativa, ressaltando que a atividade de resolução de problemas, tão buscada pelos educadores matemáticos nos últimos tempos, naturalmente, carece também do desenvolver da criatividade.

Dessa forma, à luz da teoria trazida a debate, cabe apresentar o esquema dado pela figura 3, que tende a representar como os problemas abertos podem ser utilizados para a identificação e medição da criatividade. Essa “categoria” de problemas se dirige a aspectos ligados à criatividade na medida em que busca instigar o sujeito resolvidor a se preparar, buscando estratégias, elaborando conjecturas, dentre outros. Ao passo que pode-se perceber a criatividade se dirigindo em rumo aos problemas abertos no gerar do *insight*, ou dos *insights*, necessário(s) à resolução do problema em questão, caracterizando assim, em meio a tais trocas, a chamada criatividade em matemática.

Figura 3: Criatividade em Matemática como resultado de troca entre a criatividade e problemas abertos.



Fonte: Elaborado pelo Pesquisador

Segundo entendimento trazido por Fernandes *et al.* (2013), para que os alunos sejam criativos, os mesmos devem possuir a capacidade de compreender determinado problema de maneira tal que os permita a condução de explorações profundas, ao mesmo passo que segundo os modelos de desenvolvimento devem deter características tais como motivação, pensamento flexível e estilos de pensamento, bem como um ambiente favorável.

Kwon, Park e Park (2006) em sua pesquisa acerca do desenvolvimento da criatividade de alunos a partir do uso de problemas abertos, cita em seu trabalho que o instrumento utilizado assim como outros que são apresentados na literatura ancorando-se nas características como fluência, flexibilidade e originalidade para a identificação e medição da criatividade. É possível perceber que um instrumento que possua características destinadas ao desenvolvimento da criatividade, talvez, seja um instrumento viável a se estimular o resolvidor a nível específico que o permita a elaboração de respostas detentoras de fluência, flexibilidade e originalidade, itens alvos do teste.

Utilizar desses chamados problemas abertos, os quais por sua essência instigam o elencar de diferentes métodos e estratégias pode auxiliar o sujeito com seu pensamento matemático. Lee, Hwang e Seo (2003) ainda afirmam que essa é uma classe de tarefas, portanto, que pode medir a habilidade do pensamento criativo. Hashimoto (1997) também compartilha da defesa da abordagem do trabalho com

problemas abertos para o desenvolvimento da criatividade em matemática do sujeito, bem como é possível identificar a potencialidade do mesmo em se identificar e medir a criatividade no campo da matemática.

Gontijo (2007a), em seu teste de criatividade em matemática, apresenta algumas habilidades que deveriam, segundo Balka (1974) serem consideradas no ato de medir essa especificidade da criatividade, voltadas a formulação de hipóteses; avaliação de ideias matemáticas; percepção de problemas; busca por soluções que esguiam-se do padrão; e, a elaboração de modelos – habilidades essas que segundo o defendido se espera o sujeito perpassasse na busca por uma solução ao problema aberto, a heurística.

Um exemplo prático de um item utilizado em teste cujo propósito seja o de se identificar e medir a criatividade no campo da matemática apresentado por Gontijo (2007a, p. 152) é apresentado abaixo:

Esta atividade consiste em realizar operações envolvendo apenas o número 4. Você deverá usar quatro números 4, realizando operações matemáticas entre eles. O resultado dessas operações também deverá ser igual a 4. Tente fazer o maior número de soluções, incluindo todas as operações aritméticas: adição, subtração, multiplicação, divisão, raiz quadrada, fatorial, etc. Não é necessário usar todas as operações em cada solução apresentada (LIVNE; LIVNE; MILGRAN, 1999).

É importante ressaltar que as características do problema apresentado caracterizam-no como problema aberto, visto que não possui um único caminho de resposta, inclusive permitindo um número bem elevado de opções de respostas igualmente corretas. Trata-se ainda de um problema que permite a identificação dos traços de criatividade de fluência, flexibilidade e originalidade, conforme descrito por Gontijo (2007a, p. 153):

- Fluência: número de sentenças matemáticas que envolvem exclusivamente quatro números 4 e que produzam resultado igual a 4.
- Flexibilidade: número de categorias de sentenças, calculado pelo número de operações diferentes utilizadas em cada sentença elaborada.
- Originalidade: raridade relativa das sentenças elaboradas.

Percebe-se que um teste de criatividade em matemática tende a ser uma tarefa criteriosa para que não se engane perceber criatividade onde apenas existe uma resposta curiosa, diferente, atentando-se ao conceito inicial de que esta implica em ser algo novo – ainda que para o aluno, e útil – o que implica em tratar-se de respostas devidamente corretas.

Cabe destacar que, apesar de o estudo de Gontijo (2007a) ter apresentado itens que continham características similares que permitiram o apontamento numérico das características ligadas à fluência, flexibilidade e originalidade, trata-se de um teste com algumas limitações como o fato de ser apresentado em apenas uma versão, o que impossibilita sua aplicação para estudos que sejam concebidos sob a luz do delineamento experimental.

Essa limitação diz respeito ao fato da restrição em se aplicar o mesmo instrumento em momentos diversos com vistas a aplicação de pré e pós-teste em situações que requeiram intervenção, visto que a repetição do teste pode se caracterizar como enviesada a partir de frutos de memória que os respondentes possam vir a ter - o que pode se buscar minimizar as chances de tais ocorrências trabalhando-se com um teste que seja composto em sua plenitude por duas etapas, que mesmo guardando independência entre si, guardem certo isomorfismo em termos de dificuldade e características de correção. É o que se propõe nesta pesquisa.

O teste, assim como apresentado por Gontijo (2007a), não vislumbra classificar os resultados como uma tarefa diagnóstica individual, mas sim para obter dados que diz respeito ao nível de criatividade de um coletivo, como auxílio ao professor em sala de aula.

Vale destacar que avaliar a criatividade e a criatividade no campo da matemática são atividades que podem ser concebidas por diferentes formas, tendo a partir disso surgido diferentes instrumentos, contudo, o que se pode perceber é que independente da estratégia utilizada pela correção do teste e de sua estrutura alguns traços são comuns, como a valorização do pensamento divergente e a análise da produção, sendo observáveis em muitos casos a partir de itens comuns, o que fortalece ainda mais as evidências de suas potencialidades de se medir aquilo que são propostos medir quando inseridos em testes dessa natureza, vez que todos os instrumentos perpassam obrigatoriamente por diferentes etapas de estudo de validade e fidedignidade em seus contextos. No cenário brasileiro poucos testes foram desenvolvidos para esse fim, entretanto, muito se pode citar acerca de diferentes países como Foster (1970), Balka (1974), Singh (1987), Haylock (1987; 1997), Lee, Hwang e Seo (2003), Kattou *et. al* (2013) e Pitta-Pantazi, Sophocleous e Christou (2013). A partir da próxima seção, portanto, se descreve os passos seguidos para a construção de instrumento validado em amostra brasileira de propósito similar.

CAPÍTULO 3 - MÉTODO

Nesta seção estão apresentadas informações referentes à concretização da pesquisa, discorrendo sobre o cenário e os sujeitos da investigação, assim como o percurso metodológico adotado e as estratégias e os procedimentos utilizados. Aproveitou-se essa seção ainda para tecer breve abordagem acerca das considerações éticas pertinentes.

3.1 Percurso Metodológico

Primeiramente cabe esclarecer que essa pesquisa ancorou-se sob uma perspectiva empírico-analítica, que segundo Fiorentini e Lorenzato (2006) tem por objetivo a produção e testagem de novos materiais, tais como testes, escalas e etc. Essa perspectiva se aproxima do que foi proposto neste trabalho na medida em que o mesmo visou a construção e validação de teste de criatividade no campo da matemática.

Quanto ao objetivo da pesquisa, buscou-se caracterizá-la como de natureza exploratória (GIL, 2008), uma vez que a temática investigada ainda é pouco desenvolvida no Brasil e, no que se refere à análise dos dados, a abordagem adotada foi multimetodológica valendo-se de parte qualitativa na medida em que foram analisados relatórios de especialistas da área quanto aos itens previamente selecionados para a composição do teste; roda de conversa com amostra de mesmo perfil do público idealizado; e, categorização das respostas produzidas pelos respondentes; enquanto foram estruturadas a partir de estudos quantitativos as análises de cunho estatístico a fim de se verificar a consistência interna entre os itens e os consequentes conceitos de validade e fidedignidade dos instrumentos criados (PASQUALI, 2003). Pasquali (2003) salienta a pertinência do coeficiente de Cronbach para casos similares a esse para se verificar a consistência interna do instrumento a partir da covariância entre os itens componentes do teste.

3.2 Considerações Éticas

Idealizou-se nesta pesquisa um trabalho cuja razão de ser se voltou a verificar uma possível ligação entre uma categoria específica de problemas matemáticos, problemas abertos, e a identificação de traços de uma criatividade específica, qual seja a criatividade em matemática. Assim, uma vez que a citada pesquisa contou com pessoas como sujeitos respondentes a diferentes itens, a partir de um objetivo claro e definido, que foi a elaboração de instrumentos psicométricos que envolvem conceitos das áreas de educação e de psicologia, é interessante tecer nesse momento algumas considerações éticas.

Os trabalhos de campo iniciaram com a proposição de um contato entre o pesquisador e os possíveis participantes para prestar esclarecimentos e oferecer tantas quantas possíveis informações a respeito da pesquisa sob a qual foram convidados a participar, estando todos de acordo, que ressalte-se foi de livre consentimento, registrado por escrito para que pudessem reconhecer todas as instruções e registrar suas concordâncias (Vide Apêndice A).

É importante ressaltar que essa pesquisa não possuiu propósitos invasivos que pudessem comprometer a dignidade pessoal de cada participante, tampouco incorrer em algum efeito nocivo à saúde, física ou mental, do mesmo. Ressalta-se ainda que o teste não possuiu por propósito sequer realizar diagnóstico individual com vistas à classificação de casos específicos ou estabelecer ranqueamento com os estudantes.

No que se refere à aplicação dos testes de criatividade em matemática, em suas duas formas, Versão A e Versão B, cabe elencar que os instrumentos, em sua plenitude, possuem o propósito de mensurar aspectos como fluência, flexibilidade e originalidade a partir de itens de matemática que suscitam múltiplas respostas, não possuindo, portanto, efeitos indesejáveis aos participantes, vez que apenas provocaram o registro escrito de tantas quantas possíveis soluções estes fossem capazes de elaborar movidos a partir de questões próprias dos testes.

Assim, considerando que os instrumentos utilizados possuíram por propósito apenas a coleta de soluções com o intuito de se proceder a validação dos itens compilados entendeu-se ser uma pesquisa que respeitou o participante que, segundo o termo de consentimento livre e esclarecido, poderia optar pela desistência em qualquer momento que assim desejasse.

3.3 Caracterização do Cenário e dos Sujeitos da Pesquisa

De acordo com o objetivo proposto, bem como em consonância com a literatura utilizada por referência, esta pesquisa foi idealizada a se concretizar junto a diferentes turmas de alunos concluintes da educação básica, especificamente do 3º ano do ensino médio, devidamente matriculados em escolas públicas de duas diferentes regiões administrativas do Distrito Federal. Sendo assim, foram selecionadas duas instituições localizadas em regiões administrativas distantes entre si cerca de 30 quilômetros.

O critério utilizado para a escolha em se trabalhar com essas duas escolas foi, além da conveniência do pesquisador, o fato de possuírem realidades diferentes tendo em vista a distância entre essas, bem como serem ocupantes de diferentes posições quando analisados índices de avaliação de larga escala como o Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM realizado no ano de 2014 (BRASIL/INEP, 2014), no qual a escola de Ceilândia, doravante denominada por Escola A, alcançou média 486,96 em contraponto a instituição do Gama, neste trabalho denominada por Escola B, que obteve 511,46 no componente matemática

Outras características relevantes que devem ser citadas referentes à cada instituição de ensino selecionada também são apresentadas pelo relatório do INEP a respeito do ENEM, o qual apresenta que a Escola A possuiu 193 alunos participantes no exame (o que corresponde a 69,42% do total de alunos habilitados), bem como explicita um indicador de nível socioeconômico médio. Enquanto a Escola B, possuiu 344 participantes no referido exame, o que equivale a 76,44% dos alunos habilitados a realizar o ENEM, possuindo um indicador de nível socioeconômico médio alto. A título de esclarecimentos, cabe destacar que as duas instituições de ensino selecionadas fazem parte da rede de escolas da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal – SEDF.

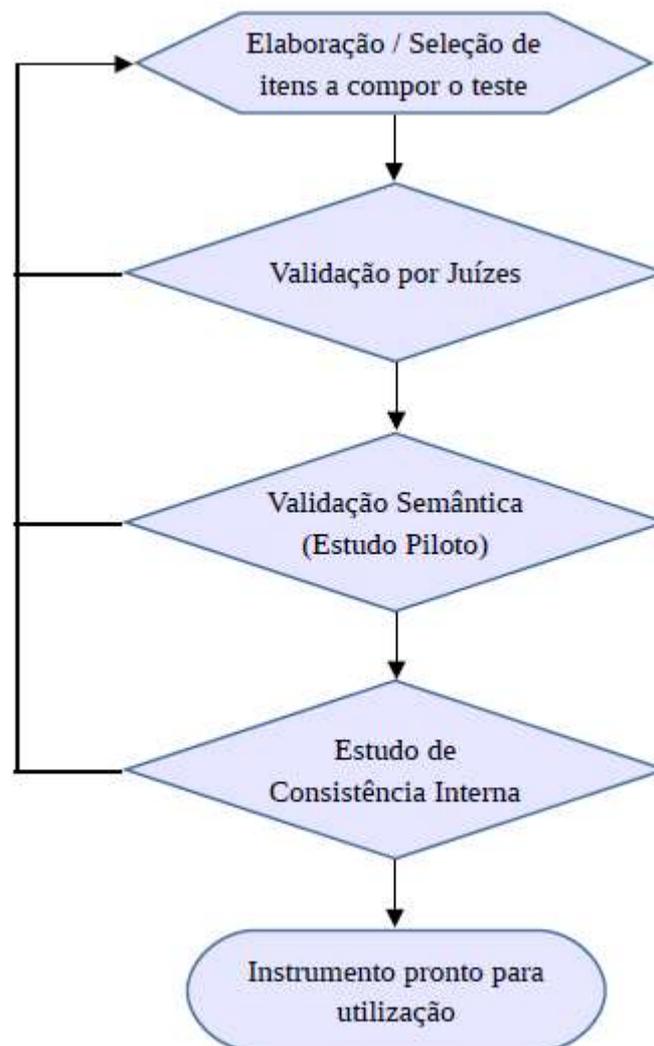
Ressalte-se que idealizou-se trabalhar com alunos concluintes da educação básica tendo em vista o envolvimento do pesquisador com a formação de jovens e adultos na esfera do ensino técnico e superior, ou seja, modalidades sequenciais à educação básica. Assim, o pesquisador pode conhecer ainda melhor o público com quem trabalha em suas atividades docentes a respeito do fazer criativo em matemática desses.

Participaram 102 estudantes da Escola A e 110 da Escola B. Em ambas as instituições, foram consultadas 4 turmas do 3º ano do ensino médio, sendo que uma metade do grupo de cada escola respondeu a versão A do teste e a outra metade respondeu a versão B.

3.4 Procedimentos para a Elaboração do Teste de Desempenho Criativo no Campo da Matemática – TDCCM, Versões A e B

Primeiramente, buscou-se na literatura pertinente à área a compilação/elaboração de itens de testes publicados e que se adequassem ao conceito de problemas abertos. A ideia inicial foi de obedecer o fluxo apresentado a seguir, o qual consiste na compilação de etapas que a literatura sugere serem cumpridas na elaboração de testes na busca pelas citadas características de validade e fidedignidade:

Figura 4: Fluxo para validação de instrumento.



Fonte: Elaborado pelo pesquisador

Dessa maneira, segue uma sucinta descrição sobre cada fase aqui planejada como percurso do processo de validação do TDCCM, tendo como referência a elaboração de testes similares ao que aqui se objetiva (LEE, HWANG, SEO, 2003; MANN, 2005; GONTIJO, 2007a; CARVALHO, 2015).

1) Elaboração/Seleção de Itens a Compor o Teste: Esse momento inicial se resume em, após apropriação da literatura pertinente tanto no que se refere a teorias dos diferentes autores investigadores da temática ora em discussão quanto no conhecer de tantos outros instrumentos similares, buscar selecionar itens que aparentam maior potencialidade no que tange ao objetivo do instrumento aqui idealizado. A partir do conhecimento de diferentes testes e atividades que tinham por alvo a criatividade em

matemática, portanto, buscou-se selecionar os itens em potencial para a referida pesquisa ao mesmo passo que se elaborou demais atividades de estruturas semelhantes. A elaboração foi muito importante nesta etapa para que também houvesse contribuição de itens inéditos à comunidade científica.

2) Validação por Juízes: É a fase em que os itens que foram elaborados/selecionados a compor o teste, ou os testes, foram submetidos a especialistas da área. Esses especialistas eram pessoas de notório saber no campo da educação matemática para que pudessem efetivamente, a partir de suas visões críticas e experiências trazidas consigo, averiguar se o instrumento sugerido converge junto aos conceitos adotados pelo pesquisador elaborador. Seguiu-se a recomendação de que os itens fossem encaminhados aos juízes junto a uma carta de apresentação da “minuta do instrumento” ou desse “rol de itens” explicitando os conceitos utilizados para que a análise pudesse ser realizada de forma mais coerente, não havendo conflitos com crenças pessoais distintas.

Cabe acrescentar que poderia ter encaminhado aos juízes apenas uma “minuta de instrumento” para que pudessem apenas validá-la, ou criticá-la tecendo suas considerações, ou inclusive de forma mais aconselhável como um “rol de itens” para que esses especialistas tivessem opções de verificar a potencialidade de cada questionamento, havendo a possibilidade de que somente após uma análise de todos os pareceres recebidos compilar os itens que obtiveram avaliação mais positiva segundo a ótica dos especialistas obedecendo critérios de recorrência, ou seja, selecionando aqueles mais bem posicionados pela maioria dos juízes.

Em tempo, não consta na literatura de metodologia em educação matemática, e não foram encontrados na literatura científica de outras áreas, uma maneira de quantificar o número de juízes necessários, apenas acreditando por bom senso de que seja um número que considere ampliar um debate quando obter as respostas, o que para este trabalho se utilizou de 5 profissionais. Esses juízes possuíam conhecimentos relevantes na área de educação matemática e matemática, bem como experiência com criatividade no campo da matemática (Ver quadro 3):

Quadro 3: Perfil Acadêmico-Profissional dos Juízes

JUÍZES	GRADUAÇÃO INICIAL	TITULAÇÃO MÁXIMA	ATUAÇÃO PROFISSIONAL
Pesquisador 1	Pedagogia	Mestre em Educação (<i>Criatividade em Matemática</i>)	Ensino Fundamental (Séries Iniciais)
Pesquisador 2	Matemática	Mestre em Educação (<i>Criatividade em matemática</i>)	Ensino Médio
Pesquisador 3	Matemática	Mestre em Matemática	Ensino Superior (Educ. Matemática e Minicursos de Reforço de Mat. Básica)
Pesquisador 4	Matemática	Mestre em Matemática	Ensino Superior (Metod. do Ens. da Matemática)
Pesquisador 5	Matemática	Mestre em Educação	Ensino Superior (Educação Matemática)

Fonte: Organizado pelo pesquisador

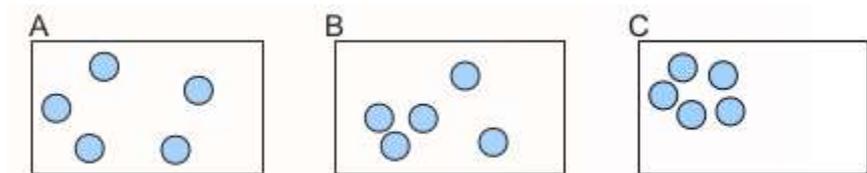
3) Validação Semântica (Estudo Piloto): Após colher os pareceres emitidos pelos juízes, avaliá-los e se estruturar o teste almejado, chegou um primeiro momento de aplicação. A ideia nessa fase é de que o teste seja posto à prova, ainda que com um número menor de respondentes para que se avalie se o público-alvo consegue perceber da forma como se objetivou a criação de cada item, bem como gerar respostas que o pesquisador inicialmente entende ser possíveis contabilizar. Nessa fase, a partir de um número pequeno de respondentes – considerado por alguns como já um estudo piloto, o pesquisador pode identificar falhas nos itens, tanto no aspecto gramatical, ortográfico, como da adequação da escrita ao público idealizado e as respostas que vislumbra obter com a ideia de quantificar, não podendo esquecer de tratar-se da elaboração de um teste naturalmente quantitativo, ainda que a categorização seja qualitativa.

Novamente a literatura não traz consigo um número exato de quantos respondentes é necessário para essa validação semântica, contudo, espera-se que seja uma quantidade de respondentes capaz de suscitar a dúvida e o debate sobre os itens. Vale ressaltar que, para a realização dessa etapa, fez-se uma roda de conversa com alunos concluintes da educação básica na região administrativa de Samambaia,

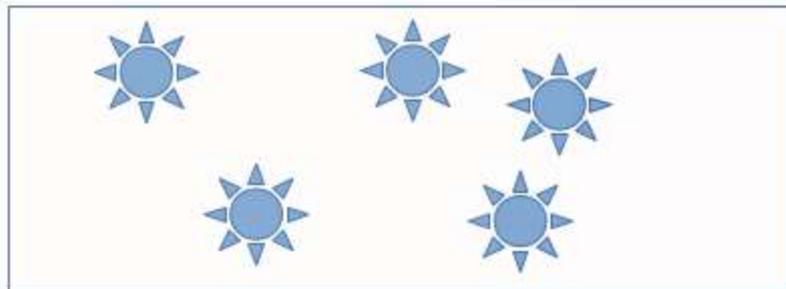
visando que esses não tivessem contato com demais participantes das escolas selecionadas, o que poderia gerar contaminação da amostra.

A partir dessa dinâmica, foi possível suprimir dois itens que pareceram demonstrar dificuldades no entendimento inicial, gerando grande número de dúvidas em lugar de variadas respostas, apesar de serem itens bem cotados pelos juízes durante a fase anterior. Eis os itens, o primeiro da Versão A e o segundo, o seu correspondente na Versão B:

Três estudantes, A, B e C jogam cinco bolas de gude cada, como representa a figura abaixo. Nesse jogo, o vencedor é o estudante com a menor dispersão das bolas. Por exemplo, o grau de dispersão parece diminuir na ordem obtida pelos jogadores A, B e C. Elabore formas de expressar numericamente os graus de dispersão encontrados (LEE, HWANG, SEO, 2003).



Busque tantas maneiras quanto puder de expressar numericamente as distâncias obtidas entre dois objetos apresentados na figura abaixo, justificando cada caso. Se necessário, nomeie cada objeto por A, B, C, D e E.

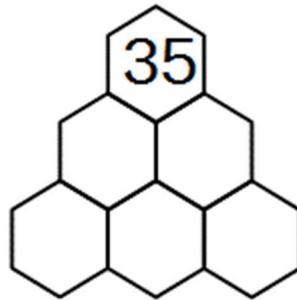


Cabe ressaltar que outros itens ainda foram suprimidos nessa fase, em vista que passados cerca de 30 minutos em teste os respondentes passavam a apresentar sinais de fadiga e começavam a se dispersar – o que certamente prejudicaria a geração de respostas de maneira adequada. Primou-se neste instante por se obter maior riqueza de respostas em menos itens do que um procedimento que se mostrasse enfadonho, bem como com itens cuja eficácia desfalecesse em razão do cansaço. A análise dos juízes bem como o estudo junto ao público final foi de grande

valia a se realizar ajustes nos instrumentos. Dessa forma, seguem exemplos de itens que compuseram a versão final do teste:

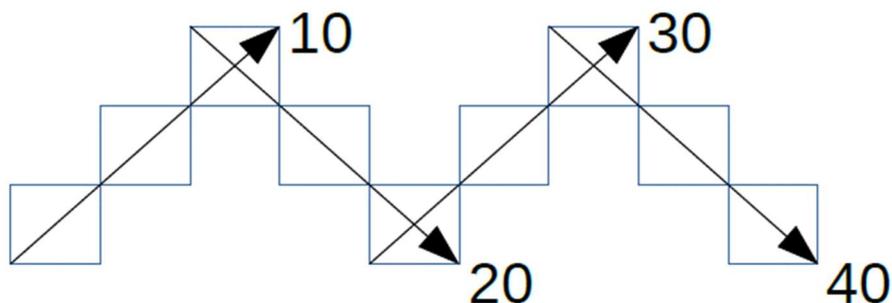
Item 1 – Versão A:

Observe a figura a seguir. Todas as células contêm um número. Cada número na figura pode ser calculado executando a mesma operação entre os números que preenchem as duas células adjacentes abaixo. Encontre, tantas quantas possíveis sejam, soluções para a figura cujo topo é igual a 35 (KATTOU Et. Al, 2013).



Item 1 – Versão B:

Observe a ilustração abaixo. Todas as células devem ser preenchidas com um número. Os números não devem se repetir. Para preencher as células abaixo é necessário considerar que a primeira diagonal deve resultar em 10, a segunda em 20, a terceira em 30 e a última em 40, não cumulativamente. Você poderá optar pelo uso de qualquer operação matemática a ser realizada entre as células para se obter os resultados das diagonais, como +, -, *, :, log, etc..., contudo, você deve utilizar uma única operação matemática a cada solução proposta. Encontre o máximo de soluções possíveis.



A partir de uma leitura analítica com o intuito de se proceder uma comparação entre os dois itens pode-se observar tratarem-se de atividades similares na medida em que o objetivo central é o de se encontrar determinados valores a partir de pequeno conjunto de regras quanto à imposição de operadores e manipulação de números. Na versão A, o respondente é levado a indicar números que, a partir de uma única operação, resulte em um final igual a 35. Outras operações poderiam ser utilizadas em outras soluções, ou seja, o respondente poderia realizar uma resposta com adição, outra com subtração, outra com multiplicação, e assim por diante.

Paralelamente, o item 1 da versão B caracteriza-se por certo isomorfismo quando sua estrutura é fundamentada a partir do empilhamento de diversos espaços a serem preenchidos com números indicados pelos respondentes a se alcançar valores previamente determinados. Nesse, a diferença encontra-se no fato de que deve-se atentar a quatro valores específicos (10, 20, 30 e 40) e não apenas um como na versão A.

De todo modo, os dois itens se caracterizam como problemas abertos, visto que permitem múltiplas respostas a partir das diferentes estratégias que podem surgir, ao mesmo tempo em que apesar de muito assemelharem-se com atividade didática não contextualizada, vez não possuir um contexto real que embase os referidos problemas, podem auxiliar o sujeito a pensar e re-pensar sobre a composição de valores específicos tão logo podem ser utilizados os diferentes números e operações que conhece. É possível que esses itens, mesmo não tratando de forma direta um contexto real, possa nutrir um estímulo ao pensamento e a reflexão que auxilie o sujeito quando, por exemplo, busca compor um troco com diferentes cédulas e moedas da unidade monetária que possui ou em se estruturar diferentes cardápios de dieta baseando-se na quantidade máxima de calorias que podem ser ingeridas diariamente, contextos próximos ao que se defende por problema nas avaliações do *PISA* organizado pela *OECD* (2014). A estrutura, portanto, dos itens, permite inclusive a elaboração de programas ou sequências didáticas que tenham por propósito estimular o desenvolvimento da criatividade do sujeito no campo da matemática.

Cabe destacar que recentemente um aplicativo de celular que passou a ser ofertado gratuitamente como jogo traz o mesmo princípio, podendo-se depreender a possibilidade de ludicidade ainda que com um item aparentemente estático à primeira vista. Trata-se do jogo chamado *Numberful*, cuja finalidade é formar os números

naturais, em ordem crescente, a partir de operações entre os valores distribuídos a cada rodada, em função de um tempo decrescente que pode sofrer acréscimos de segundos a cada rodada em que se alcança sucesso.

Outro par de itens que vale ser destacado e comentado será apresentado a seguir:

Item 2 – Versão A:

André e Bárbara trabalham vendendo assinaturas de jornal. André recebe um salário fixo de R\$ 750,00, mais uma comissão de R\$2,50 por assinatura vendida. Bárbara, por sua vez, recebe um salário fixo de R\$ 1.000,00, mais uma comissão de R\$ 0,50 por assinatura vendida. Elabore tantos problemas matemáticos quanto puder que possam surgir a partir da informação apresentada.

Item 2 – Versão B:

Elabore diferentes questões que possam ser respondidas a partir da seguinte informação: “Paulo, Tiago e Antônio retornavam, de automóvel, para suas casas depois de uma viagem. Antônio dirigiu 140 km a mais que Tiago. Tiago dirigiu duas vezes o percurso percorrido por Paulo. Paulo dirigiu 90 km” (SILVER; CAI, 1996).

A similaridade entre os dois itens é explícita na medida em que em ambos os casos o sujeito é levado a conhecer uma realidade, a partir de um conjunto de fatos apresentados, e provocado a identificar como a matemática pode se constituir instrumento útil que facilite a compreensão da realidade e soluções a diferentes questionamentos, indo ao encontro do que é defendido por Schoenfeld (2013) quando busca defender que a matemática extrapola a mera rotina de operações algorítmicas, se constituindo, além disso, atividade que permite construção de conhecimento a partir da argumentação.

Na versão A, por exemplo, a situação destacada traz o contexto do mundo do trabalho, sendo apresentada ao indivíduo duas propostas de remuneração a que estão sujeitas duas pessoas. O fato pode se tornar corriqueiro quando se vislumbra que em uma negociação trabalhista o empregador possa ofertar duas maneiras distintas de remunerar seu empregado como, por exemplo, com carteira assinada ou com contrato de prestação autônoma de serviços, os quais devem levar o trabalhador

a refletir matematicamente não só pelas cifras envolvidas, como uma série de variáveis, antes pensadas alheias à matemática, como a estabilidade no trabalho, ganhos a médios e longos prazos, cobertura em casos de acidentes, contribuição previdenciárias, entre outros.

Enquanto na Versão B, o contexto apresentado é similar a outros tantos abordados em livros didáticos, explorando trajetórias desenvolvidas por diferentes sujeitos ou objetos. Corriqueiramente, muitas questões nesse contexto são apresentadas, muito embora, em geral busca-se atribuir tal contexto a uma ou outra pergunta fixa e que exigirá em muitos casos uma resposta estritamente algorítmica, o que destoa do presente item. Nesse, o respondente é levado a refletir acerca das informações disponíveis para, então, “matematizar” possíveis relações entre elas. Problemas como esse podem estimular a reflexão acerca de como a matemática auxilia o encontro de respostas a diferentes questões. E, levando a essa reflexão e solicitando o maior número de respostas possíveis, pode-se caracterizar como um item que tem potencial para mensurar traços de criatividade como fluência, flexibilidade e originalidade.

Os dois itens possuem, portanto, traços similares entre si, níveis de dificuldade emparelhados e objetivos idênticos, mesmo estando estruturados em diferentes contextos – fato que ancorou a escolha em tornarem-se representantes em cada uma das versões do TDCCM. Ressalte-se ainda o fato de que os itens 1A e 2B tratam-se de traduções de problemas já propostos em testes anteriormente validados em diferentes contextos, enquanto os itens 1B e 2A se constituem formas análogas a esses.

4) Estudo de Consistência Interna: Esta fase foi o momento em que se buscou realizar estudos de estabilidade e da precisão do teste em elaboração. O objetivo foi averiguar se o construto consegue medir o que se propôs a medir em meio a uma margem controlada de erro, vez que deve-se reconhecer que esse sempre estará presente. Foi o momento para se estudar a fidedignidade do teste. Buscou-se, portanto, nessa fase, verificar se o instrumento consegue obter resultados equivalentes quando submetidos a variados sujeitos em diferentes ocasiões. Este controle é realizado por meio de cálculo de coeficiente que indica em um intervalo de 0 a 1 o quanto os resultados se aproximam entre si, sendo a distância entre o valor

encontrado e 1, a margem de erro – assim, quanto mais próximo de 1, mais confiável, mais preciso o teste, tudo isso por uma análise ligada a um estudo de covariação.

Dessa maneira, pode-se dizer que essa análise consistiu basicamente no cálculo de correlações entre cada item que compõe o teste e os demais, de modo a verificar se todos os itens, portanto, apresentavam similares características acerca de se medir o propósito para o qual foram idealizados. Pasquali (2003) ainda exemplifica sobre esta etapa alertando que espera-se para um teste de 10 itens, que cada qual contribua e influencie o escore total em 10%. E, logicamente, quanto mais itens, menor será a afetação do escore do teste em relação a cada item.

O método adotado para identificar o nível de fidedignidade do teste, em suas duas versões, foi o coeficiente alfa de Cronbach (α), o qual pode ser calculado a partir da seguinte expressão:

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum s_i^2}{s_T^2} \right) \quad (1)$$

Dessa equação, segue-se o entendimento de “ n ” pelo número de itens que compõe o instrumento; “ $\sum s_i^2$ ” pela somática das variâncias entre os itens; e, depreendendo-se por último pela variância total relativa aos escores do teste o “ s_T^2 ” (PASQUALI, 2003).

Ademais, foram propostas duas versões de um teste que deveriam apresentar itens que guardassem certo isomorfismo e graus de dificuldade semelhantes e padrões de correção similares, entretanto, independentes entre si. Entendeu-se serem necessárias duas etapas para a aplicação do teste de criatividade em matemática, de modo que não haja a aplicação repetida do instrumento em pesquisas que se utilizem de pré e pós-testes, e que de alguma forma o uso da memória seja empregado como elemento influente no resultado daquilo que se esperar medir.

Sendo um pouco mais explícito, o teste completo conta com sua Versão A e Versão B. São como dois testes distintos, mas similares. Ditos independentes entre si, pois idealiza-se que o processo de validação permita suas utilizações de maneiras autônomas, ou seja, a aplicação da Versão A não implicará na necessidade da aplicação da Versão B.

Para a consecução do processo de validação buscou-se submeter o TDCCM a uma amostra de 212 respondentes (108 para a versão A e 104 para a versão B) que

atenderam às características descritas nas seções anterior, ou seja, conluintes da educação básica, onde a partir dessa etapa, seguiu-se os passos estabelecidos no fluxo citado.

3.5 Da Análise dos Dados para o Processo de Validação e Fidedignidade dos Instrumentos

Tão logo os dados foram categorizados, ancorou-se no esquema proposto por Leikin (2009), o qual foi estruturado pela autora quando na elaboração de um teste de similar propósito, mais especificamente no que concerne a aplicação a grandes grupos. Em seu trabalho original, a autora propôs o seguinte padrão de correção:

Quadro 4: Esquema de Pontuação para Teste de Criatividade

		Criatividade			
		Fluência	Flexibilidade	Originalidade	
Escores por solução	Para performance independente ou em pequenos grupos	1	Flx ₁ = 10 para a primeira solução Flx _i = 10 para soluções de que pertencem a diferentes categorias Flx _i = 1 para estratégias similares, mas representações diferentes	Or _i = 10 para ideias não convencionais Or _i = 1 para ideias parcialmente não convencionais Or _i = 0,1 para soluções convencionais baseadas em algoritmos já conhecidos.	Flx _i xOr _i
	Para performance de estudantes em grandes grupos		Flx _i = 0,1 a mesma estratégia e a mesma representação	Or _i = 10, P < 15% Or _i = 1, 15% ≤ P < 40% Or _i = 0,1, P ≥ 40%	
Total de escore		n	$Flx = \sum_{i=1}^n Flx_i$	$Or = \sum_{i=1}^n Or_i$	$\sum_{i=1}^n Flx_i \times Or_i$
Escore final de criatividade		$Cr = n \left(\sum_{i=1}^n Flx_i \times Or_i \right)$			

“n” se refere ao número total de respostas apropriadas

$P = \frac{m_j}{n} \cdot 100\%$, onde m_j é o número de de estudantes que utilizou a estratégia j.

Fonte: Leikin (2009, p. 139)

Por meio da aplicação desse esquema é possível pontuar, quanto ao critério de flexibilidade, com 10 pontos à primeira ideia registrada; 10 pontos à ideia em

categorias diferentes; 1 ponto ao tratar-se de ideias inseridas em categorias já citadas; e, 0,1, para soluções cuja distinção é extremamente sutil, sendo normalmente oriunda de soluções propostas a partir da repetição de certo padrão ou lógica existente, alterando apenas números ou ordenamentos, etc. Quanto à originalidade, o esquema prevê 10 pontos às soluções ditas originais e classificadas por uma ordem de ocorrência situada entre no intervalo $P < 15\%$; sendo atribuído 1 ponto para o intervalo $15\% \leq P < 40\%$; e, 0,1 quando a ideia se torna de comum ocorrência, sob o intervalo $P \geq 40\%$, sendo p , a probabilidade de ocorrência de resposta com determinada característica. Para a originalidade, cabe ressaltar, o destaque é dado na probabilidade de ocorrência do padrão de cada solução em meio a todo o conjunto de soluções obtidas no grupo em análise.

Segundo Leikin (2009), o chamado escore de criatividade seria uma espécie de resultado parcial dado a partir do somatório entre o produto obtido entre os escores de flexibilidade e de originalidade em cada item. De maneira que para se obter a pontuação final de criatividade em matemática haveria o produto entre a pontuação de fluência obtida ao longo de todo o teste e àquela atingida no resultado parcial anteriormente calculado.

Contudo, embora sendo o TDCCM, em suas duas versões, composto por 5 itens cada, que possuem similar potencial para estimular o respondente a gerar várias respostas distintas, cabe destacar que tratam-se de questionamentos com estruturas de gradações diferentes e que exercitam estratégias distintas. Desse modo, o mesmo estudante que gera apenas 3 respostas válidas ao primeiro item pode propor 10 soluções para o segundo e, assim por diante – razão pela qual o esquema de correção adotado ousou por encarar como escore parcial de criatividade os resultados obtidos em cada item sob os três traços observados (fluência, flexibilidade e originalidade) tratando-os como independentes entre si, interpretando que a fluência figura como um *brainstorm* individual e, portanto, momento que deve ser valorizado também em decorrência de que cada situação provoca uma determinada motivação à sua concretização, bem como pode ser mais ou menos significativo ao respondente. Por fim, para a obtenção de escore final foi adotado o uso da média aritmética simples entre os resultados obtidos em cada item, conforme o esquema apresentado a seguir:

Quadro 5: Esquema de Pontuação para o TDCCM

		Fluência	Flexibilidade	Originalidade
<i>Escores por solução</i>	<i>Para performance de estudantes em grandes grupos</i>	1	$Flx_1 = 10$ para a primeira solução $Flx_i = 10$ para soluções de que pertencem a diferentes categorias $Flx_i = 1$ para estratégias similares, mas representações diferentes $Flx_i = 0,1$ a mesma estratégia e a mesma representação	$Or_i = 10$ para ideias não convencionais $Or_i = 1$ para ideias parcialmente não convencionais $Or_i = 0,1$ para soluções convencionais baseadas em algoritmos já conhecidos.
				$Or_i = 10, P < 15\%$ $Or_i = 1, 15\% \leq P < 40\%$ $Or_i = 0,1, P \geq 40\%$
Total de escore		n	$Flx = \sum_{i=1}^n Flx_i$	$Or = \sum_{i=1}^n Or_i$
Escore de Criatividade a cada Item		$Cr(K) = n \left(\sum_{i=1}^n Flx_i \times Or_i \right)$		

“n” se refere ao número total de respostas apropriadas

$P = \frac{m_j}{n} \cdot 100\%$, onde m_j é o número de de estudantes que utilizou a estratégia j

“k” se refere ao item avaliado

Fonte: Adaptado de Leikin (2009, p. 139)

Em seguida, os dados foram tratados por meio do *software* estatístico com o propósito de efetuar os cálculos necessários, a partir das correlações e covariâncias entre as variáveis envolvidas, com vistas a se obter a consistência interna necessária que valide o instrumento idealizado, bem como sustente sua fidedignidade. O *software* utilizado para tal fim foi o SPSS (Statistical Package for Social Sciences), versão 21.

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados encontrados no decorrer da pesquisa a partir da utilização dos instrumentos descritos nas seções anteriores cuja finalidade foi testar a validade desses instrumentos com base na análise estatística dos dados. Dessa forma, antes de apresentar a tabulação dos resultados, cabe exemplificar como os critérios de correção foram postos em prática quando analisados os testes respondidos. Ainda assim, apesar de reconhecer que as resoluções colhidas tiveram como principal função subsidiar o processo de validação do instrumento, os exemplos dados a seguir podem trazer uma pequena amostra do rico registro escrito produzido pelos estudantes partícipes dessa pesquisa.

No item 1, referente a versão A, citado no capítulo anterior, as soluções geradas foram categorizadas em função dos tipos de operadores utilizados, bem como em função da natureza do número (inteiro ou decimal), estando destinados pontos de acordo com o quadro 5. Como exemplo, seguem as soluções propostas por dois respondentes:

Primeiro caso:

Quadro 6: Quadro de correção - a

Operador utilizado	Natureza numérica	Números utilizados	Flexibilidade	Originalidade
+	Inteiro	10, 5, 15, 15, 20	10	0,1
+	Inteiro	9, 10, 6, 19,16	1	0,1
+	Inteiro	30, 2, 1, 32, 3	1	0,1

Fonte: Organizado pelo pesquisador

Destaca-se que a natureza numérica indicada pelo termo “inteiro”, se refere ao fato de todos os valores utilizados terem sido pertencentes ao conjunto dos números inteiros. Assim, em vista do processo de atribuição de escores às soluções apresentadas acima destinou-se, no que se refere à flexibilidade, 10 pontos atribuídos à primeira solução, enquanto às outras foram destinados 1 ponto a cada solução, visto que de acordo com regras explicitadas no quadro 5, consta que serão sempre atribuídos 10 pontos à primeira solução e 1 para soluções similares, mas que invocam diferentes representações, sendo considerado o fato aqui de os componentes da

sequência numérica utilizada terem sido diferentes entre si.

Quanto à pontuação de originalidade, restou-se constatado a partir da análise probabilística que o uso das operações de adição equivaleu a 88,19% do número de soluções colhidas por toda a amostra utilizada ao longo do processo de validação; enquanto foram adotadas subtrações em 6,53% e multiplicações e divisões por 3,77% e 1,51% dos casos, respectivamente, o que dessa forma, segundo as regras apresentadas como critério de pontuação, implica na atribuição de 0,1 às soluções elaboradas a partir da adição ($P \geq 40\%$) e 10 às demais ($P < 15\%$).

Por fim, a pontuação obtida no item em análise foi de 3,6, sendo o produto entre o somatório dos produtos parciais obtidos entre a flexibilidade e a originalidade (1,2) e a fluência (3), conforme a operação ilustrada a seguir:

$$Cr(1A) = 3 \cdot (10 \cdot 0,1 + 1 \cdot 0,1 + 1 \cdot 0,1) = 3,6 \quad (2)$$

Segundo caso:

Quadro 7: Quadro de correção - b

Operador utilizado	Natureza numérica	Números utilizados	Flexibilidade	Originalidade
+	Inteiro	10,5,15,15,20	10	0,1
-	Inteiro	65,5,30,60,25	10	10
:	Inteiro	42875,35,1225,1225,35	10	10

Fonte: Organizado pelo pesquisador

Nesse caso o respondente demonstrou maior flexibilidade e investimento em encontrar soluções não triviais, logo foram atribuídos 10 pontos para cada uma das respostas, vez que se trata da utilização de operações diferentes em cada uma das três soluções geradas, sendo apenas ao primeiro caso atribuído o escore 0,1 quanto a originalidade considerando a alta representatividade percentual obtida por soluções embasadas na operação de adição (88,19%), enquanto operações com subtração e divisão possuíram probabilidades de ocorrência bem inferiores (6,53% e 1,51%, respectivamente). A pontuação obtida, portanto, restou em 603, tendo em vista as regras operatórias já relatadas e que podem assim ser ilustradas:

$$Cr(1A) = 3 \cdot (10 \cdot 0,1 + 10 \cdot 10 + 10 \cdot 10) = 603 \quad (3)$$

Já na versão B, os critérios de correção foram de maneira similar assim tratados, conforme pode-se exemplificar a partir do quadro abaixo:

Primeiro caso:

Quadro 8: Quadro de correção - c

Operador utilizado	Natureza numérica	Números utilizados	Flexibilidade	Originalidade
+	Inteiro	3,5,2,12,6,15,9,21,10	10	0,1
+	Inteiro	3,1,6,,4,10,13,7,22,11	1	0,1

Fonte: Organizado pelo pesquisador

A pontuação da primeira solução em relação à flexibilidade (conforme as regras já citadas) foi 10, enquanto para a segunda foi 0,1 por manter-se na mesma categoria; por sua vez, para se pontuar originalidade observou-se que em 87,56% das soluções apresentadas ao longo de todas as soluções colhidas junto a amostra participante da pesquisa utilizaram-se de adição, em contraponto a adoção de subtrações e multiplicações que foram de 5,18% e 7,25, respectivamente. Não houve propostas adequadas de soluções envolvendo divisão. O escore final alcançado foi de 2,2, a partir do seguinte algoritmo:

$$Cr(1B) = 2 \cdot (10 \cdot 0,1 + 1 \cdot 0,1) = 2,2 \quad (4)$$

Segundo caso:

Quadro 9: Quadro de correção - d

Operador utilizado	Natureza numérica	Números utilizados	Flexibilidade	Originalidade
+	Inteiro	3,1,6,5,9,10,11,8,21	10	0,1
+	Inteiro	4,1,5,13,2,17,11,19,10	1	0,1
-	Inteiro	16,2,427,3,38,5,46,1	10	10

Fonte: Organizado pelo pesquisador

Nesse, o escore final foi de 303,3, consoante às regras já tratadas e que podem ainda ser melhor compreendidas a partir das operações postas a seguir:

$$Cr(1B) = 3 \cdot (10 \cdot 0,1 + 1 \cdot 0,1 + 10 \cdot 10) = 303,3 \quad (5)$$

Ressalte-se que de maneira similar foram adotados os critérios de correção para os demais itens, tabulando-se os resultados encontrados para cada um dos itens em cada uma das versões do TDCCM.

TDCCM - VERSÃO A: Para os itens da Versão A, a qual contou com uma amostra composta por 108 respondentes (52 da escola A e 56 da escola B), não havendo casos excluídos, obtiveram-se os seguintes resultados:

Tabela 1: Estatística descritiva do TDCCM-A

Itens	Média	Desvio Padrão
Item 1-A	183,3718	412,21782
Item 2-A	90,6627	212,43525
Item 3-A	189,8278	374,65954
Item 4-A	86,3331	298,06874
Item 5-A	106,1743	229,03257

Fonte: Elaborado pelo pesquisador

Quanto às correlações encontradas entre os itens componentes do referido teste, versão A, tem-se a seguinte matriz descritiva:

Tabela 2: Matriz de Correlações Internas do TDCCM-A

Itens	Item 1-A	Item 2-A	Item 3-A	Item 4-A	Item 5-A
Item 1-A	1,000	0,473	0,379	0,473	0,358
Item 2-A	0,473	1,000	0,454	0,537	0,608
Item 3-A	0,379	0,454	1,000	0,531	0,395
Item 4-A	0,473	0,537	0,531	1,000	0,474
Item 5-A	0,358	0,608	0,395	0,474	1,000

Fonte: Elaborado pelo pesquisador

Vale destacar que é nítida a existência de correlações positivas entre os 5 itens da versão A do TDCCM, de modo que permite entender estarem cada qual similares naquilo que se propõe a medir. E, partindo dessa matriz, segue descrição do Alfa de Cronbach (α), indicador utilizado neste trabalho na busca pelo índice de confiabilidade:

Tabela 3: Coeficiente de Confiabilidade do TDCCM-A

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach (com base em itens padronizados)
0,784	0,815

Fonte: Elaborado pelo pesquisador

Cabe ainda destacar, muito embora o alfa de Cronbach alcançado ser de 0,784, o que representa valor satisfatório em termo de índice de confiabilidade do teste, o pacote estatístico utilizado apresentou um valor α caracterizado “com base em itens padronizados” de 0,815, o que sinaliza de maneira ainda mais favorável a fidedignidade do instrumento, considerando intervalos lineares entre os dados apresentados. Para finalizar, ainda são destacadas as correlações de item-total encontradas, ou seja, a correlação quanto a cada item e o total do instrumento em análise, encontrando para o item 1 o valor de 0,528; item 2 = 0,663; item 3 = 0,556; item 4 = 0,659; item 5 = 0,561.

TDCCM, VERSÃO B: Para a versão B com 104 respondentes (50 oriundos da escola A e 54 da escola B), caracterizando 104 casos válidos, não havendo, portanto, casos excluídos, obteve-se a seguinte matriz descritiva de estatística dos itens:

Tabela 4: Estatística descritiva do TDCCM-B

Itens	Média	Desvio Padrão
Item 1-B	71,9231	278,86616
Item 2-B	112,3049	285,49155
Item 3-B	209,5603	430,67299
Item 4-B	554,1673	859,20277
Item 5-B	154,9611	326,02126

Fonte: Elaborado pelo Pesquisador

A seguir, são apresentados os indicadores de correções entre cada item que compõe a referida Versão B do TDCCM:

Tabela 5: Matriz de Correlações Internas do TDCCM-B

Itens	Item 1-B	Item 2-B	Item 3-B	Item 4-B	Item 5-B
Item 1-B	1,000	0,696	0,352	0,782	0,628
Item 2-B	0,696	1,000	0,382	0,595	0,662
Item 3-B	0,352	0,382	1,000	0,410	0,411
Item 4-B	0,782	0,595	0,410	1,000	0,536
Item 5-B	0,628	0,662	0,411	0,536	1,000

Fonte: Elaborado pelo Pesquisador

Essa tabela permite visualizar correlações positivas entre os 5 itens da versão em referência, justificando possuir traços similares de avaliação em suas estruturas, às quais aqui foram idealizadas sob o aspecto dos traços de fluência, flexibilidade e originalidade. Ademais, quanto ao estudo de confiabilidade, obteve-se a seguinte tabela:

Tabela 6: Coeficiente de Confiabilidade do TDCCM-B

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach (com base em itens padronizados)
0,771	0,857

Fonte: Elaborado pelo Pesquisador

Cumpre-se destacar que apesar do α ser indicado por 0,771, o que naturalmente pode representar um bom sinal de confiabilidade ao teste, o pacote estatístico utilizado apresentou um valor de alfa de Cronbach com “base em itens padronizados” de 0,857, possuindo valor ainda mais favorável ao instrumento. Para finalizar, destacam-se as “correlações de item-total corrigidas” encontradas, ou seja, a correlação quanto a cada item e o total do instrumento em análise, encontrando para o item 1 o valor de 0,802; item 2 = 0,701; item 3 = 0,456; item 4 = 0,707; item 5 = 0,654.

Como dito na seção anterior, pensou-se em formular um modelo híbrido de correção, ancorado no quadro proposto por Leikin (2009) e que melhor atendesse ao teste aqui idealizado. Entende-se que dessa forma, estar-se-á valorizando a flexibilidade e originalidade alcançadas por cada sujeito, tendo a fluência uma função de ampliar o escore alcançado de modo a clarificar o desempenho de cada respondente. Todos os escores finais atingidos pelos respondentes nas versões A e

B encontram-se nos Apêndices F e G, respectivamente, e que foram calculados a partir dos registros independentes dos escores de criatividade a cada item, $cr(k)$, procedendo portanto com o cálculo de:

$$Cr = \frac{\sum_{i=1}^5 Cr(k)}{5} \quad (6)$$

CAPÍTULO 5 – DISCUSSÕES

Esta pesquisa possuiu por propósito a construção de instrumentos de medida de criatividade no campo da matemática para alunos concluintes da educação básica, por meio de um teste composto por duas Versões independentes, com vistas a dotar pesquisadores imersos na temática de ferramentas adequadas à identificação do desenvolvimento do sujeito quanto a criatividade em matemática na medida que possuam meios em se conhecer o aprimoramento, ou perceber a estaticidade dessa característica, a partir de estratégias de ensino diversas. Dessa forma, foi elaborado o Teste de Desempenho Criativo no Campo da Matemática – TDCCM, nas versões A e B, bem como analisado os resultados obtidos em ampla amostra de testagem para fins de encontrar evidências de confiabilidade do instrumento.

Cumpre-se lembrar que na literatura brasileira foram encontrados apenas dois testes (GONTIJO, 2007a; CARVALHO, 2015), os quais foram validados em amostras compostas por alunos do ensino médio e nos anos iniciais do ensino fundamental, respectivamente. Cada autor validou, no entanto, uma única versão de teste, o que dificulta pesquisas de delineamento experimental, vez que a aplicação do teste como diagnóstico pode enviesar os resultados da pesquisa ao aplicar a mesma versão como pós-teste. A construção deste instrumento, portanto, surge como alternativa complementar ao proposto por Gontijo (2007). Em outros países, e portanto, com estudos de validade sob diferentes contextos existem os testes de Hashimoto (1997), Lee, Hwang e Seo (2003), Mann (2005), Leikin (2009).

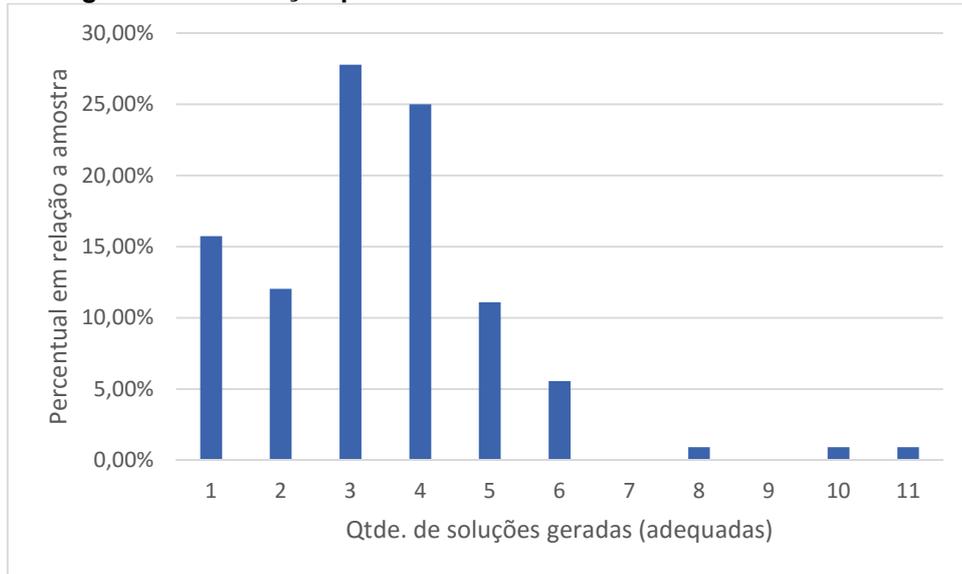
Em vista do senso comum a respeito de se propagar a criatividade como algo óbvio, os trabalhos na área de criatividade no campo da matemática no cenário brasileiro podem auxiliar no entendimento científico do termo, principalmente para professores de matemática e demais pesquisadores da área, enriquecendo debates acadêmicos e tornando-se arcabouço de importância aos docentes atuantes em sala de aula seja da educação básica quanto à educação profissional, em suas diferentes modalidades e níveis. Afinal, testes de criatividade como o TDCCM podem auxiliar o desenvolvimento de programas que visam o aprimoramento de traços de potencial criativo em matemática (fluência, flexibilidade e originalidade), defendidos como importante à formação do sujeito tanto por estudiosos em criatividade (ALENCAR;

FLEITH, 2003; LUBART, 2007) como pesquisadores específicos de criatividade em matemática (GONTIJO, 2007a, 2007b; KWON; PARK; PARK, 2006).

Vale ressaltar que a partir dos testes os sujeitos respondentes são ainda levados ao exercício da reflexão que, por ora, irá gerar o que Beghetto e Kaufman (2007) denominam por criatividade *mini c* que de certa forma se assemelha ao que Leikin e Pantazi (2013) descrevem como criatividade relativa.

O TDCCM foi elaborado a partir da compilação de diferentes problemas abertos, tendo em vista todo o potencial que tal tipo de atividade tem para estimular o pensamento autônomo, crítico e criativo dos sujeitos respondentes. Segundo Schoenfeld (2013) e Branca (1997), a resolução de problema deve ser um desafio para a aplicação de conhecimentos e para o desenvolvimento do aprender e re-aprender, ao mesmo tempo em que os “problemas abertos”, mais precisamente, são caracterizados, de fato, por uma situação que embora bem definida em seu contexto inicial lança margem a diferentes estratégias, caminhos e respostas; algo não algorítmico, mas reflexivo.

Um dado encontrado, e que vale ser destacado, diz respeito aos escores de fluência e flexibilidade alcançados pelos respondentes, os quais permitem depreender a capacidade que os alunos concluintes da educação básica possuem em se gerar múltiplas respostas, embora em muitos casos esses não tenham ainda a prática de realizar tais tipos de atividades. No entanto, destaca-se que essa dificuldade é sentida por tantos outros, conforme pode se exemplificar nesses escores obtidos no item 2, da versão A do teste, referente à fluência especificamente:

Figura 5: Distribuição percentual de fluência no Item 2 do TDCCM-A

Fonte: Elaborado pelo pesquisador

Gerar múltiplas respostas pode ser encarado como algo necessário para o surgimento de ideias inovadoras e, estas, tendem a ser mais difíceis de produzir. É possível perceber que muitas das soluções geradas não se configuram inovadoras quando comparadas entre o grupo, no entanto, não se pode descartar a possibilidade de que alunos daquela fase escolar possam sim propor saídas distintas do que os demais pares, na medida em que se os dados trazem que para esse mesmo item 12,64% das soluções geradas foram pontuadas com o maior escore de originalidade. Registra-se que por 36,40% e 50,96% foram obtidas pontuações médias e mínimas de originalidade, respectivamente.

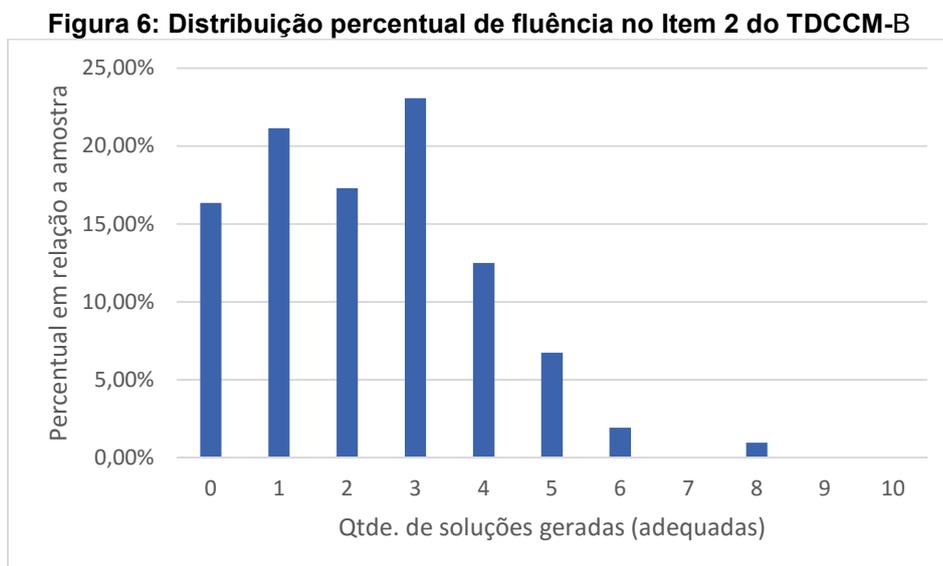
Ainda assim reforça-se que não cabe menosprezar a capacidade que muitos respondentes possuem em gerar muitas respostas, ainda que essas não sejam caracterizadas como originais, pois uma pontuação alta em fluência pode auxiliar o sujeito a, obtendo maior número de soluções, se valer de maior probabilidade em se alcançar soluções originais. Ressalte-se que assim como a técnica de estímulo de criatividade chamada tempestade de ideias, ou *brainstorm*, se estrutura no estímulo ao pensamento de diferentes ideias sobre um único tema, o registrar de muitas soluções que pontuam como fluência e flexibilidade podem, por muitas vezes, se constituir passos intermediários a se alcançar rompantes originais, daí a defesa do que Beghetto e Kaufman (2007) e Nadjafikaha e Yaftiam (2013) chamam de

criatividade *mini c* e criatividade relativa, respectivamente.

Vale lembrar que, em consonância aos trabalhos consultados de Gontijo (2007a; 2007b) e demais autores, a criatividade em um campo específico, no caso em tela no campo da matemática, exige assim como a criatividade em qualquer campo de conhecimento a constituição de um saber, tal qual é definida criatividade em seu sentido amplo (ALENCAR; FLEITH, 2003; LUBART, 2007).

Alguns dos resultados obtidos, bem como algumas observações realizadas pelo autor, permitem inferir que parte dos respondentes apresentou dificuldade para interpretar os itens. Não houve, no entanto, um registro formal dessa percepção. Conhecer essas dificuldades pode vir a se configurar como objeto de pesquisa de relevância caso se deseje identificar em que nível o grupo de concluintes da educação básica apresenta dificuldades na interpretação do texto ligado aos problemas de matemática. Vale lembrar os dados alarmantes trazidos pelo IPM (2012) quanto aos níveis de alfabetismo da população brasileira relatados em seção anterior.

O item 2, em sua versão B, não apresenta distribuição significativamente diversa da versão A, obedecendo o seguinte gráfico:



Fonte: Elaborado pelo pesquisador

Assim como no gráfico anterior, a maior frequência de fluência diz respeito à faixa de até 3 soluções, quando então a quantidade de respondentes que indicam número superior a esse passa a diminuir drasticamente, o que pode sugerir indício acerca do emparelhamento dos itens em termos de extraírem dos respondentes,

distribuição similar. Esses itens apresentaram correlação de 0,663 e 0,701, respectivamente, quando comparados às suas versões do Teste.

Cabe destacar que, não apenas esses, mas todos os itens ainda apresentaram em termos de flexibilidade e originalidade uma certa variação entre os resultados, implicando que esses parecem traduzir sentido em se avaliar a criatividade no campo da matemática. A possibilidade em categorizar as soluções propostas pelos respondentes e mais ainda, a possibilidade em se identificar a ocorrência de determinadas operações ou comportamentos de soluções a partir da probabilidade entre o grupo traz sentido quando o que se espera é analisar a capacidade do sujeito em propor resoluções diferenciadas das demais.

Além desse comportamento similar em termos de fluência gerada pelo item 2, nas duas versões do TDCCM, pode-se aqui destacar a proximidade obtida em termos de flexibilidade, no sentido que enquanto o primeiro, segundo e terceiro quartil desse item, versão A, apresentou respectivamente os valores 10, 12 e 21; na versão B foram obtidos 10, 11 e 21,05, pontuações bem próximas entre si e, que portanto, representam 25%, 50% e 75% das amostras em estudo. Os máximos alcançados foram de 37 e 38,7 nas versões A e B, nessa ordem. Quanto à originalidade, cabe destacar que foram encontradas médias próximas como 4,05 ($dp = 7,56$) na versão A e 4,54 ($dp = 11,11$) para a versão B.

Vale destacar que o TDCCM pode, em acordo com o defendido por Brito (2006), Nadjafikhaha e Yaftiam (2013) e Valdés (2010), se tornar instrumento útil ao professor que almeje estimular o potencial criativo de seus alunos assim como se espera em observância ao PCNEM (Brasil, 2000, p. 40) que pontua que a matemática:

contribui para o desenvolvimento de processos de pensamento e a aquisição de atitudes, cuja utilidade e alcance transcendem o âmbito da própria Matemática, podendo formar no aluno a capacidade de resolver problemas genuínos, gerando hábitos de investigação, proporcionando confiança e desprendimento para analisar e enfrentar situações novas, propiciando a formação de uma visão ampla e científica da realidade, a percepção da beleza e da harmonia, o desenvolvimento da criatividade e de outras capacidades pessoais.

Ao mesmo passo em que esse documento ainda preceitua como uma das finalidades do ensino médio o desenvolver das “capacidades de raciocínio e resolução de problemas, de comunicação, bem como o espírito crítico e criativo” (BRASIL b, 2000, p. 42).

Cabe destacar que todos os itens utilizados no TDCCM, em suas duas Versões, e exemplificados pelos itens 1 e 2, trazem consigo virtudes e fragilidades no que tange a construção e aplicação de conceitos matemáticos ao mesmo tempo em que nutre a constante reflexão sobre como tem sido organizada a educação matemática enquanto planejamento curricular e suas estratégias de ensino.

Os itens aqui apresentados, por exemplo, provocam não apenas a aplicação algorítmica em seus respondentes, mas assim o exercício de uma matemática que deve ser construída como ramo de conhecimento que busca perceber padrões, perceber como diferentes situações podem ser generalizadas a partir do estudo de variáveis, perceber como o cálculo pode se constituir instrumento para a vida em sociedade de qualquer cidadão, em seus afazeres rotineiros e profissionais.

Talvez o fato das escolas proporem currículos inflexíveis e inflados de conteúdos a serem ministrados, os professores tendem a comprar o discurso do tempo inadequado a se “vencer todos os conteúdos do ano letivo”, razão pela qual inclusive se defende a necessidade de tantas aulas essencialmente tradicionais, afinal, por muitas vezes pode não haver tempo de se permitir que o aluno amadureça seu conhecimento matemático – consequência: fragilidade nos conceitos matemáticos como já se é bem conhecido e fundamentado em estatísticas oficiais.

Itens como esses, no entanto, apesar de não terem sido estruturados a partir de conteúdos específicos podem favorecer o desenvolvimento do estudante na medida em que demonstra ao sujeito que o resolve a necessidade em se refletir em questões matemáticas, desmistificando inclusive não tratar-se de disciplina que basta conhecer muitas fórmulas e procedimentos, bem como influenciando positivamente na maneira como o sujeito se percebe em seus fazeres matemáticos, isto é, no seu autoconceito, favorecendo que possa acreditar em seu potencial em fazer matemática tanto quanto os demais colegas. Um tratamento da matemática como área aberta a debates e construção conceitual a partir de ricas trocas de informação pode constituir ambiente favorável ao aprendizado.

É fato que o TDCCM identifica apenas traços ligados à criatividade no campo da matemática, visto que o fenômeno se oferece de maneira mais complexa a que consiga-se medir atualmente, contudo, são traços que assim como para o estudo da criatividade em geral pode auxiliar na criatividade específica. Outro ponto que ainda pode ser discutido é que apesar de no teste o sujeito respondente não possuir tempo

que lhe permite transpassar por todas as etapas de um pensamento criativo, como as 4 etapas que Graham Wallas resumiu em 1926 e que Jacques Hadamard (1945) iniciou uma aproximação junto à matemática, como preparação, incubação, iluminação e verificação de ideias, o docente utilizador deste material pode propor um trabalho que estimule a reflexão em conjunto a toda a classe para que haja o pensar sobre o problema sob diferentes percepções, que em muitos casos figuram-se focos complementares que muito auxilia na construção coletiva de conhecimento e pode se tornar, portanto, ambiente inspirador à motivação de desenvolvimento da criatividade, característica importante sejam nos diferentes modelos sistêmicos de se estimular a criatividade como a Teoria do Investimento de Sternberg e Lubart (STERNBERG, 2006), o Modelo Componencial de Amabile (AMABILE, 2012) e a Perspectiva de Sistemas de Csikszentmihalyi (CSIKSZENTMIHALYI, 1999; NAKAMURA; CSIKSZENTMIHALYI, 2003).

Ademais, assim como a ilustração apresentada na seção anterior (ver quadro 2) os estudantes foram levados à reflexão, ainda que no pouco tempo destinado a cada item a ser respondido (10 minutos para os itens 1 e 4; e 5 minutos para os demais), motivados a partir do problema aberto que, por sua vez, suscitou em sequência à geração das ideias formuladas, a testagem e o aprimoramento das soluções, permitindo fossem essas registradas com escores de fluência e flexibilidade, no instante em que daí são extraídas ainda propostas classificadas como originais, dentre o perfil da amostra considerada.

5.1 Algumas Considerações sobre demais itens do TDCCM

Apesar de não constituir o foco da presente pesquisa, alguns registros dão pistas de quão interessantes podem ser as respostas propostas por estudantes quando lhes são dadas oportunidades de elaborarem diferentes soluções, ou mesmo diferentes estratégias para o alcance de uma solução. A seguir, portanto, seguem as descrições dos demais itens componentes do TDCCM, bem como a rápida descrição de alguns registros escritos dados pelos participantes, de modo a exemplificar o quanto as soluções geradas oriundas de problemas abertos como os que compõem o teste ora em apreço podem se constituir instrumentos úteis para identificação de

tantas variáveis do processo de ensino-aprendizagem da matemática. Considerando que os itens 1 e 2 já foram apresentados no capítulo 3, serão comentados nesta seção apenas os itens 3, 4 e 5.

Na versão A, o item 3 solicita dos respondentes que estruturem equações a partir dos números 7, 6 e 4 necessariamente nessa mesma ordem (PROUSE, 1967), utilizando-se das quatro operações aritméticas e do uso de parênteses. Este problema gerou grande número de soluções, dentro dos quais encontram-se $7+6+4=17$, $7-6+4=5$ e $7-6 \times 4 = -17$. O que se destaca neste item é o fato de soluções utilizando-se de divisões e com o uso de parênteses serem facilmente identificadas como minoria, como são os casos $(7+6) \times 4 = 52$ e $7:6:4 = 0,29166$.

Em seu respectivo, na versão B, o problema já solicitava a elaboração de operações matemáticas entre três números distintos que o resultado fosse necessariamente o número 20. Soluções para esses itens podem ser exemplificados como as equações $7+3+10=20$, $8+7+5=20$ e $50-20-10=20$. Ressalte-se que assim como identificado na versão A, alguns tipos de combinações operatórias foram mais convencionais do que outras. Este problema trouxe número elevado de soluções utilizando-se de um mesmo operador, apesar de haverem, ainda que em menor peso, muitas soluções a partir de dois operadores diversos. Em número inferior a 15% das soluções colhidas ao longo da aplicação do TDCCM foram encontradas respostas que envolvessem o que ficou classificado para fins de correção como “outro grupo numérico ou artifícios algébricos” como raízes quadradas e números decimais, ou seja, soluções como $\sqrt{25} + 9 + 6 = 20$ e $2 \times 2,5 \times 4 = 20$.

A partir desses achados hipóteses podem surgir e assim se tornarem objetos de diferentes pesquisas, no que tange a entender os motivos pelos quais o sujeito busca trabalhar com números inteiros e determinadas operações quando lhe é dado oportunidade de propor suas próprias equações. Será por uma questão de agilidade em elaborar tais cálculos mentais? Ou será em decorrência da fragilidade conceitual no uso de uma operação ou números de determinada natureza numérica? Ademais, as respostas registradas pelos respondentes participantes da pesquisa podem servir como norteador acerca do nível da própria interpretação do discente.

Novamente sobre a versão A, o quarto item iça um propósito acerca de se elaborar equações matemáticas envolvendo quatro quatros, cujo resultado seja igual

a quatro (LIVNE; LIVNE; MILGRAN, 1999). Neste item, houve a apresentação do seguinte exemplo (a apresentação de exemplo para este item foi solicitado pelos estudantes partícipes da etapa de validação semântica): $\sqrt{4} + \sqrt{4} + 4 - 4 = 4$.

Grande parte dos estudantes demoraram mais a iniciar o teste de suas soluções. De fato, o número de soluções colhidas neste item foi inferior a soluções colhidas em outros problemas classificados oralmente por eles próprios como mais fáceis. Um conjunto de soluções propostas, no entanto, se destaca pela perspicácia do participante que entendeu inverter as ordens dos elementos apresentados no exemplo como fonte de novas respostas. Assim, foram geradas soluções do tipo $4 + \sqrt{4} + \sqrt{4} - 4 = 4$, $4 - 4 + \sqrt{4} + \sqrt{4} = 4$, $4 + \sqrt{4} - 4 + \sqrt{4} = 4$, entre outros – não gerando pontuação elevada em flexibilidade e originalidade neste momento, mas gerando muitas ideias (fluência), o que permitiu observar que registros como esses possuem importância para gerar certo grau de “segurança” no estudante e que o auxilia a propor outras soluções outras em seguida, afinal, normalmente, quem usou da manipulação do exemplo para a geração das primeiras soluções conseguiu gerar outras soluções antes que o tempo fosse declarado por encerrado.

Similar a esse, o outro problema implica em se gerar operações entre quatro quatros, mas sem o regramento da igualdade ser quatro, propiciando mais liberdade nos resultados encontrados, devendo esses apenas serem classificados como inteiros (TAHAN, 2000). Dessa maneira os resultados gerados foram mais facilmente encontrados, devendo ser ressaltado ainda o fato de similar ao item 3, ter havido soluções com o emprego de apenas um operador mais comumente encontradas do que aquelas com dois operadores ou uso de “artifícios algébricos”.

O último item do teste ainda, item 5, em suas versões A (HASHIMOTO, 1997) e B, suscitavam no respondente o dever de buscar identificar regras e/ou padrões para tábuas numéricas a partir da observação sobre os números que a compunham como um todo, ou nas diagonais, nas linhas, nas colunas, e tantas formas diferentes conseguissem visualizar. Foi uma oportunidade em se perceber padrões e estudar a composição de diferentes grupos numéricos, ao mesmo tempo em que proporcionou aos respondentes a oportunidade em buscar registrar, por escrito, raciocínios matemáticos de regramento.

Registros de soluções a cada um dos itens do TDCCM merecem maior atenção em análise qualitativa e serão apresentados com maiores detalhes em trabalhos futuros, vez que o pesquisador pretende apresentar seções mais aprofundadas acerca de toda a produção escrita colhida neste processo de validação do instrumento.

CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o percurso da pesquisa arrolado conforme descrito nas seções anteriores, o TDCCM encontra-se construído e validado, apto a tornar-se um instrumento para demais pesquisadores e professores, já atuantes ou em formação, que tenham por interesse a análise mais aprofundada sobre o construto da criatividade no campo da matemática e estratégias para seu desenvolvimento. O instrumento foi criado, conforme já tratado ao longo deste, para se tornar um balizador do trabalho pedagógico e para coleta de dados de pesquisas embasadas na temática aqui em debate, não sendo idealizado, portanto, a utilizações para diagnósticos psicológicos, psicopedagógicos, entre outros, em razão do teste apenas descrever a capacidade dos respondentes em responder a diferentes problemas.

O TDCCM é visto, portanto, como instrumento de suporte ao trabalho pedagógico na medida em que o docente poderá a partir dele verificar como seus alunos se comportam no que tange a autonomia, reflexão, criticidade, iniciativa, entre outros, quando diante de problemas matemáticos abertos. Na mesma ocasião, não há por que não utilizar o instrumento como uma compilação de itens cujas estruturas permitirão o docente a elaborar e re-elaborar os questionamentos normalmente trazidos à sala de aula de modo a fomentar essa capacidade de seus alunos.

Em sua outra concepção, pesquisadores poderão apegar-se ao citado instrumento como meio de coleta de dados para seus trabalhos quando no interesse de se encontrar traços de comportamento criativo em matemática em alunos concluintes da educação básica. Trabalhos correlacionais, de análise de desempenho, entre outros, são exemplos de possíveis aplicações. Vale destacar que o instrumento poderá ser utilizado, conforme idealizado no início da pesquisa, em funções de pré-teste e pós-teste, possibilitando dessa maneira o delineamento experimental.

Ao longo do período de elaboração do teste, bem como do processo de validação muitas dificuldades foram percebidas e que se configuram, portanto, limitações à essa referida pesquisa. A seguir, seguem algumas das limitações que são indicadas:

- × O TDCCM foi validado com amostra composta exclusivamente por alunos concluintes da educação básica pública do DF, podendo não refletir as

características de públicos diversos, como o oriundo de escolas particulares ou de outras realizadas socioculturais e geográficas, cuja realidade educacional não seja semelhante;

- ✖ Alguns estudantes podem não ter alcançado escores significativos em seus testes devido a variáveis difíceis de controlar e que esguiam-se da capacidade do aplicador como desmotivação e/ou dificuldades com a leitura e interpretação, bem como nas quatro operações aritméticas da matemática básica;
- ✖ O tempo de aplicação do teste como algo que pode influenciar negativamente a alguns respondentes, pois, para estes, pode se configurar como elemento de pressão e que, segundo a literatura, pode inibir o processo criativo.

Além desses aspectos que podem se configurar como algumas dificuldades percebidas ao longo da pesquisa, também aponta-se lacunas carentes de preenchimento científico por meio de pesquisas que poderiam utilizar do referido instrumento ou ainda suscitar demais trabalhos complementares à área de criatividade no campo da matemática no cenário brasileiro. Ademais, ressalte-se serem essas lacunas ainda objetos de interesse do pesquisador, o qual deseja buscar meios de, sobretudo, defender a potencialidade da criatividade no campo da matemática como habilidade a ser desenvolvida na escola frente a formação de cidadãos mais independentes e reflexivos:

- ✓ Estratégias de ensino que estimulem a criatividade no campo da matemática;
- ✓ Estudos correlacionais quanto a diferentes variáveis inseridas em contexto da sala de aula e criatividade em matemática;
- ✓ Estudos correlacionais quanto a diferentes variáveis inseridas em contexto das avaliações de larga escala e criatividade em matemática;
- ✓ Estudos correlacionais entre desempenho criativo e o desempenho de diferentes sujeitos em meio ao mundo do trabalho e de práticas cotidianas.

Por fim, o instrumento aqui idealizado poderá ser utilizado por pesquisadores e professores consoantes o desejo em se buscar compreender cada vez mais sobre a criatividade no campo da matemática. Pesquisadores e professores que em uma somática de esforços podem se auxiliar nessa missão e por que não fortalecer, de fato, o ideal de professor-pesquisador.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, E. M. L.; FLEITH, D. de S.; BRUNO-FARIA, M. de F.. **A Medida da Criatividade: Possibilidades e Desafios**. In: Medidas de Criatividade: teoria e prática. ALENCAR, Eunice M. L.; FLEITH, Denise de Souza; BRUNO-FARIA, Maria de Fátima (Orgs.). Porto Alegre: Artmed, 2010.

ALENCAR, E. S.. **Um Estudo de Criatividade**. Arquivos Brasileiros de Psicologia Aplicada. Rio de Janeiro, RJ. V. 26, n. 2, p. 59-68, 1974.

ALENCAR, E. S. de, FLEITH, D. de S.. **Criatividade: Múltiplas Perspectivas**. 3a Ed. - Brasília, DF: Universidade de Brasília, 2003.

AMABILE, T. M. **Componential Theory of Creativity**. Working Paper 12-096. April, 2012. Disponível em <http://www.hbs.edu/faculty/Publication%20Files/12-096.pdf>. Acesso em 10 nov. 2014.

ARTIGUE, M.; HOUEMENT, C.. **Problem Solving in France: didactic and curricular perspectives**. *ZDM Mathematics Education*, V. 39 p. 365-382, 2007.

BALKA, D. S.. **The development of an instrument to measure creative ability in mathematics**. 1974. 228f. Tese (Doutorado em Educação, currículo e desenvolvimento). *Faculty of the Graduate School, University of Missouri*, 1974.

BEGHETTO, R. A.; KAUFMAN, J. C.. **Toward a Broader Conception of Creativity: A Case for “mini-c” Creativity**. In: *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, V. 1, n. 2, p. 73–79, 2007.

BRANCA, N. A.. **Resolução de problemas como meta, processo e habilidades básicas**. In: KRULIK, S.; REYS, R. E. (Orgs.). *A resolução de problemas na matemática escolar*. São Paulo/SP: Atual, p. 4-12, 1997.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio, Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em 7 set. 2015.

BRASIL/INEP. **Resultados SAEB/ Prova Brasil 2011**. Disponível em: <sistemasprovabrazil2.inep.gov.br/resultados/>. Acesso em 21 out. 2015a.

BRASIL/INEP. **Exemplos de Questões**. Disponível em: <<http://provabrazil.inep.gov.br/exemplos-de-questoes2>>. Acesso em 7 set. 2015b.

BRASIL/INEP. **Itens [Pisa]**. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/internacional-novo-pisa-itens>>. Acesso em 7 set. 2015c.

BRASIL/INEP. **Enem por Escola já está disponível para consulta**. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/visualizar/-/asset_publisher/6AhJ/content/enem-por-escola-ja-esta-disponivel-para-consulta>, 2014. Acesso em 7 set. 2015d.

BRASIL, LDB. Lei 9394/96 – **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>. Acesso em 10 nov. 2014.

BRASIL/MEC. **Prova Brasil - Apresentação**. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=210&Itemid=324>. Acesso em 7 set. 2015.

BRITO, M. R. F. (Org.). **Solução de Problemas e a Matemática Escolar**. Campinas/SP: Alínea, 2006.

CARSON, S.. **O Cérebro Criativo**. Tradução: Bruno Casotti, Rio de Janeiro/RJ: *BestSeller*, 2012.

CARVALHO, A. T.. **Relações entre criatividade, desempenho escolar e clima para criatividade nas aulas de matemática de estudantes do 5º ano do ensino fundamental**. 2015. 132 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Brasília.

CSIKSZENTMIHALYI, M.; NAKAMURA, J.. **Creativity in Later Life**. In: SAWYER, R. K. *et al.* (Orgs.). *Creativity and Development*. New York: Oxford University Press, p.186-216, 2003.

CSIKSZENTMIHALYI, M.. **Implications of a Systems Perspective for the Study of Creativity**. In: STERNBERG, R. J. (Org.). *Handbook of Creativity*. New York: Cambridge University Press, p.313-335.

D'AMBRÓSIO, U.. **Etnomatemática**. Coleção Tendências em Educação Matemática. Belo Horizonte/MG: Autêntica, 2001.

DANTE, L. R. **Didática da resolução de problemas de matemática**. 2 Ed. São Paulo: Ática, 1991.

DANTE, L. R. **Criatividade e resolução na prática educativa matemática**. Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Tese de livre docência, 1988.

FERNANDES, *et al.* **Formulação de Problemas e Criatividade na Aula de Matemática**. Atas do XXIV Seminário de Investigação em Educação Matemática. Disponível em <http://www.apm.pt/files/_S5-C1-Pinheiro_529d2b8e136d7.pdf>. Acesso em 10 nov. 2014

FIORENTIN, D.; LORENZATO S. **Investigação em Educação Matemática: Percursos Teóricos e Metodológicos**. Coleção Formação de Professores. Campinas/SP: Autores Associados, 2006

FIRMINO, J. E. C.; BROTTTO, T. C. de A.. **Raciocínio, heurísticas e resolução de problemas: um diálogo conceitual**. Revista Mosaico Estudos em Psicologia. Belo Horizonte/ MG, V.3, n. 1, p. 1-12, 2009.

FOSTER, J.. **An exploratory attempt to assess creative ability in mathematics**. *Primary Teacher*, v. 8, n. 2, p. 2-8, 1970.

GIL, A. C.. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo/SP: Atlas. 6ª Edição, 2008.

GONÇALVES, J. L. de O.. **Raciocínio Heurístico e a Resolução de Problemas**. Revista Unilajes. Jales/SP, Ed. 1, n. 1, Ano 1, 2006. Disponível em <<https://www.yumpu.com/pt/document/view/14336961/raciocinio-heuristico-e-a-resolucao-de-problemas-unijales/7>>. Acesso em 29 jun. 2014.

GONTIJO, C. H. **Estratégias para o Desenvolvimento da Criatividade em Matemática**. Linhas Críticas. Brasília/DF, V. 12, n. 23, p. 229-244, jul/dez. 2006.

_____. **Relações entre Criatividade, Criatividade em Matemática e Motivação em Matemática de Alunos do Ensino Médio**. 2007. 194f. Tese (Doutorado em Psicologia) – Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2007a.

_____. **Criatividade em Matemática: um olhar sob a Perspectiva de Sistemas**. ZETETIKÉ, Unicamp: SP, V. 15 n. 28 – jul./dez. - 2007b.

HAYLOCK, D. W. **A framework for assessing mathematical creativity in school children**. *Educational Studies in Mathematics, Netherlands*, v. 18, p. 59-74, 1987.

HAYLOCK, D. W. **Recognising mathematical creativity in school children**. *International Journal on Mathematics Education, Berlin*, v. 29, n. 3, p. 68-74, jun. 1997.

HASHIMOTO, Y.. **The Methods of Fostering Creativity through Mathematical Problem Solving**. *ZDM Mathematics Education*, 1997.

HUETE, J. C. S.; BRAVO, J. A. F.. **O Ensino da Matemática: Fundamentos e Bases Psicopedagógicas**. Tradução Ernani Rosa. Porto Alegre/RS: Artmed, 2006.

INSTITUTO PAULO MONTENEGRO - IPM. **INAF 2011: Principais Resultados**. Disponível em <http://www.ipm.org.br/download/inf_resultados_inaf2011_ver_final_diagramado_2.pdf>. Acesso em 10 nov. 2014.

KATTOU, M., *Et al.* **Connecting mathematical creativity to mathematical ability**. *International Journal on Mathematical Education, Berlin*, v. 45, n. 2, p. 162-181, 2013.

KWON, O. N., PARK; J. S.; PARK, J. H.. **Cultivating Divergent Thinking in Mathematics through an Open-Ended Approach**. *Asia Pacific Education Review, Seoul*: V. 7, n. 1, 51-61, 2006.

LEE, K. S.; HWANG, D.; SEO, J. J. **A development of the test for mathematical creative problem solving ability.** *Journal of the Korea Society of Mathematical Education Series D: Research in Mathematical Education*, Vol. 7, nº 3, p. 163-189, 2003.

LEIKIN, R.. **Exploring mathematical creativity using multiple solution tasks.** In R. Leikin, A. Berman & B. Koichu (Eds.), *Creativity in mathematics and the education of gifted students. (Ch. 9, pp. 129-145).* Rotterdam, the Netherlands: Sense Publisher, 2009.

LEIKIN, R.; PANTAZI, D. P.. **Creativity and mathematics education: the state of the art.** *ZDM Mathematics Education*, 45:159–166, 2013.

LESTER Jr., F. K. **Thoughts about research on mathematical problem-solving instruction.** *The Mathematics Enthusiast*, V. 10, nº.1 e 2, p. 245-278, jan./2013.

LIVNE, N. L.; LIVNE, O. E.; MILGRAM, R. M. **Assessing academic and creative abilities in mathematics at four levels of understanding.** *International Journal of Mathematical Education in Science & Technology*, n. 30, p. 227-243, 1999.

LUBART, T.. **Psicologia da Criatividade.** Tradução: Márcia Conceição Machado Moraes. Porto Alegre/RS: Artmed, 2007.

MANN, E. L.. **Mathematical Creativity and School Mathematics: Indicator of Mathematical Creativity in Middle School Students**, 2005. Disponível em <<http://www.gifted.uconn.edu/siegle/Dissertations/Eric%20Mann.pdf>>. Acesso em 10 nov. 2014.

MEZZAROBBA, C. D. **Problemas de Lógica como Motivadores no Fazer Matemática no Sexto Ano.** 2009. 145f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2009.

MORAIS, M. de F.; AZEVEDO, I.. **Avaliação da Criatividade como um Contexto Delicado: Revisão de Metodologias e Problemáticas.** *Avaliação Psicológica*, Porto Alegre/ RS. V. 8, n. 1, p. 1-15, 2009.

NADJAFIKHAHA, M.; YAFTIAN, N.. **The frontage of Creativity and Mathematical Creativity.** *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, Romênia, V. 90, p. 344-350, 2013.

NAKASA, D.. **Os Processos da Criatividade.** Universidade Interativa, 2011. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/55569232/Os-Processos-Da-Criatividade>>. Acesso em 29 jun. 2014.

OECD. Pisa 2012 Results: Creative Problem Solving: Students' Skills in Tackling Real-Life Problems. Volume V, 2014.

OLIVEIRA, Z. M. F. de. **Alguns Instrumentos para se Medir a Criatividade. Avaliação Psicológica**, Avaliação Psicológica, Porto Alegre/ RS. V. 9, n. 3, p. 495-497, 2010.

PASQUALI, L.. **Psicometria: Teoria dos testes na Psicologia e na Educação**. Petrópolis/RJ: Vozes, 2003.

PEREIRA, A. L.; *et al.*. **Problemas matemáticos: caracterização, importância e estratégias de resolução**. Seminários de Resolução de Problemas. IME/USP. São Paulo/SP: USP, 2002.

PITTA-PANTAZI, D.; SOPHOCLEOUS, P.; CHRISTOU, C.. **Spatial visualizers, object visualizers and verbalizers: their mathematical creative abilities**. *The International Journal on Mathematics Education, Berlin*, v. 45, n. 2, p. 199-213, 2013.

POLYA, G.. **A arte de resolver problemas**. Tradução e adaptação de Heitor Lisboa de Araújo. Rio de Janeiro: Interciência, 1994.

PONTE, J. P. M. da. **Investigar, Ensinar e Aprender**. *Actas do Profmat – APM*. Lisboa, 2003.

PROUSE, H. L. *Creativity in School Mathematics. The Mathematics Teacher*, n. 60, p. 876 – 879, 1967.

SCHOENFELD, A. H. **Reflections on Problem Solving Theory and Practice**. *The Mathematics Enthusiast*, V. 10, nº 1 e 2, pp.9-34, jan. 2013.

SILVER, E. A.; CAI, J.. **An analysis of arithmetic problem posing by middle school students**. *Journal for Research in Mathematics Education*, Reston - VA, v. 27, n. 5, p. 521-539, 1996.

SINGH, B. **The development of test to measure mathematical creativity**. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, v. 18, n. 2, p. 181-186, 1987.

SOUSA, A. B. de. **A Resolução de Problemas como Estratégia Didática para o Ensino da Matemática**. 2005. Disponível em: <<http://www.ucb.br/sites/100/103/TCC/22005/ArianaBezerradeSousa.pdf>>. Acesso em 8 ago. 2013.

STERNBERG, R. J. **The Nature of Creativity**. *Creativity Research Journal*, V. 18, n. 1, 87–98, 2006.

TAHAN, M. **O homem que calculava**. 51ª tiragem. Rio de Janeiro/RJ: Record, 2000.

TOBIAS, S.. **Fostering creativity in the science and mathematics classroom**. Trabalho apresentado na Conference at National Science Foundation, Malásia, 2004.

Disponível em <<<http://www.Wpi.edu/News/Events/SENM/tobias.ppt>>>. Acesso em 21 out. 2015.

VALDÉS; E. A.. ***El desarrollo de la creatividad en la Educación Matemática. Anais do Congresso Iberoamericano de Educación: Metas 2021 – Um congresso para que pensemos entre todos la educación que queremos.*** Buenos Aires, 2010.

APÊNDICE A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

“Construção e Validação de Instrumento de Medida de Criatividade no Campo da Matemática para Estudantes Concluintes da Educação Básica”

Prezado(a) Senhor(a),

Gostaríamos de convidá-lo (a) a participar da pesquisa intitulada por **“Construção e Validação de Instrumento de Medida de Criatividade no Campo da Matemática para Estudantes Concluintes da Educação Básica”**, realizada pelo Programa de Pós-graduação da Faculdade Educação da Universidade de Brasília – PPGE/FE/UnB, em parceria ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília – IFB, *campus* Ceilândia. O objetivo da pesquisa é construir um instrumento de medida que permita mensurar traços importantes de criatividade especificamente no campo da matemática. Dessa forma, além de se elaborar e compilar os itens que comporão os testes, faz-se necessário que o mesmo seja submetido a um processo de validação e de checagem de fidedignidade, no qual visa verificar se os instrumentos elaborados (forma A e forma B) medem o que se propõe medir. A sua participação é muito importante e ela se dará, caso concorde em participar, da seguinte forma: Responder os instrumentos (forma A e forma B) em fase de validação.

Cabe esclarecer que sua participação é totalmente voluntária, lhe sendo permitido se recusar a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa.

As informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade. Ressalte-se que não se busca com essa pesquisa a consecução de diagnósticos individuais sobre a criatividade em matemática, mas sim elaborar um instrumento que possa inclusive nortear profissionais na educação no exercício de atividades que estimulem o desenvolver da característica ora em comento.

Por benefício esperado tem-se a oportunidade de que os participantes da pesquisa possam, após o período de realização do teste, sejam levados a autorreflexão sobre suas formas de pensar e de fazer matemática. É garantido, no entanto, que eventuais

despesas decorrentes da pesquisa serão ressarcidas, quando devidas e decorrentes especificamente de sua participação na pesquisa.

O pesquisador, a partir desse momento se coloca à disposição para demais esclarecimentos julgados necessários sobre a pesquisa em comento, razão pela qual sinte-se completamente a vontade a realizar todas e quaisquer perguntas a fim de esclarecer da melhor forma possível as condições de sua participação nesta pesquisa.

Brasília, ____ de _____ de 2015.

Pesquisadores Responsáveis:

Mestrando Mateus Gianni Fonseca

Matrícula UnB: 14/0073698

Prof. Dr. Cleyton Hércules Gontijo

Matrícula UnB: 1.036.041

Eu _____, tendo sido devidamente esclarecido(a) sobre os procedimentos da pesquisa, e tendo recebido todas as informações que julguei necessárias do(a) pesquisador(a) responsável, concordo em participar **voluntariamente** da pesquisa descrita acima.

Assinatura: _____

Data: _____

APÊNDICE B

CARTA DE APRESENTAÇÃO

ESCOLHA DE ITENS PARA ELABORAÇÃO DO TESTE DE DESEMPENHO CRIATIVO EM PROBLEMAS MATEMÁTICOS ABERTOS (TDCPMA)

Prezado Colaborador,

Ao tomar conhecimento de sua trajetória acadêmica, bem como seu envolvimento com a educação matemática, esperamos que possa nos auxiliar com sua análise sobre os itens apresentados a seguir no que cabe a potencialidade dos mesmos em se identificar criatividade no campo da matemática, explicitando suas possíveis críticas e/ou sugestões.

Ocorre que estamos elaborando um teste de criatividade no campo da matemática, que possui por propósito favorecer uma ampliação nos debates acadêmicos sobre a temática, bem como contribuir na definição de estratégias que possam ser utilizadas por professores para estimular o desenvolvimento dessa característica. Idealiza-se ainda que esse teste possa ser utilizado para a consolidação de demais estudos que surjam com o objetivo de buscar correlações entre criatividade e criatividade em matemática; criatividade em matemática e desempenho escolar; criatividade em matemática e motivação, dentre outros.

Dessa forma, é com intuito de se conceber o que temos chamado de Teste de Desempenho Criativo em Problemas Matemáticos Abertos – TDCPMA, que esperamos que avaliem os itens trazidos abaixo.

Em tempo, cabe esclarecer que o referido teste encontra-se ancorado no conceito de criatividade no campo da matemática de Gontijo (2006), a saber:

A capacidade de apresentar inúmeras possibilidades de solução apropriadas para uma situação-problema, de modo que estas focalizem aspectos distintos do problema e/ou formas diferenciadas de solucioná-lo, especialmente formas incomuns (originalidade), tanto em situações que requeiram a resolução e elaboração de problemas como em situações que solicitem a classificação ou organização de objetos e/ou elementos matemáticos em função de suas propriedades

e atributos, seja textualmente, numericamente, graficamente ou na forma de uma seqüência de ações (GONTIJO, 2006. p.49).

Logo, de forma sucinta, podendo se conceber o entendimento dessa criatividade a partir de problemas que permitam múltiplas respostas, alinhado ao defendido por Schoenfeld (2013) acerca da matemática não tratar-se de apenas dominar fatos e procedimentos, mas sim fazer questionamentos, problematizar

Outro conceito que merece destaque é o termo problemas abertos, os quais segundo Kwon, Park e Park (2006) caracterizam-se por possuírem um contexto inicial bem definido, mas que, no entanto, propicia margem a construção de diferentes caminhos, dando ao aluno a possibilidade de participação ativa ao longo do processo de construção de resolução, reforçando a concepção de que o aluno é capaz de propor soluções úteis e não triviais. Trata-se de entender problemas abertos como aqueles que invocam não apenas a simples interpretação quantitativa que inspiram à mera aplicação de algoritmos já conhecidos, mas sim, que visam um trabalho dado pela heurística, isto é, que estimulem o sujeito a promover a busca pela solução de diversos questionamentos a partir da reflexão, da pesquisa, dentre outros.

O teste será composto por duas versões – Versão A e Versão B, de modo a instrumentalizar inclusive pesquisas que sejam concebidas sob o delineamento experimental e, por essa razão, queiram fazer uso de pré-teste e pós-teste. Dessa forma, a seguir, são apresentados 15 (quinze) pares de itens, subscritos cada item por A e B, de modo que cada par guarde certo isomorfismo e graus de dificuldade e padrões de correção similares.

Ao compor o teste, cada item será avaliado em atendimento a três critérios, seguindo o que traz a literatura - Fluência, Flexibilidade e Originalidade:

- Fluência: Quantidade de ideias geradas;
- Flexibilidade: Quantidade de categorias, as quais são classificadas as ideias geradas;
- Originalidade: Infrequência das ideias geradas.

Exemplificando, segue abaixo um item que compõe o teste de criatividade em matemática elaborado por Gontijo (2007a, p.152) com exemplos de solução e classificação quanto aos critérios apontados:

Esta atividade consiste em realizar operações envolvendo apenas o número 4. Você deverá usar quatro números 4, realizando operações matemáticas entre eles. O resultado dessas operações também deverá ser igual a 4. Tente fazer o maior número de soluções, incluindo todas as operações aritméticas: adição, subtração, multiplicação, divisão, raiz quadrada, fatorial, etc. Não é necessário usar todas as operações em cada solução apresentada (apud LIVNE; LIVNE; MILGRAN, 1999).

(...)

- Fluência: número de sentenças matemáticas que envolvem exclusivamente quatro números 4 e que produzam resultado igual a 4.
- Flexibilidade: número de categorias de sentenças, calculado pelo número de operações diferentes utilizadas em cada sentença elaborada.
- Originalidade: raridade relativa das sentenças elaboradas.

Exemplos de respostas (GONTIJO, 2007a, p. 155):

$$\text{a) } \sqrt{4+4+4+4} = 4$$

$$\text{b) } (4 - 4) \times 4 + 4 = 4$$

$$\text{c) } \sqrt{4} + \sqrt{4} - 4 + 4 = 4$$

$$\text{d) } 4! - (4 \times 4) - 4 = 4$$

$$\text{e) } 4\sqrt{4} - \sqrt{4} - \sqrt{4} = 4$$

$$\text{f) } 4! \div 4 + \sqrt{4} - 4 = 4$$

$$\text{g) } (4 \div 4) \times \sqrt{4} + \sqrt{4} = 4$$

$$\text{h) } (4! - 4 - 4) \div 4 = 4$$

Com exceção do critério “originalidade”, o qual depende de uma análise mais específica a partir de todo o grupo de respondentes, tendo em vista esse estar ligado a infrequência das ideias geradas, segue abaixo exemplo de pontuação para o item citado em conjunto às soluções apresentadas quanto aos critérios de fluência e flexibilidade:

Fluência: tem valor 8, pois foram elaborados oito sentenças matemáticas envolvendo exclusivamente 4 números quatro e produzindo resultado igual a 4.

Flexibilidade: considerando o número de operações diferentes realizadas em cada resposta, tem-se que a flexibilidade tem valor 3.

Observa-se que na resposta relativa a letra (a) foram utilizadas duas

operações diferentes (adição e radiciação); nas respostas relativas às letras (b), (c), (d), (e) e (h) foram utilizadas três tipos de operações diferentes em cada uma; nas respostas relativas às letras (f) e (g) foram utilizadas quatro tipos de operações diferentes em cada uma delas.

Por fim, espera-se que, com o olhar de especialista da área, possa elaborar um ranqueamento dos itens, como registrando do mais adequado ao menos adequado, bem como registrando suas demais observações e colaborações no que acredita possa cada item ser melhorado, ancorando-se nos conceitos aqui explicitados e exemplificados.

Desde já, muito agradeço pela colaboração e pelas assertivas considerações que possa vir a encaminhar, estando à disposição para esclarecimentos adicionais, caso julguem necessário, pelo e-mail mateus.fonseca@ifb.edu.br ou telefone: (61) 9134-3452.

Mestrando: Mateus Gianni Fonseca – Matrícula/ UnB: 14/0073698

Orientador: Cleyton Hércules Gontijo – Matrícula/ UnB: 1.036.041

APÊNDICE C

**TESTE DE DESEMPENHO CRIATIVO
NO CAMPO DA MATEMÁTICA
- TDCCM - (A)**

Instruções:

Este teste é composto por 5 itens cujo intuito é de se medir o desempenho criativo do sujeito no campo da matemática. Para isso, é esperado que você utilize de sua imaginação para elaborar muitas soluções a cada questionamento; soluções utilizando diferentes estratégias; e, soluções as quais acredita que ninguém mais irá sugerir.

Para os itens 1 e 4 haverá o tempo de 10 minutos para que gere suas resoluções, enquanto que para os itens 2, 3 e 5 serão destinados apenas 5 minutos. É importante que todos executem a mesma tarefa no mesmo intervalo de tempo que, por sua vez será cronometrado pelo aplicador. Apenas avance às páginas seguintes quando autorizado.

Pode acontecer de você sentir dificuldades em algum item, contudo não se preocupe, tente responder da maneira que tiver entendido. Desafie-se! Seja o melhor!

Alguma pergunta?

Identificação:

NOME: _____

SÉRIE: _____ IDADE: _____ SEXO: _____

NÃO ABRA ESTE CADERNO ATÉ QUE SEJA AUTORIZADO

APÊNDICE D

**TESTE DE DESEMPENHO CRIATIVO
NO CAMPO DA MATEMÁTICA
- TDCCM - (B)****Instruções:**

Este teste é composto por 5 itens cujo intuito é de se medir o desempenho criativo do sujeito no campo da matemática. Para isso, é esperado que você utilize de sua imaginação para elaborar muitas soluções a cada questionamento; soluções utilizando diferentes estratégias; e, soluções as quais acredita que ninguém mais irá sugerir.

Para os itens 1 e 4 haverá o tempo de 10 minutos para que gere suas resoluções, enquanto que para os itens 2, 3 e 5 serão destinados apenas 5 minutos. É importante que todos executem a mesma tarefa no mesmo intervalo de tempo que, por sua vez será cronometrado pelo aplicador. Apenas avance às páginas seguintes quando autorizado.

Pode acontecer de você sentir dificuldades em algum item, contudo não se preocupe, tente responder da maneira que tiver entendido. Desafie-se! Seja o melhor!

Alguma pergunta?

Identificação:

NOME: _____

SÉRIE: _____

IDADE: _____

SEXO: _____

NÃO ABRA ESTE CADERNO ATÉ QUE SEJA AUTORIZADO

APÊNDICE E

Resultados obtidos pela amostra do TDCCM, Versão A

RESPONDENTE	ESCORE FINAL		
		28	20
1	58,62	29	1356,754
2	13,08	30	236,39
3	31,16	31	26,68
4	40,904	32	25,564
5	20,82	33	1,44
6	21,816	34	85,86
7	17,408	35	677,52
8	32,88	36	69,28
9	163,44	37	156,816
10	128,106	38	13,944
11	21,28	39	109,6
12	105,3	40	30,066
13	21,44	41	380,74
14	27,132	42	1752,226
15	51,026	43	44,176
16	8,24	44	113,252
17	32,326	45	201,28
18	97,96	46	54,23
19	16,444	47	41,12
20	7,64	48	41,12
21	52,8	49	0,824
22	75,6	50	157,31
23	33,12	51	230,79
24	92,848	52	28,566
25	11,3	53	128,644
26	45,52	54	162,6
27	68,548	55	57,728

56	311,726	83	196,96
57	547,888	84	86,88
58	134,48	85	135,29
59	528,96	86	112,296
60	130,096	87	72,306
61	204,564	88	52,804
62	22,66	89	218,038
63	168,066	90	33,32
64	67,006	91	298,708
65	120,96	92	160,674
66	53,788	93	1,13
67	195,386	94	19,58
68	17,6	95	65,81
69	33,288	96	233,786
70	154,22	97	95,444
71	112,088	98	27,676
72	375,16	99	302,228
73	155,64	100	179,858
74	43,12	101	19,58
75	12,6	102	20
76	266,448	103	3,84
77	17,06	104	74,566
78	68,48	105	24
79	13,416	106	72,746
80	30,256	107	98,87
81	49,516	108	0,2
82	235,244		

Fonte: Elaborado pelo pesquisador

APÊNDICE F**Resultados obtidos pela amostra do TDCCM, Versão B**

RESPONDENTE	ESCORE FINAL		
		27	86,58
1	246,1	28	48,52
2	61,46	29	327,38
3	199,47	30	599,86
4	3072,86	31	76,896
5	109,156	32	126,236
6	94,44	33	323,978
7	83,46	34	320,24
8	350,84	35	119,94
9	57,958	36	179,042
10	449,716	37	373,7
11	1270,762	38	352,04
12	300,292	39	30,28
13	125,024	40	26,12
14	71,206	41	25,12
15	216,12	42	267,94
16	28,12	43	47,2
17	96	44	92,72
18	70,56	45	216,18
19	543,38	46	476,38
20	28,02	47	180,48
21	48,36	48	59,12
22	99,08	49	38,372
23	275,24	50	353,59
24	165,96	51	16,844
25	393,6	52	279,08
26	593,08	53	1,56

54	51,724
55	241,166
56	229,936
57	194,926
58	376,052
59	45,676
60	282,34
61	20,39
62	205,264
63	119,898
64	396,988
65	135,78
66	252,762
67	14,724
68	381,28
69	85,844
70	161,42
71	136,12
72	0,804
73	566,94
74	184,588
75	13,856
76	100,472
77	1237,078
78	16,1
79	31,222

80	331,38
81	32,52
82	111,712
83	65,34
84	45,68
85	98,24
86	42,04
87	48,436
88	223,156
89	415,16
90	302,088
91	90,28
92	41,416
93	25,22
94	84,588
95	42,796
96	172,66
97	19,492
98	11,38
99	68,4
100	163,756
101	129,73
102	268,66
103	468,24
104	59,284

Fonte: Elaborado pelo pesquisador