



Universidade de Brasília

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

**AULAS BASEADAS EM TÉCNICAS DE CRIATIVIDADE: EFEITOS NA
CRIATIVIDADE, MOTIVAÇÃO E DESEMPENHO EM MATEMÁTICA COM
ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO**

Mateus Gianni Fonseca

BRASÍLIA

2019



Universidade de Brasília

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

**AULAS BASEADAS EM TÉCNICAS DE CRIATIVIDADE: EFEITOS NA
CRIATIVIDADE, MOTIVAÇÃO E DESEMPENHO EM MATEMÁTICA COM
ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO**

Mateus Gianni Fonseca

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade de Brasília – PPGE/FE/UnB, desenvolvida sob a orientação do Professor Dr. Cleyton Hércules Gontijo, na Linha de Pesquisa Educação em Ciências e Matemática – ECMA, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Educação.

BRASÍLIA

2019

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

FF676a Fonseca, Mateus Gianni
Aulas baseadas em técnicas de criatividade: efeitos na
criatividade, motivação e desempenho em matemática com
estudantes do ensino médio / Mateus Gianni Fonseca;
orientador Cleyton Hércules Gontijo. -- Brasília, 2019.
175 p.

Tese (Doutorado - Doutorado em Educação) -- Universidade
de Brasília, 2019.

1. Educação matemática. 2. Criatividade em matemática. 3.
Motivação em matemática. 4. Desempenho em matemática. 5.
Técnicas de criatividade em aulas de matemática. I.
Gontijo, Cleyton Hércules, orient. II. Título.

TESE DE DOUTORADO

**AULAS BASEADAS EM TÉCNICAS DE CRIATIVIDADE: EFEITOS NA
CRIATIVIDADE, MOTIVAÇÃO E DESEMPENHO EM MATEMÁTICA COM
ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO**

Mateus Gianni Fonseca

COMISSÃO EXAMINADORA

Aprovada em: 06/12/2019

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

Prof. Dr. Antônio Villar Marques de Sá
Membro – PPGE/UnB

Prof. Dr. Asdrúbal Borges Formiga Sobrinho
Membro – PPGPDS/UnB

Prof. Dr. Rodolfo Eduardo Vertuan
Membro – PPGECEM/Unioeste

Prof. Dr. Rogério César dos Santos
Suplente – ProfMat/UnB

A todos os familiares, amigos e colegas de profissão.

Em especial:

À Helena Gianni Fonseca;

A Mario Roberto da Fonseca Júnior (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço às instituições que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desta pesquisa:

- *Australian Academy of Science*;
- *Departament of Education and Training from Australian Government*;
- *Flinders University* – FU, Austrália;
- Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal – FAP/DF;
- *Freie Universität Berlin*, Alemanha;
- Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília – IFB;
- Universidade de Brasília – UnB;
- Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal – SEEDF.

Agradeço em especial ao professor, orientador e amigo, Cleyton Hércules Gontijo, que acreditou em meu potencial desde quando o conheci e demonstrei meu interesse em ingressar no programa de mestrado. Certamente esse ilustre professor muito me auxiliou com suas contribuições acadêmicas sempre de forma calma e serena. A essa pessoa generosa que está sempre disposta a ajudar e oportunizar o crescimento daqueles que lhe mostram interesse e boa vontade.

Registro agradecimento também aos professores que compuseram a banca de defesa desta tese pelas assertivas contribuições indicadas e que certamente contribuíram em muito para o aprimoramento da redação final.

À Marcella por estar ao meu lado e muito me apoiar, bem como por todo o incentivo que me apresentou ao longo da conclusão desta etapa.

Enfim, aos familiares, amigos e todas as pessoas mais próximas que sabem o quanto todo este percurso de formação doutoral se configura importante e especial para mim. A todas as pessoas que sempre me incentivaram na conclusão de mais esta etapa da vida, a qual para mim, configura-se mais uma conquista realizada, mais um sonho concretizado, uma porta para novos horizontes!

RESUMO

Algumas escolas, por vezes, não têm alcançado sucesso na promoção das aprendizagens em matemática de modo a preparar os estudantes para enfrentar os desafios que o mundo contemporâneo impõe, tanto no que diz respeito aos elementos envolvidos no exercício da cidadania quanto no seu processo de qualificação profissional. Entre as lacunas encontradas nos processos de escolarização, destaca-se a falta de estímulo à criatividade dos estudantes nos mais variados campos do conhecimento e, em particular, em matemática. Considerando isso, o propósito desta pesquisa foi analisar os efeitos decorrentes da oferta de um curso extracurricular junto a um grupo de 41 estudantes do último ano do ensino médio, em criatividade, motivação e desempenho em matemática. A pesquisa foi desenvolvida em uma escola pública do Distrito Federal no turno contrário às atividades regulares dos estudantes participantes do curso. Esses foram divididos aleatoriamente em dois grupos, tendo sido denominados por grupo controle e grupo experimental, compostos por 20 e 21 estudantes, respectivamente. Ao longo de quatro semanas, cada grupo tinha dois encontros semanais com duração de 1h 30min cada. Enquanto que para o grupo controle, as aulas eram convencionais, isto é, sem muita alteração do que já estavam acostumados no cotidiano escolar, para o grupo experimental foram propostas aulas baseadas em técnicas de criatividade com vistas a estimular o pensamento criativo em matemática. Por resultados, embora ambos os grupos tenham alcançado elevação nos escores de criatividade, motivação e desempenho em matemática, resultados estatisticamente significativos foram percebidos apenas junto ao grupo experimental, o qual teve maior incremento em todas as variáveis. Isso permite sugerir que a inclusão de técnicas de criatividade junto ao planejamento pedagógico de professores da educação básica pode favorecer tanto a capacidade de pensamento criativo como também a motivação e o conseqüente desempenho em matemática.

Palavras-chave: Educação matemática. Criatividade em matemática. Motivação em matemática. Desempenho em matemática. Técnicas de criatividade em aulas de matemática.

ABSTRACT

Some schools have sometimes been unsuccessful in promoting mathematics learning in order to prepare students to face the challenges that the contemporary world imposes, referring as with regard to the elements involved in the exercise of citizenship as in their qualification process. professional. Among the gaps found in the schooling processes, there is the lack of stimulation of students' creativity in the several fields of knowledge and, in particular, in mathematics. Considering this, the purpose of this research was to analyze the effects of offering an extracurricular course to a group of 41 students of the last year of high school, in creativity, motivation and performance in mathematics. The research was developed in a public school of the Federal District in the opposite shift of the regular activities of the school. They were randomly divided into two groups, and were called the control group and experimental group, composed of 20 and 21 students, respectively. Over the course of four weeks, each group had two weekly meetings lasting 1h 30min each. While for the control group, the classes were conventional, that means, without much alteration of what they were used to in everyday school life, for the experimental group, the classes based on creativity techniques were proposed to stimulate creative thinking in mathematics. By results, although both groups achieved an increase in creativity, motivation and mathematics performance scores, statistically significant results were only observed in the experimental group, which had the greatest increase in all variables. This suggests that the inclusion of creativity techniques in the pedagogical planning of teachers of basic education may favor both the ability of creative thinking as well as motivation and consequent performance in mathematics.

Keywords: Mathematical education. Mathematical creativity. Mathematical motivation. Mathematical performance. Creativity techniques in math classes.

RESUMEN

Algunas escuelas no han logrado éxito en promover los aprendizajes en matemáticas para preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos que impone el mundo contemporáneo, tanto con respecto a los elementos involucrados en el ejercicio de la ciudadanía como a su proceso de calificación profesional. Entre los huecos encontrados en los procesos escolares, se destaca la falta de estimulación de la creatividad de los estudiantes en los más variados campos del conocimiento y, en particular, en matemáticas. Considerando eso, el propósito de esta investigación fue analizar los efectos de ofrecer un curso extracurricular a un grupo de 41 estudiantes del último año de la secundaria, en creatividad, motivación y desempeño en matemáticas. La investigación se llevó a cabo en una escuela pública del Distrito Federal en el turno contrario a las actividades regulares de los estudiantes que participaron del curso. Ellos fueron divididos aleatoriamente en dos grupos denominados grupo control y grupo experimental, compuestos por 20 y 21 estudiantes, respectivamente. En el transcurso de cuatro semanas, cada grupo tenía dos reuniones semanales que duraban 1h 30min cada una. Para el grupo control, las clases eran convencionales, es decir, sin mucha alteración de lo que tenían la costumbre en el cotidiano escolar, y para el grupo experimental fueron propuestas clases basadas en técnicas de creatividad para estimular el pensamiento creativo en matemáticas. Por resultados, aunque ambos grupos lograron un aumento en los scores de creatividad, motivación y rendimiento en matemáticas, resultados estadísticamente significativos solo se observaron en el grupo experimental, que tuvo el mayor aumento en todas las variables. Eso sugiere que la inclusión de técnicas de creatividad junto a la planificación pedagógica de profesores de la educación básica puede favorecer tanto la capacidad de pensamiento creativo como también la motivación y el consiguiente rendimiento en matemáticas.

Palabras clave: Educación matemática. Creatividad en matemáticas. Motivación en matemáticas. Rendimiento en matemáticas. Técnicas de creatividad en clases de matemáticas.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição da população pesquisada por grupo de alfabetismo	24
Tabela 2: Média e Desvio Padrão do TDCCM – A e B, em ambas as turmas	81
Tabela 3: Escores da escala de motivação em matemática	85
Tabela 4: Média e Desvio Padrão do TDMat – A e B, em ambas as turmas	89
Tabela 5: Correlação entre variáveis em análise	95

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Escala de proficiência Inaf.....	25
Quadro 2: Empoderamento matemático	38
Quadro 3 – Descrição de alguns elementos de educação para o século XXI pelo Projeto P21.....	40
Quadro 4: Descrição do <i>Scamper</i> (em português, Scamcea)	54
Quadro 5: Comparação entre as respostas de diário de bordo.....	94
Quadro 6: Quadro-resumo de resultados I – Criatividade em matemática.....	97
Quadro 7: Quadro-resumo de resultados II – Motivação em matemática	98
Quadro 8: Quadro-resumo de resultados III – Desempenho em matemática	99
Quadro 9: Quadro-resumo de resultados IV – Como a matemática é vista	100
Quadro 10: Quadro-resumo de resultados V – Correlações	101

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Principal motivo para a recuperação em matemática	78
Gráfico 2: Qual a importância das aulas de matemática para você?	79
Gráfico 3: Qual a importância da matemática para seu futuro?	79
Gráfico 4: Respostas do 1º e 2º questionamentos sobre relevância da matemática.	80
Gráfico 5: Distribuição de algumas respostas EMM – Controle	83
Gráfico 6: Distribuição de algumas respostas EMM – Experimental	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Evolução da distribuição dos estudantes nos níveis da Escala de Proficiência 2015/2017	27
Figura 2: Pilares da educação para o século XXI.....	39
Figura 3: Descrição das fases da pesquisa.....	62

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- ANA – Avaliação Nacional da Alfabetização
- Aneb – Avaliação Nacional da Educação Básica
- Anresc – Avaliação Nacional de Rendimento Escolar
- BNCC – Base Nacional Comum Curricular
- DF – Distrito Federal
- Ebrem – Encontro Brasiliense de Educação Matemática
- EJA – Educação de Jovens e Adultos
- EMM – Escala de Motivação em Matemática
- EMM (-) – Escala de Motivação em Matemática, aspectos negativos
- EMM (+) – Escala de Motivação em Matemática, aspectos positivos
- EMR – Educação Matemática Realística
- Enem – Encontro Nacional de Educação Matemática
- Enem – Exame Nacional do Ensino Médio
- FE/UNB – Faculdade de Educação da Universidade de Brasília
- IFB – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília
- Impa – Instituto de Matemática Pura e Aplicada
- Inaf – Índice de Alfabetismo Funcional
- Inep – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
- IPM – Instituto Paulo Montenegro
- LDB – Lei de Diretrizes e Bases
- NCSM – *National Council of Supervisors of Mathematics*
- OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
- PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais
- Pisa – *Programme for International Student Assessment*
- PPGE/FE/UNB – Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade de Brasília
- P21 – *Partnership For 21st Century Learning*
- Saeb – Sistema de Avaliação da Educação Básica
- Sbem – Sociedade Brasileira de Educação Matemática
- SEEDF – Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal
- SPSS – *Statistical Package for Social Sciences*
- TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TDCCM – Teste de Desempenho Criativo no Campo da Matemática

TDCCM-A– Teste de Desempenho Criativo no Campo da Matemática, Versão A

TDCCM-B– Teste de Desempenho Criativo no Campo da Matemática, Versão B

TDMat – Teste de Desempenho em Matemática

TDMat-A – Teste de Desempenho em Matemática, Versão A

TDMat-B – Teste de Desempenho em Matemática, Versão B

Unesco – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UnB – Universidade de Brasília

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	18
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	23
1.1 Desempenho de estudantes brasileiros em testes de matemática	23
1.2 Interrogações de Pesquisa e Objetivos.....	32
1.2.1 Objetivo Geral	33
1.2.2 Objetivos Específicos	33
1.3 Enunciado preliminar de Tese.....	34
CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO	35
2.1 Matemática para a atualidade	35
2.2 Criatividade em matemática.....	43
2.3 Motivação em Matemática e Criatividade em matemática	47
2.4 Desempenho em Matemática e Criatividade em matemática	49
2.5 Técnicas de criatividade como parte integrante das estratégias de estímulo à criatividade em matemática.....	51
2.6 Problemas como ferramenta didática para estímulo da criatividade em matemática.....	55
CAPÍTULO 3 – MÉTODO.....	60
3.1 Caracterização da Pesquisa	60
3.2 Levantamento de Amostra e Coleta de Dados.....	61
3.3 Instrumentos	68
3.3.1 A Escala de Motivação em Matemática	68
3.3.2 Teste de Desempenho Criativo no Campo da Matemática.....	69
3.3.3 Questionário.....	71
3.3.4 Roda de Conversa	72
3.3.5 Diário de Bordo	72
3.3.6 Teste de Desempenho em Matemática	73
3.4 Procedimentos de aplicação	73
3.5 Procedimentos de análise dos dados	74
3.6 Considerações Éticas	75
CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES	77
4.1 Primeiras informações da amostra.....	77
4.2 O curso extracurricular e o desenvolvimento da Criatividade em Matemática	80

4.3 O curso extracurricular e a Motivação em Matemática	82
4.4 O curso extracurricular e o Desempenho em Matemática	88
4.5 Impressões dos Estudantes quanto à Intervenção	90
4.6 Resultados correlacionais entre criatividade, motivação e desempenho em matemática.....	95
4.7 Resumo dos resultados obtidos	96
CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	103
REFERÊNCIAS.....	106
APÊNDICE A – Roteiro 1: Oficina de Criatividade em Matemática.....	115
APÊNDICE B – Roteiro 2: Oficina de Criatividade em Matemática.....	119
APÊNDICE C – Roteiro 3: Oficina de Criatividade em Matemática.....	123
APÊNDICE D – Roteiro 4: Oficina de Criatividade em Matemática.....	128
APÊNDICE E – Roteiro 5: Oficina de Criatividade em Matemática.....	132
APÊNDICE F – Roteiro 6: Oficina de Criatividade em Matemática	136
APÊNDICE G - Questionário.....	141
APÊNDICE H – Roteiro para Roda de Conversa	145
APÊNDICE I – Diário de Bordo	146
APÊNDICE J – Teste de Desempenho em Matemática, Versão A	147
APÊNDICE K – Teste de Desempenho em Matemática, Versão B	151
APÊNDICE L – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - Estudante	154
APÊNDICE M – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – Pais ou Responsáveis	158
APÊNDICE N – Distribuição de respostas EMM.....	161
ANEXO I – Escala de Motivação em Matemática	165
ANEXO II – Teste de Desempenho Criativo no Campo da Matemática, Versão A.	167
ANEXO III – Teste de Desempenho Criativo no Campo da Matemática, Versão B	170
ANEXO IV – Parecer de Aprovação do Comitê de Ética.....	173

APRESENTAÇÃO

Em 2006 iniciei minha trajetória acadêmica a partir do ingresso no curso de Licenciatura em Matemática ofertado pela Faculdade Santa Terezinha, situada em Taguatinga, região administrativa do Distrito Federal. Foi lá onde tive uma primeira aproximação com o universo amplo da educação e da pesquisa. Tive ótimos professores, valendo destacar dois que para mim seus conselhos tornaram-se objetivos, metas a serem alcançadas, em vista dos estímulos que me despertaram para a pesquisa e para a área de educação matemática.

O primeiro, orientador de meu Trabalho de Conclusão de Curso – TCC, Professor Me. Edvaldo Alves de Souza. Foi a pessoa quem me fez acreditar possuir potencial para a pesquisa. Foi a pessoa quem me nutriu o desejo de continuar trilhando esse percurso tendo em vista minha vontade de buscar respostas a questionamentos, inquietações e dilemas que a todo instante são levantados quando estamos diante do contexto educacional. Ao final do TCC, lembro-me ainda que esse Orientador me indicou, e incentivou, a que eu buscasse prosseguir com pesquisa em programas de mestrado e doutorado.

A outra pessoa que registro um destaque é a Professora Dr.^a Erondina Barbosa da Silva – pesquisadora focada na educação matemática. Inserida nas discussões da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (Sbem), circuitos de vivência, Encontros Brasilienses de Educação Matemática (Ebrem) e muitos outros do gênero, sempre investia em convidar todos os estudantes da graduação a participar ativamente das diversas atividades que ocorriam no DF, enquanto eu, sempre estava presente, motivado pelo estudo da educação matemática e pelas ricas contribuições que conseguia agregar a mim e que projetava inserir em minha atuação quando me tornasse professor. Erondina também me aconselhava a prosseguir os estudos em programas de mestrado e doutorado, enaltecendo que o ingresso a esses programas era uma realidade próxima, palpável, não distante e utópica como muitos de nós, inclusive eu, acreditávamos à época. Com esse estímulo, ao longo da graduação, alguns trabalhos foram gerando publicações e/ou apresentações em eventos locais e regionais, o que foram minhas primeiras produções acadêmicas.

Confesso que durante todo o período do curso de graduação e da especialização, nunca havia refletido sobre como desenvolver atividades matemáticas que pudessem favorecer especificamente o desenvolvimento da criatividade dos

estudantes para que além de aprender conceitos e técnicas operatórias, também criassem suas “próprias formas” 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 da criatividade em matemática já eram por mim utilizadas desde essa época, 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.

Cabe ressaltar que desde o segundo período da graduação, eu trabalhava 30 horas semanais no Ministério das Comunicações, completando o resto da minha semana atuando em aulas particulares e cursinho preparatório para concurso, oportunidades essas que me engradeceram como pessoa e como professor, vistas as diferentes dificuldades quando não se é mais um estudante, e sim um profissional que precisa atuar e intervir em diversas situações e realidades.

Tão logo se encerrou o ano de 2008, concluí minha graduação no mesmo instante em que o concurso para a admissão de docentes da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEEDF) recebia inscrições. Como eu já era servidor público em outro Órgão (Ministério das Comunicações), resolvi me candidatar a uma vaga do período noturno, a realizar 20 horas por semana. Fui aprovado e permaneci na expectativa até ser convocado, no início do ano letivo de 2010. Assim sendo, portanto, afastei-me de parte de atividades que realizava (aulas particulares e cursinho preparatório) e assumi minha vaga de docente em matemática em uma escola pública de São Sebastião, região administrativa do Distrito Federal, onde fui atuar com a Educação de Jovens e Adultos (EJA), 3º segmento. Enriquecedora é a palavra para descrever a experiência em atuar com uma maioria de adultos trabalhadores em diferentes áreas. As cargas de vivência trazidas por cada um constituíam um impulsionador natural às aulas.

Nessa escola, no entanto, comecei a perceber que muitos alunos apesar de conseguirem resolver determinados problemas, fossem por meios algorítmicos ou por meios outros, não demonstravam compreender todas as ações que acabavam de realizar. A solução encontrada parecia enquadrar-se sob um aspecto reducionista de apenas um número, sem significado. A partir dessas situações percebi que era

necessário, após a resolução do problema, provocar uma reflexão sobre o dado, sobre a resposta encontrada, sobre o “número sem significado”. Assim, passei a inserir nas aulas de matemática, sempre que possível, questões discursivas para que o estudante fosse levado a refletir sobre aquilo que havia acabado de realizar. Creio que foi o início de uma dinâmica que começou a ajudá-los a interpretar suas próprias resoluções.

Em 2011 consegui remoção para uma escola pública em Samambaia – DF, onde atuei com turmas da EJA do 2º e do 3º segmento, aproveitando da melhor maneira a vivência daquela comunidade, inclusive da qual eu pessoalmente fazia parte, por morar, àquela época, naquela região administrativa. Continuei empregando esforços de incentivo à reflexão sobre os fazeres matemáticos dos estudantes.

Meu desejo em ingressar em um programa de pós-graduação para realizar o mestrado e o doutorado não havia expirado, na verdade só estava sendo amadurecido na medida em que mais experiência eu acumulava. Pensava em deixar o trabalho do Ministério das Comunicações para ter maior disponibilidade para o curso, bem como buscava estudar um pouco mais da língua inglesa para que eu conseguisse acompanhar as leituras que sabia que precisaria fazer em outro idioma.

Em 2012, fiz o concurso para o quadro de docentes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília (IFB), sendo aprovado e convocado ainda no mesmo ano, de modo que em junho de 2012 eu deixava o Ministério, onde minhas funções se restringiam a atividades burocráticas e de área diversa de minha formação acadêmica, e ingressava em um Órgão que me permitiria conciliar a atividade de sala de aula com atividades de pesquisa e extensão. Nessa época, acumulei cargos públicos novamente, atuando 40 horas semanais pelo IFB e 20 horas pela SEEDF.

No IFB, pude dar continuidade ao trabalho com adultos que iniciei na SEEDF, porém, com clientela sob 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 me candidatei a uma vaga de mestrado na Faculdade de Educação da Universidade de Brasília (FE/UnB). Ao realizar uma breve pesquisa bibliográfica para a escrita do pré-projeto, passei a ter contato com a temática denominada por criatividade em matemática. Na leitura de um artigo de Gontijo, de 2006 e de sua tese, de 2007, comecei a identificar, portanto, que muito do que vivi em

minha trajetória escolar, ainda na educação básica, 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, relativamente, por “engessar-me”.

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. Fui aprovado na seleção do mestrado, porém em 4º lugar, sendo que existiam apenas 3 vagas. Frustração. Passei alguns dias frustrado por pensar que estava tão perto e que não havia conseguido. Mas não desisti. No ano seguinte tentaria novamente.

Assim, iniciei o ano de 2013 com intenso trabalho. Atuava no IFB durante o dia na formação de adultos em cursos técnicos subsequentes e no curso de Licenciatura em Química, aprimorando minha leitura de aplicações matemáticas em diferentes situações e aprimorando estratégias de resolução de problemas paralelamente, ao passo em que buscava refinar o projeto do mestrado para que conseguisse maior sucesso no processo seletivo seguinte, o que me garantiria assim uma vaga no Programa de Pós-Graduação da FE/UnB. Ainda no primeiro semestre daquele ano, consegui ser selecionado para cursar uma disciplina como aluno especial, aproveitando as leituras e os debates para o melhoramento do projeto.

Ao longo do ano de 2013 participei do Encontro Nacional de Educação Matemática (Enem), bem como de outros eventos locais e regionais, ampliando minha produção que já se fazia com foco em minhas novas experiências e leituras. O trabalho duro e exaustivo desse ano propiciou frutos. Fui aprovado no processo seletivo do ano de 2013 (para ingresso em 2014) para o Mestrado em Educação do PPGE/FE/UnB, na linha de pesquisa que tanto ambicionava. E, dessa vez, tendo sido contemplado com vaga.

Recordo-me de uma das perguntas que me foi feita durante a prova oral: “em que momento você irá se dedicar às atividades do mestrado, se você trabalha 40 horas no IFB e 20 horas na SEEDF?”. Reconhecia que era um grande desafio, mas acreditei que poderia me organizar. Entre madrugadas imerso nas leituras e fins de

semana que se tornaram dias extremamente úteis, todas as tarefas conquistaram seus espaços.

Deu certo. Foi difícil, intenso, muito trabalhoso, mas com o auxílio de minhas chefias imediatas e a compreensão e ajuda daqueles que me cercavam, acumulei essa realidade até o início de agosto do ano de 2015, quando solicitei desligamento da SEEDF e passei a me dedicar com maior empenho apenas ao IFB e à conclusão do mestrado.

Apesar dessa agenda intensa, me alegra dizer que consegui defender minha pesquisa ainda em novembro de 2015 e perceber como minha produção se alavancou, sendo composta por diversos artigos, trabalhos, resumos, apresentações e participações em variados eventos da área de educação matemática, com vistas a divulgar as pesquisas que realizei nesse período e assim contribuir também com a academia e demais professores que atuam em sala de aula.

Por fim, com essa motivação ingressei no programa de doutoramento no início de 2016 também no PPGE/FE/UnB. No mestrado, busquei construir instrumentos de medida de criatividade no campo da matemática a partir de problemas abertos, que em minha visão contribuiu significativamente aos estudos dessa área. Mas também entendo que, ao mesmo tempo, a pesquisa tenha me proporcionado um desenvolvimento profissional em virtude dos diferentes estudos que realizei tanto para a compreensão do fenômeno da criatividade como no aprendizado de como estimular os discentes a se envolverem com a matemática e a produzirem criativamente nesse campo. No doutorado, por sua vez, o foco foi estruturar um conjunto de aulas baseadas em técnicas de criatividade que contribua para o desenvolvimento da criatividade, da motivação e do desempenho, todos no campo da matemática. E mais: levantar indícios de que essas são variáveis que caminham relacionadas.

Em tempo, digo que o período de doutoramento certamente proporcionou-me grande maturidade. Durante esse período (2016-2019), tive contato com diversos pesquisadores, diferentes instituições do Brasil e do exterior e produzi bastante. Inclusive os livros “Criatividade em Matemática: Conceitos, Metodologias e Avaliação” juntamente com o orientador Cleyton Hércules Gontijo e os colegas Alexandre Tolentino de Carvalho e Mateus Pinheiro de Farias; e “Criatividade em Matemática: Lições da Pesquisa”, organizado junto ao orientador Cleyton Hércules Gontijo. Ambas as obras trazem ineditismo à área tratando especificamente acerca do tema principal desta pesquisa.

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Este primeiro capítulo apresenta uma breve introdução acerca das razões da presente pesquisa, bem como enuncia os objetivos que a direciona. Apoiado em dados estatísticos acerca do desempenho dos estudantes brasileiros em testes de matemática, são apresentados alguns motivos pelos quais as pesquisas em educação matemática se fazem valiosas e carecem de novos empreendimentos científicos a cada dia e, também, são destacadas algumas razões que foram consideradas para a elaboração e desenvolvimento dessa investigação.

1.1 Desempenho de estudantes brasileiros em testes de matemática

No que se refere à matemática, o termo insucesso escolar é utilizado com frequência nos sistemas de ensino para caracterizar o desempenho dos estudantes e, infelizmente, o seu uso parece crescer a cada ano ao descrever as habilidades que os estudantes deixam de desenvolver. Trata-se de um problema que parece se estender por todo o globo, e em especial no Brasil. Esse fato ficou evidenciado por meio de uma pesquisa realizada pelo Círculo da Matemática, projeto apoiado pelo Instituto Tim (SALDAÑA, 2015), que mostra que 45,5% das pessoas com cerca de 15 anos de idade não dominavam por completo o conceito de fração; 39,7% não se mostravam capazes de realizar operações envolvendo médias simples; e 34,3% demonstravam fragilidades em realizar operações que envolvessem taxas de juros – esse último em especial, conteúdo tão presente no cotidiano do cidadão comum. Vale destacar que resolver situações envolvendo porcentagem e regra de três revelou-se ser um problema para mais que um quarto dos participantes desta pesquisa (28%). Isso parece justificar o motivo pelo qual até profissionais, já estabelecidos, e devidamente inseridos no mercado de trabalho, por vezes, demonstram fragilidades diante de discussões que envolvem o raciocínio lógico-matemático.

Outras fontes corroboram esses dados. O Indicador de Alfabetismo Funcional (Inaf), criado e calculado pelo Instituto Paulo Montenegro (IPM), possui por propósito produzir informações acerca das práticas envolvendo leitura e matemática de brasileiros entre 15 e 64 anos de idade, distribuindo-os em 5 grupos de proficiência: analfabeto, rudimentar, elementar, intermediário e proficiente.

O relatório mais recente do Inaf, mostra dados alarmantes, destacando que apenas cerca de 12% da população amostral alcançou o nível “proficiente” (IPM, 2018), conforme Tabela 1:

Tabela 1: Distribuição da população pesquisada por grupo de alfabetismo

Grupo	%
Analfabeto	8%
Rudimentar	22%
Elementar	34%
Intermediário	25%
Proficiente	12%
TOTAL	100%
Analfabeto + Rudimentar = Analfabetos funcionais	29%¹
Elementar + Intermediário + Proficiente = Funcionalmente alfabetizados	71%

Fonte: (IPM, 2018, p. 8) – com adaptações

Ressalta-se que a amostra deste indicador é proporcionalmente distribuída em consonância com a população brasileira: “43% vivem na região Sudeste, 27% no Nordeste, 15% no Sul, 8% no Norte e 8% no Centro-Oeste”, bem como as mulheres representam “52% e os homens, 48%”. No que se refere à faixa etária, “24% têm entre 15 e 24 anos, 23% de 25 a 34, 31% entre 35 e 49 anos e 23% entre 50 e 64 anos”, dos quais “37% declararam estar cursando ou ter cursado os anos iniciais ou finais do Ensino Fundamental, 40% o Ensino Médio e 17% a Educação Superior” (IPM, 2018, p. 9).

Esse indicador certamente deve ser levado em consideração pelos sujeitos envolvidos nas políticas governamentais, em especial na área da educação, uma vez que evidencia como a população brasileira está aquém do esperado em se tratando de uma formação de qualidade. Ademais, é um dado que reforça a necessidade de novas pesquisas e práticas pedagógicas com vistas a propor mudanças para o atual cenário brasileiro.

O Quadro 1 descreve de forma sucinta o que se entende por cada um dos 5 grupos de proficiência mencionados:

¹ Nota de rodapé publicada no documento em análise: “o critério de arredondamento das frações dos resultados permite percentuais totais diferentes da soma dos números arredondados” (IPM, 2018, p. 8).

Quadro 1: Escala de proficiência Inaf

Grupos	Escala especial para estudo Alfabetismo e mundo do trabalho
Analfabeto	<ul style="list-style-type: none"> • Corresponde à condição dos que não conseguem realizar tarefas simples que envolvem a leitura de palavras e frases ainda que uma parcela destes consiga ler números familiares (números de telefone, preços, etc.).
Rudimentar	<ul style="list-style-type: none"> • Localiza uma ou mais informações explícitas, expressas de forma literal, em textos muito simples (calendários, tabelas simples, cartazes informativos) compostos de sentenças ou palavras que exploram situações familiares do cotidiano doméstico. • Compara, lê e escreve números familiares (horários, preços, cédulas/moedas, telefone) identificando o maior/menos valor. • Resolve problemas simples do cotidiano envolvendo operações matemáticas elementares (com ou sem uso da calculadora) ou estabelecendo relações entre grandezas e unidades de medida. • Reconhece sinais de pontuação (vírgula, exclamação, interrogação, etc.) pelo nome ou função.
Elementar	<ul style="list-style-type: none"> • Seleciona uma ou mais unidades de informação, observando certas condições, em textos diversos de extensão média realizando pequenas inferências. • Resolve problemas envolvendo operações básicas com números da ordem do milhar, que exigem certo grau de planejamento e controle (total de uma compra, troco, valor de prestações sem juros). • Compara ou relaciona informações numéricas ou textuais expressas em gráficos ou tabelas simples, envolvendo situações de contexto cotidiano doméstico ou social. • Reconhece significado de representação gráfica de direção e/ou sentido de uma grandeza (valores negativos, valores anteriores ou abaixo daquele tomado como referência).
Intermediário	<ul style="list-style-type: none"> • Localiza informação expressa de forma literal em textos diversos (jornalístico e/ou científico) realizando pequenas inferências. • Resolve problemas envolvendo operações matemáticas mais complexas (cálculo de porcentagens e proporções) da ordem dos milhões, que exigem critérios de seleção de informações, elaboração e controle em situações diversas (valor total de compras, cálculos de juros simples, medidas de área e escalas). • Interpreta e elabora síntese de textos diversos (narrativos, jornalísticos, científicos), relacionando regras com casos particulares a partir do reconhecimento de evidências e argumentos e confrontando a moral da história com sua própria opinião ou senso comum. • Reconhece o efeito de sentido ou estético de escolhas lexicais ou sintáticas, de figuras de linguagem ou sinais de pontuação.
Proficiente	<ul style="list-style-type: none"> • Elabora textos de maior complexidade (mensagem, descrição, exposição ou argumentação) com base em elementos de um contexto dado e opina sobre o posicionamento ou estilo do autor do texto. • Interpreta tabelas e gráficos envolvendo mais de duas variáveis, compreendendo elementos que caracterizam certos modos de representação de informação quantitativa (escolha do intervalo, escala, sistema de medidas ou padrões de comparação) reconhecendo efeitos de sentido (ênfases, distorções, tendências, projeções). • Resolve situações-problema relativos a tarefas de contextos diversos, que envolvem diversas etapas de planejamento, controle e elaboração, que exigem retomada de resultados parciais e o uso de inferências.

Fonte: IPM (2018, p. 21)

Ainda relativo aos dados que refletem a realidade da educação deste País, cabe discorrer sobre as avaliações de larga escala, isto é, acerca das avaliações que o próprio Estado realiza com vistas a averiguar o nível de proficiência no campo da matemática. Um exemplo é o Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb), que até 2018 era composto por três avaliações, a saber: (a) Avaliação Nacional da Alfabetização (ANA); (b) Avaliação Nacional da Educação Básica (Aneb); e, (c) Avaliação Nacional de Rendimento Escolar (Anresc). O Saeb tem por finalidade

“avaliar a qualidade do ensino oferecido pelo sistema educacional brasileiro a partir de testes padronizados e questionários socioeconômicos” (BRASIL/MEC, s.d.).

Vale frisar que embora a finalidade do Saeb tenha sido mantida, as siglas ANA, Aneb e Anresc deixam de existir a partir de 2019, quando todas essas avaliações passam a ser identificadas apenas pelo nome Saeb “acompanhada das etapas, áreas de conhecimento e tipos de instrumentos envolvidos”². As aplicações dos exames permanecem em anos ímpares, com divulgação dos resultados em anos pares.

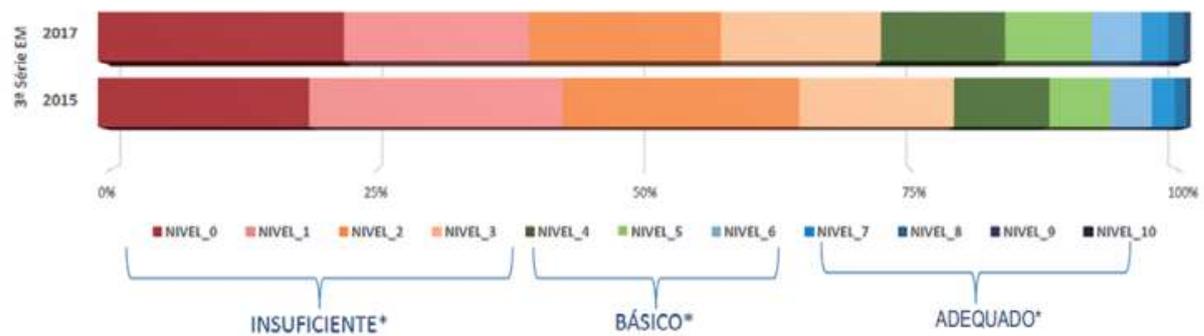
Especificamente sobre a até então denominada Aneb, e popularmente conhecida como Prova Brasil, vale registrar que a média nacional se encontra, para estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental, em 224 pontos; em 258 pontos referente aos estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental e, 270 pontos no que se refere aos alunos do 3º ano do ensino médio (BRASIL/INEP, 2018). A escala de pontuação varia de 0 a 500 pontos.

Embora as notas da Prova Brasil relativas ao Ensino Fundamental tenham aumentado quando comparadas a edições anteriores, o mesmo não ocorreu com o Ensino Médio que teve sua nota média praticamente mantida. Novamente o baixo desempenho dos estudantes nessa avaliação nacional permite inferir que se fazem necessários estudos específicos que auxiliem no aprimoramento da aprendizagem brasileira em matemática.

Atendo-se em especial ao ensino médio, foco da presente pesquisa, percebe-se que essa etapa avaliada necessita de melhorias. Afinal, a quantidade de estudantes categorizados em nível básico é tímida, o que é menor ainda no que se refere ao nível adequado, conforme se pode depreender a partir da Figura 1, que mostra a evolução da distribuição dos estudantes nas edições de 2015 e 2017 do Saeb:

² Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/educacao-basica/saeb>>. Acesso em: 3 jul. 2019.

Figura 1: Evolução da distribuição dos estudantes nos níveis da Escala de Proficiência 2015/2017



Fonte: (BRASIL, 2018, p. 15) – com adaptações

De acordo com a Figura 1, cerca de 2/3 da distribuição dos estudantes em 2017 se concentram no nível insuficiente³, o que se configura mais um fato que contribui para justificar pesquisas que culminem em práticas diferenciadas e mais efetivas para o ensino de matemática.

No cenário internacional, um indicador que muito tem pautado discussões advém do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa), o qual é liderado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Esse consiste, resumidamente, em uma prova que visa averiguar o nível de proficiência em leitura, matemática e ciências, aplicada a estudantes com 15 anos de idade, tendo em vista que nessa faixa etária se encerram os estudos obrigatórios em muitos dos países partícipes da organização e convidados. Referente à última edição dessa avaliação, 2018, cujos dados podem ser vistos no relatório da OCDE (2019), a média dos estudantes brasileiros ocupa o 70º lugar em um rol de 79 países, no que se refere à área de matemática, com apenas 384 pontos – o que o coloca como uma das últimas nações da América Latina.

Segundo esse mesmo relatório, 68% dos estudantes brasileiros não atingem o nível básico esperado de proficiência em matemática, quando então estariam capazes de atuar minimamente com o conteúdo matemático em seus cotidianos. Os dados do

³ Segundo relatório do Inep, os rótulos “Insuficiente”, “Básico” e “Adequado” são interpretações da “Secretaria de Educação Básica do Ministério da Educação – Gestão 2018” (BRASIL/INEP, 2018, p. 15)

Pisa confirmam os resultados apresentados pelo Círculo de Matemática (SALDAÑA, 2015), pelo Inaf (IPM, 2018) e pela Prova Brasil (BRASIL/INEP, 2018).

Vale ressaltar que embora existam diferenças entre o Pisa e a Prova Brasil, inclusive pelo fato de que a primeira é uma avaliação realizada apenas com estudantes de 15 anos de idade enquanto que a segunda é uma avaliação realizada em diferentes anos escolares (5º e 9º ano do ensino fundamental e 3º ano do ensino médio, independentemente de suas idades), os estudantes brasileiros têm demonstrado baixa proficiência em ambos os casos, o que reforça o argumento de que os processos de ensino e aprendizagem de matemática precisam melhorar. Afinal, todas as pesquisas e indicadores descritos anteriormente vêm apresentando resultados que convergem para essa inferência.

Ao mesmo tempo em que a proficiência em matemática dos estudantes brasileiros se mostra tão baixa, a Unesco (2016, p. 13) chamou a atenção para a necessidade de assegurar a todos os indivíduos o numeramento:

assegurar esse numeramento significa permitir o desenvolvimento de conhecimentos e das competências matemáticas necessárias para a integração e a participação ativa na sociedade, assim como para a adaptação às mudanças previsíveis. Significa também oferecer oportunidades de acesso a um mundo mais abrangente do que aquele em que os alunos têm sido educados, formar indivíduos capazes de encontrar seu lugar no mundo atual, de se realizar e ajudar na solução dos grandes desafios que a humanidade deve enfrentar nos dias atuais: saúde, ambiente, energia e desenvolvimento.

De fato, espera-se que o egresso da educação básica consiga aplicar os conhecimentos matemáticos adquiridos durante sua fase escolar em sua prática diária e em atividades acadêmicas na medida em que prosseguem os seus estudos, o que não parece ocorrer. Dessa maneira, reconhece-se que cabe à escola a proposição de uma educação matemática coerente com as necessidades cotidianas dos estudantes voltadas para o exercício de práticas cidadãs e para a continuidade dos estudos (no nível superior ou em demais cursos de qualificação profissional). Tal educação deve ter, ainda, a finalidade de despertar a motivação e a criatividade em matemática dos estudantes para resolver problemas reais de forma diversificada e original, sendo críticos na leitura do mundo no qual estão inseridos.

Outro fator a ser destacado diz respeito à desejável autonomia que se espera do estudante, de modo que, a expectativa é de que o mesmo, fora do ambiente escolar, consiga raciocinar de maneira própria, crítica e criativa sobre como agir, como

intervir e como solucionar os diferentes problemas e desafios que o século XXI propõe dia a dia. Brito (2006, p. 48) destacou que: “se a escola coloca dentre seus objetivos formar 'bons pensadores', deve ser dada a devida ênfase ao desenvolvimento do pensamento crítico, criativo e produtivo”. E é sobre o pensamento criativo em matemática que cada vez mais pesquisadores têm se debruçado em investigar a sua gênese e formas de estimulá-lo. Cabe pontuar que a criatividade a ser desenvolvida no âmbito escolar é, atualmente, cada vez mais defendida por aqueles envolvidos nas discussões sobre uma aprendizagem para o século XXI (NEWTON; NEWTON, 2014; P21, 2016; UNESCO, 2006).

Um grande esforço tem sido empreendido em diferentes países na busca de formas de estimular a capacidade criativa de seus jovens de modo a contribuir para formar cidadãos mais bem preparados para lidarem com o incerto no âmbito profissional, acadêmico e pessoal. Se empresários são criativos, podem alavancar seus ganhos financeiros propondo novos produtos ou novas abordagens de *marketing*, por exemplo, de modo a fortalecerem seus negócios; se líderes comunitários são criativos, podem gerar diferentes ideias que contribuam com seus pleitos ou mesmo conquistar o apoio de novos companheiros; se crianças e jovens são criativos, os mesmos podem pensar de diferentes maneiras sobre os saberes desenvolvidos dentro e fora da escola, entre outros.

Vale citar um estudo realizado a partir de uma entrevista com 15 000 diretores executivos de 60 países e 33 setores industriais. A criatividade foi identificada como a qualidade de liderança mais importante, devido sua potencialidade em contribuir para a superação dos desafios inovadores e cada vez mais complexos da atualidade (LUCCA, 2011).

Embora a empregabilidade não se constitua foco direto desta tese, mas sim o pleno desenvolvimento do indivíduo e da sua capacidade de escolha, cumpre reforçar que o relatório intitulado por ‘*The Future Jobs*’, do Fórum Econômico Mundial, destacou a criatividade entre as habilidades necessárias para os profissionais do futuro que já em 2020 se torna presente. O relatório definiu esse construto como a “habilidade de criar ideias incomuns ou inteligentes sobre um determinado tópico ou situação, ou desenvolver maneiras criativas de resolver um problema” (WORLD ECONOMIC FORUM, 2016, p. 52). O mesmo relatório que ainda define o raciocínio matemático como “a habilidade de escolher métodos ou fórmulas matemáticas adequadas para se resolver um problema”. Assim, combinando os dois termos é

possível inferir que a criatividade em matemática propicia que o sujeito crie ideias incomuns que o conduzam a meios adequados para se resolver diferentes problemas, ou mesmo, que contribua para se encontrar diferentes soluções a um mesmo problema.

Se hoje as inovações já nutrem uma discussão acerca das habilidades que são desenvolvidas pela escola, inspirando mudanças como a própria inserção da criatividade no curso da educação básica, o que será no século XXII? Ou mais próximo, o que será daqui a 15 ou 30 anos? A modernização da escola é necessária, pois as demandas se alteram com a inovação que se é alcançada a cada dia.

Enfim, criatividade pode fortalecer a economia, a luta de classes, a vida escolar e cotidiana, dentre outros contextos. E em um mundo extremamente dinâmico, onde as atualizações são cada vez mais rápidas, eis a necessidade de que isso seja trabalhado desde os anos iniciais do indivíduo. A educação escolar possui influência no processo de pensamento criativo (ALENCAR; FLEITH, 2003a; AMABILE, 2012; WECHSLER, 1998).

Embora haja um esforço de se inserir atividades que estimulem a criatividade na formação escolar dos jovens dessa geração, o assunto ainda é tratado com menor proporção acerca da sua manifestação focada em campos particulares do saber. Nesta pesquisa, optou-se por investigar a criatividade especificamente no campo da matemática.

Não se pode furtar a constatação de que a área de educação matemática no Brasil e em tantos outros países tem oferecido diferentes trabalhos com foco em aprimorar o ensino e, conseqüentemente, o conhecimento em matemática. Diferentes abordagens metodológicas, formas de avaliação e inclusive reflexões sobre o que se espera que o indivíduo dos dias atuais saiba de matemática têm sido problematizadas, tais como ensino de matemática por meio de resolução de problemas, modelagem matemática, etnomatemática, história da matemática, entre outros – e entre os quais se encontra também a criatividade em matemática.

Nos últimos anos, pesquisas em criatividade em matemática têm sido empreendidas por pesquisadores de diferentes nacionalidades, tais como Fonseca (2015), Gontijo (2007), Haylock (1987), Kattou *et. al.* (2013), Lev-Zamir e Leikin (2013), Mann (2005), Sriraman (2004), dentre outros. Isso fez com que a comunidade científica da educação matemática oferecesse espaço próprio para discussão da temática, como é o caso do *International Congress on Mathematical Education*, que

vai para sua 14ª edição no ano de 2020 e que possui dentre seus grupos de discussão um deles intitulado por 'Matemática e Criatividade'. Outro grande evento, e que possui inclusive como temática principal a discussão de criatividade em matemática e altas habilidades, é o '*Mathematical Creativity & Giftedness*', que em 2019 alcançou sua 11ª edição.

Além das vantagens descritas anteriormente acerca do pensamento criativo na vida do indivíduo de hoje, a criatividade específica no campo da matemática ainda possui outras questões como o fato de que ela pode contribuir para reduzir a ansiedade em matemática dos estudantes (TOBIAS, 2004), aumentar a motivação para com o estudo dessa área de saber (FONSECA; GONTIJO; ZANETTI, 2018; GONTIJO, 2007), contribuir para maior capacidade de resolução de problemas, entre outros. Certamente, a criatividade em matemática também colabora para repensar o espaço da sala de aula, tendo em vista que ser criativo imprime a necessidade de se pensar e questionar o quê de novo pode ser gerado para determinado objetivo.

Assim, em síntese, pode-se conjecturar como vantagens do aprimoramento da criatividade em matemática, junto ao estudante, o fato de que com isso o mesmo pode compreender que a matemática está além da aplicação de algoritmos e técnicas operatórias em exercícios e problemas limitados à sala de aula. Isso pode contribuir para que o estudante compreenda que a matemática possui espaço para a interpretação de situações, bem como da geração de possíveis soluções, ou ainda, da adoção de diferentes estratégias para se alcançar uma solução esperada.

Com o estímulo a gerar muitas ideias, ideias diferentes e ideias inovadoras, o estudante pode colocar-se em uma nova dinâmica de fazer matemática, percebendo-se capaz de solucionar problemas, o que ainda pode o favorecer diante das demandas imprevisíveis que envolvam direta ou indiretamente o raciocínio matemático, como ocorre frequentemente no cotidiano. Afinal, ter acesso a diferentes maneiras de resolver um problema é defendido há muito em teorias da educação matemática (POLYA, 1994; SHOENFELD, 2013), que pontuam a importância de que o estudante se depare com uma ampla variedade de problemas em seu processo de ensino e aprendizagem. Sendo assim, a criatividade contribui também nesse aspecto, visto que a mesma dita mais uma perspectiva de caminhos para que o estudante aprenda e saiba lidar com demais situações.

Vale destacar que apesar do tema criatividade em matemática ser mencionado em documentos oficiais como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL,

2000) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017), o mesmo não possui definição formal explícita nesses. Diz tratar-se de algo que deve ser desenvolvido, sem oferecer material e/ou formação para os professores, tampouco indicar o que se entende por isso (FONSECA; GONTIJO; SANTOS, 2018).

E essa é mais uma razão para que estudos que investiguem a criatividade em matemática sejam empreendidos: contribuir para a popularização do tema junto a professores e formuladores de políticas públicas e, ao mesmo tempo, produzir investigações que permitam construir modos de trabalho que possam servir para a formação de professores e de estudantes da educação básica.

No cenário brasileiro, 17 produções acadêmicas, que versam acerca do tema “criatividade em matemática”, foram defendidas de acordo com dados coletados na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (GONTIJO; ZANETTI; FONSECA, 2019). A maior parte dessas refere-se à identificação das produções dos estudantes, embora também constem pesquisas ligadas à formação dos professores. Apenas duas pesquisas (ALVARENGA, 2008; MOSER, 2008) propuseram investigar o desenvolvimento da criatividade a partir de intervenções em sala de aula. No entanto, essas não consideraram fatores como motivação e conhecimento em matemática junto ao desenvolvimento dos estudantes. Além disso, a identificação da produção criativa não foi realizada a partir de testes específicos para isso, o que reforça o ineditismo da presente tese.

1.2 Interrogações de Pesquisa e Objetivos

A partir dos dados e da problematização apresentada acerca das fragilidades constatadas em relação ao desempenho de estudantes brasileiros em matemática, bem como a partir do entendimento que a criatividade tem se destacado como uma capacidade importante para o aprimoramento da formação do indivíduo no mundo contemporâneo, esta pesquisa foi concebida com a pretensão de responder às seguintes questões:

1. A tríade criatividade, motivação e desempenho em matemática de estudantes do último ano do ensino médio é influenciada positivamente a partir de um curso extracurricular de matemática cujas aulas são baseadas em técnicas de criatividade?

2. Quais diferenças quanto às percepções dos estudantes em relação à matemática a partir do tipo de aulas que receberam ao longo do curso (aulas convencionais e aulas baseadas em técnicas de criatividade)?
3. Qual a correlação entre a criatividade em matemática e a motivação em matemática; a criatividade em matemática e o desempenho em matemática; e a motivação em matemática e o desempenho em matemática?

E, a partir dessas questões apresentadas, foram elaborados os objetivos da pesquisa com o intuito de encontrar as respectivas respostas.

1.2.1 Objetivo Geral

- Analisar o desempenho de dois grupos de estudantes do último ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública de ensino do Distrito Federal em relação à criatividade, motivação e desempenho em matemática a partir de dois cursos extracurriculares de matemática que, apesar de tratarem do mesmo assunto, foram operacionalizados a partir de estratégias metodológicas distintas (aulas convencionais – grupo controle; e aulas baseadas em técnicas de criatividade – grupo experimental).

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analisar se aulas baseadas em técnicas de criatividade influenciam positivamente no aprimoramento de (a) criatividade em matemática; (b) motivação em matemática; e (c) desempenho em matemática;
- Analisar a percepção dos estudantes quanto às aulas de matemática que tiveram acesso ao longo do curso extracurricular (aulas convencionais – grupo controle; e aulas baseadas em técnicas de criatividade – grupo experimental);
- Investigar as correlações entre (a) criatividade em matemática e motivação em matemática; (b) criatividade em matemática e desempenho em matemática; e (c) motivação em matemática e desempenho em matemática.

1.3 Enunciado preliminar de Tese

A partir dos objetivos estabelecidos para a pesquisa, a seguinte tese foi enunciada:

A tríade criatividade, motivação e desempenho em matemática pode ser influenciada positivamente a partir de aulas baseadas em técnicas de criatividade, na medida em que nutrem o pensamento criativo do estudante, motivando-o e contribuindo para o aprimoramento de seus conhecimentos.

Segundo o que é defendido nesta tese, aulas planejadas a partir de técnicas de criatividade, similares às utilizadas nesta pesquisa, têm o potencial de desenvolver o indivíduo no que tange ao seu potencial criativo (criatividade), à sua disposição em se envolver com a referida disciplina (motivação) e ao desempenho em matemática (conhecimento).

Vale destacar que se reconhece o fato de que outras variáveis também podem colaborar para a presente tese, como o fato desta pesquisa ter ocorrido a partir de número reduzido de estudantes em sala de aula e de um trabalho que foi realizado com professor externo à instituição, por exemplo. Entretanto, esses não foram levados a debate, visto não se constituírem objetos de análise da presente pesquisa.

CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta o aporte teórico que sustenta a construção desta tese, descrevendo diferentes teorias sob as quais se calçou a pesquisa, bem como justificando as opções que foram tomadas pelo pesquisador na elaboração dessa estrutura de investigação. Este capítulo ainda apresenta resultados de pesquisas sobre criatividade em matemática realizadas em diferentes países.

2.1 Matemática para a atualidade

A partir de estudos ligados à educação matemática questiona-se: Quais os resultados esperados para o cidadão a partir da formação matemática básica? E quais os resultados esperados para a sociedade em geral a partir dessa formação matemática básica? Atualmente, grande esforço tem sido realizado para a formação matemática da população de diferentes países (OCDE, 2019; OCDE/IMPA, 2018; UNESCO, 2016). E nisso se inclui o esforço de inserir a criatividade nos currículos da formação básica, como pontuaram Fadel, Bialik e Trilling (2015, p. 104):

os países começaram a se concentrar na reformulação da educação usando a criatividade (resolução criativa de problemas, geração de ideias, design thinking, etc.) e inovação. Em 2008, os currículos do ensino médio da Inglaterra foram reformulados para enfatizar a geração de ideias, e programas pilotos começaram a medir seu progresso. A União Europeia estabeleceu o ano de 2009 como o Ano Europeu da Criatividade e Inovação e começou a promover conferências e treinamentos para os professores sobre os métodos de aprendizado baseados em projetos e problemas. A China começou reformas significativas na educação para substituir seu estilo tradicional de ensino baseado em memorização por uma abordagem de ensino mais baseada em projetos e problemas. O Japão começou a implementar reformas educacionais e econômicas para resolver seu problema de criatividade.

Há que se considerar que as aplicações e a utilidade da matemática são inegáveis, visto que muito da tecnologia e construção de conhecimento de hoje se ancoram de alguma maneira em elementos matemáticos e que, se assim forem analisados, permitem que a matemática seja visualizada como algo além de apenas resoluções de equações, além da matemática pela matemática.

A matemática é considerada um instrumento indispensável para o avanço em diferentes áreas, pois, com ela que se alcança o rápido crescimento tecnológico e progresso da sociedade (KANHAI; SINGH, 2014). Há que se considerar, portanto, ser

necessário que se trabalhe para a construção do pensamento matemático da população desde a infância.

A formação matemática desde o início do processo de escolarização deve ser amparada pela perspectiva do letramento matemático, ou como mencionado anteriormente, numeramento. Conforme defende a Unesco (2016, p.14), por meio do letramento matemático espera-se que os indivíduos “compreendam, analisem e critiquem os múltiplos dados cuja apresentação utiliza sistemas de representação diversos e complexos, numéricos, simbólicos e gráficos, e outras interações”. A capacidade oriunda deste letramento oferece aos sujeitos subsídios que os auxiliem a realizar “escolhas racionais, fundamentadas na compreensão, na modelagem, na predição e no controle de seus efeitos, diante de situações inéditas e muitas vezes, cheias de incertezas” (UNESCO, 2016, p. 14). Essas características podem ser potencializadas quando considerado o desenvolvimento do potencial criativo pois o estímulo à criatividade favorece a geração de múltiplas ideias que podem contribuir para a resolução de diferentes problemas. Assim, no ato de exercer a criatividade em matemática é esperado do sujeito motivação e conhecimento do campo de domínio no qual está inserido, o que no caso em tela refere-se à matemática.

Com vistas a enriquecer o debate, cabe destacar Freudenthal, matemático holandês que propôs a ramificação teórica da educação matemática denominada por Educação Matemática Realística (EMR). O autor pontua que a matemática deve ser vista pelo estudante como algo que ainda que seja aprendida em determinado contexto, saiba que esse não o limita. Isto é, que essa área de saber possui flexibilidade de aplicação, uma vez que a matemática ensinada em contexto vem de uma matemática abstrata que, por sua vez, pode se converter aplicada a outro contexto e, assim por diante (FREUDENTHAL, 1968). Apresenta ainda, por crítica, que a matemática como oriunda apenas de um sistema fechado é passível de programação em computadores para solucionar tantos problemas quanto sejam possíveis inserir para tal fim. É a matemática como atividade, como um processo da realidade, que o homem deve se ater – afinal, é este homem que possui capacidade pensante suficiente para programar as operações que o computador deve executar.

Ainda sobre o que Freudenthal defende no que tange à educação matemática, vale destacar um dos conceitos por ele desenvolvido e associado à EMR, denominado por “reinvenção guiada”. Ao analisar a obra do autor, Ferreira e Buriasco (2016, p. 245), destacaram que

na reinvenção guiada os alunos têm um papel fundamental e são considerados: (a) protagonistas da aprendizagem; (b) reinventores de ferramentas, procedimentos, conceitos matemáticos; (c) autores do que fazem.

As autoras também ressaltam o papel que o professor deve assumir, agindo como um guia, orientador e mediador do processo de aprendizagem. O professor deve propor tarefas que sirvam como pontos de partida para o processo de reinvenção, que estimulem, portanto, o estudante à busca por propor soluções aos problemas, que o provoquem a fazer matemática – o que Freudenthal denominou por matematização.

Dessa forma, é pelo princípio da reinvenção guiada que os estudantes devem fazer matemática, recebendo estímulos apropriados para tal finalidade. Freudenthal demonstra um entendimento de que a matemática deve se configurar como uma fonte de recursos para que o sujeito consiga lidar com os diferentes problemas que lhe são apresentados (FERREIRA; BURIASCO, 2016; FREUDENTHAL, 1968).

Freudenthal (apud FERREIRA; BURIASCO, 2016, p. 243) considerou que “o aluno deve ‘fazer matemática’ partindo de fenômenos e, ao lidar com eles, desenvolver ferramentas matemáticas necessárias para esse lidar”. Fenômeno, na concepção do autor, é aquilo que pode ser compreendido pelo sujeito por meio dos sentidos ou da consciência, incluindo os problemas que lhe são apresentados e que o provocam a buscar uma solução. Esses aspectos também têm sido evidenciados na literatura acerca da criatividade no campo da matemática, enfatizando especialmente o trabalho com problemas abertos (FONSECA, 2015; GONTIJO, 2007; LEIKIN; PANTAZI, 2013).

Na mesma linha de raciocínio, as ideias de Ernest (2002), que apresentou o *empowerment in mathematics education*, buscam debater acerca do empoderamento potencial do ensino de matemática para favorecer o indivíduo à atuação no mundo. Esse autor discutiu o empoderamento sob três frentes: matemática, social e epistemológica, conforme descrito no Quadro 2:

Quadro 2: Empoderamento matemático

Tipo de Empoderamento	Características
Matemático	Ampliar a linguagem e a capacidade em manipular elementos matemáticos. É um empoderamento do domínio conceitual.
Social	Utilizar a matemática como ferramenta facilitadora para o estudo e o trabalho.
Epistemológica	Aumentar a confiança em si próprio, não apenas em matemática, na medida em que o sujeito se percebe detentor de um “senso de poder de criação e validação de conhecimento”.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Ernest (2002)

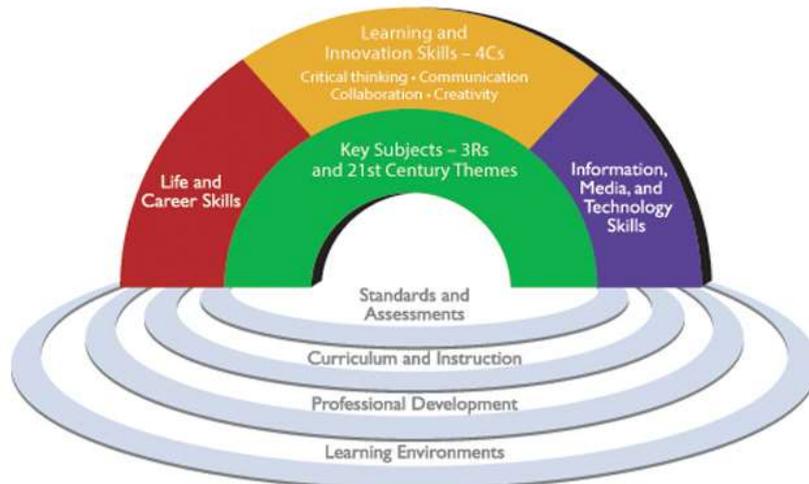
É notável que essa preocupação no melhoramento do ensino de matemática conduz a um caminho de empoderamento, qual seja de municiar o sujeito com conhecimento (proficiência, desempenho em diferentes atividades, entre outros) que ninguém o subtrai. Dessa forma, o permite interagir no mundo de maneira ímpar a partir de suas interpretações, análises, conjecturas, entre outros (criatividade e motivação), contribuindo para seu desempenho profissional, em seu lar e no planeta, conforme preceitua a BNCC (BRASIL, 2017), no cenário nacional, e instituições como Unesco e a OCDE no cenário internacional.

Tão logo haja um aprendizado em matemática, isto é, um empoderamento ligado às três frentes expostas no quadro 2, o sujeito adquire maior potencial crítico e de capacidade de interpretação da vida em seus afazeres profissionais e cotidianos, lida com símbolos matemáticos de forma competente e, sobretudo se percebe capaz de fazer matemática. Destaca-se ainda que o empoderamento social engloba elementos da vida em coletivo, como o sentimento de pertencimento a diferentes organizações, assumindo o papel de membro intelectual que pensa criticamente para propor soluções aos problemas que surgirem. Ademais, uma boa formação matemática pode proporcionar a alavancagem econômica de uma região, de uma cidade, de um estado, de um país, do globo.

Acerca do impacto que o empoderamento em matemática pode exercer sob o cidadão enquanto força de trabalho e enquanto agente que pode impulsionar a economia, o consórcio norte americano que discute competências necessárias para uma aprendizagem do século XXI, denominado Projeto P21, pontuou alguns pilares

necessários, dentre os quais centra-se a criatividade, conforme esquema apresentado a seguir:

Figura 2: Pilares da educação para o século XXI



Fonte: Disponível em <<http://www.p21.org/our-work/p21-framework>>. Acesso em: 11 set. 2017

Os fundamentos defendidos pelo Projeto P21 preceituam que as competências requeridas para o século vigente devem tornar-se o centro da aprendizagem com vistas ao sucesso do estudante, considerando quatro aspectos fundamentais: a) “*key subjects and 21st century themes*” (assuntos-chave e temas do século 21) ligados aos conhecimentos de leitura do mundo e interpretação da realidade, envolvendo conceitos econômicos, cívicos, entre outros; b) “*life and carrer skills*” (habilidades de vida e carreira), que estão ligados à responsabilidade, liderança, adaptabilidade a diferentes cenários e situações, iniciativas, entre outros; c) “*information, media and technology skills*” (habilidades de informação, mídia e tecnologia), que dizem respeito à inserção das pessoas no campo tecnológico em geral; e d) “*learning and innovation skills*” (habilidades de aprendizagem e inovação), que se referem a: i) comunicação; ii) colaboração; iii) criatividade e inovação; e iv) pensamento crítico e resolução de problemas – o que muito se assemelha ao que autores de criatividade em matemática defendem acerca da necessidade de haver cada vez mais uma população criativa de modo a acompanhar o progresso nas diferentes áreas de hoje.

Acerca do quarto aspecto pontuado pelo Projeto P21 (item d), que trata de criatividade e inovação (subitem iii) e pensamento crítico e resolução de problemas (subitem iv), destaca-se o Quadro 3:

Quadro 3 – Descrição de alguns elementos de educação para o século XXI pelo Projeto P21

CRIATIVIDADE E INOVAÇÃO	
Pensar criativamente	<ul style="list-style-type: none"> - Usar uma gama de técnicas de criatividade; - Criar ideias novas e válidas; - Elaborar, refinar, analisar e avaliar as próprias ideias para melhorar e maximizar os esforços criativos.
Trabalhar criativamente com outros	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver, implementar e comunicar novas ideias para os outros de forma eficaz; - Estar aberto a novas e diferentes perspectivas; - Demonstrar originalidade e invenções no trabalho e entender os limites do mundo real, adaptando as ideias quando necessário; - Visualizar as falhas como oportunidade de aprendizagem; - Entender que a criatividade e inovação é um processo cíclico.
Implementar inovações	<ul style="list-style-type: none"> - Tomar as ideias criativas de modo a fazê-las tangíveis e úteis para contribuir no campo de atuação.
PENSAMENTO CRÍTICO E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	
Método efetivos	<ul style="list-style-type: none"> - Usar vários tipos de métodos (indutivos, dedutivos, etc.) de acordo com cada situação; - Usar sistemas de pensamento; - Analisar como partes de um todo interagem com outras partes de modo a produzir resultados a partir de sistemas complexos.
Fazer julgamentos e tomar decisões	<ul style="list-style-type: none"> - Analisar e avaliar efetivamente evidências, argumentos, objetivos e crenças; - Analisar e avaliar os principais pontos de vista; - Sintetizar e fazer conexões entre informações e argumentos; - Interpretar informações e propor conclusões baseadas na melhor análise; - Refletir criticamente acerca dos processos e experiências de aprendizagem.
Resolver problemas	<ul style="list-style-type: none"> - Resolver diferentes tipos de problemas não-familiares de maneira convencional ou inovadora; - Identificar e propor questionamentos significantes que esclareçam pontos de vista e conduzam a melhores soluções.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de material disponível em: < http://www.p21.org/storage/documents/docs/P21_Framework_Definitions_New_Logo_2015.pdf >. Acesso em: 11 set. 2017

O conjunto de descritores indicados no Quadro 3 vão ao encontro de autores especialistas em resolução de problemas, como Polya (1994) e Shoenfeld (2013). Isso reforça a importância da criatividade em matemática, bem como sugere uma aproximação ao pensamento crítico.

Uma política curricular que merece destaque é a que vem sendo executada pelo governo da Austrália, que tem incentivado práticas pedagógicas para nutrir o

pensamento crítico e criativo dos estudantes a partir de problemas que os estimulem a pensar colaborativamente, com racionalidade e análise de diferentes variáveis⁴.

Kanhai e Singh (2014) apresentaram três formas diferentes para caracterizar a manifestação da criatividade em matemática: (a) abstração; (b) conexão; e (c) pesquisa. Esta, a pesquisa, é mais intuitiva e é caracterizada pela investigação no campo da matemática, seja pura ou aplicada. Diz respeito a quem produz conhecimento novo na matemática, como as produções no âmbito da pós-graduação nesta área.

Quanto à abstração, relaciona-se à criação de modelos que possam explicar recortes do mundo real a partir das ferramentas matemáticas que já estão disponíveis. É como uma tese que tende a explicar a matemática a partir de um modelo preditivo que resulte em uma equação. Nesse exemplo pode não ter havido a produção de conhecimento matemático novo, mas terem sido utilizados elementos matemáticos para criação de um modelo.

Finalmente para os autores Kanhai e Singh (2014, p. 6), as conexões referem-se a

ferramentas matemáticas para aplicarmos a novos problemas, permitindo que os problemas sejam vistos de uma nova maneira. Conexões são também feitas quando conhecimentos matemáticos se juntam a outras áreas (interdisciplinaridade) para entender e resolver uma variedade de áreas.

As duas primeiras formas de relacionar a criatividade e a matemática, conforme afirmam os autores, manifestam-se predominantemente no campo da atuação profissional dos matemáticos ou daqueles que usam conhecimento matemático avançado em suas atividades. A terceira forma, no entanto, denominada por “conexões”, traz a matemática para o âmbito das diversas ocupações e para o cotidiano das pessoas, podendo ser expressa, por exemplo, pela matemática que é objeto de estudo na educação básica.

As discussões em torno do tema criatividade em matemática, em especial voltadas para seu estímulo junto aos estudantes da educação básica, buscam

⁴ Disponível em:

<<https://www.google.com/search?q=creative+and+critical+thinking+south+australian+curriculum&oq=creative+and+critical+thinking+south+australian+curriculum&aqs=chrome..69i57.17178j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

explicitar as formas de como as “conexões” podem ser exploradas em sala de aula. Entretanto, é possível que a abstração também possa surgir, embora naturalmente recaiam em modelos mais simples e de menores proporções. Afinal, a criatividade em abstração e em pesquisa será realizada mais à frente a partir das escolhas profissionais que cada um adotar para suas vidas. De pequenas realizações surgem ideias que poderão mais a frente serem consideradas como grandes inovações. Beghetto e Kaufman (2007) pontuaram acerca dos diferentes níveis de criatividade, os quais serão apresentados e discutidos na seção seguinte.

Kanhai e Singh (2014, p. 6) ainda destacaram que são necessárias pessoas de “alta criatividade em matemática que possam resolver não só problemas matemáticos de forma criativa, mas também os problemas de outros campos, aplicando ideias criativas de matemática”. Importante destacar que os autores clamam por pessoas de alta criatividade em matemática e não por matemáticos. Isto é, em diferentes áreas, e até mesmo no exercício do dia a dia, pode-se encontrar pessoas criativas em matemática. Outro ponto que vale frisar é o fato de que na criatividade, em qualquer das diferentes formas citadas pelos autores (abstração, conexão e pesquisa), faz-se necessário o envolvimento com a tarefa matemática (motivação) e conhecimentos do campo da matemática.

Muitos pesquisadores se dedicaram a investigar relações entre a criatividade, a motivação e o desempenho no campo da matemática, tais como Havold (2016), Kattou *et al.* (2013) e Petrovici e Havârneanu (2015). E, parece ser consenso o fato de a criatividade estar associada à motivação, seja ela intrínseca ou extrínseca e também ao *background* que cada indivíduo possui em um campo específico do conhecimento (ALENCAR; FLEITH, 2003a; LUBART, 2007). Além disso, a motivação do estudante no campo específico da matemática parece ser importante, pois avançar na compreensão de conceitos matemáticos quando essa disciplina é vista como uma matéria desinteressante torna-se pouco provável, assim como é necessário ter conhecimento matemático para criar nessa área, visto que também é pouco provável apresentar diferentes soluções a partir de algo que pouco se sabe.

Um exemplo que conecta as três variáveis que se configuram alvo desta pesquisa pode ser encontrado no trabalho de Haavold (2016). Esse autor realizou uma pesquisa com 307 estudantes, com idades entre 15 e 16 anos e averiguou que tanto a motivação em matemática como a proficiência em matemática são preditoras de

criatividade em matemática. Exemplos similares a esse podem ser encontrados nos trabalhos de Kattou *et. al.* (2013) e Sriraman (2005).

Mann, em 2005, a partir de sua pesquisa de doutorado, buscou responder a uma série de questionamentos relacionados à criatividade em matemática a partir de uma investigação com 89 estudantes da sétima série de uma escola suburbana de Connecticut. Seus achados colaboraram com a literatura científica e serviram para defender que a motivação e o conhecimento possuem impacto quando se trata do desenvolvimento criativo.

Em seguida, serão apresentados elementos ligados às variáveis que constituem objetos de investigação desta pesquisa.

2.2 Criatividade em matemática

Diversos trabalhos como de Kwon, Park e Park (2006), Leikin e Pantazi (2013), Nadjafikhaha e Yaftiam (2013), Pinheiro e Vale (2013) e Valdés (2010), defendem a necessidade e a importância de se promover uma educação matemática preocupada com o desenvolvimento da criatividade. Permitir a criação por parte do aluno é estimular que o mesmo tenha iniciativa frente aos novos desafios desenvolvendo habilidades para resolver problemas a partir dos conhecimentos já construídos, utilizando diferentes estratégias nesse processo e consolidando o seu letramento matemático (UNESCO, 2016), seu empoderamento matemático (ERNEST, 2002), ou ainda, seu pensamento criativo (em matemática), o qual pode se estender a outros domínios

Como explicitado anteriormente, estudos mostram ainda que a criatividade é hoje uma das importantes capacidades que deve ser desenvolvida por meio da educação neste século XXI (P21, 2016; UNESCO, 2006). São as habilidades criativas que possibilitarão ao sujeito pensar de maneira diferente da tradicional, ou seja, pensar a partir de diferentes variáveis que podem estar relacionadas a um mesmo problema, ao que popularmente se diz “pensar fora da caixa”. No campo da matemática, especificamente, é essa competência que auxilia o sujeito a se perceber solucionador de diferentes problemas demandados pelo mundo de hoje (KANHAI; SINGH, 2017; MANN, 2005).

Sobre essa criatividade específica, vale destacar o que fora pontuado por Tobias (2004), ao defender que o uso de estratégias para o desenvolvimento da

criatividade em matemática tem colaborado para a superação da ansiedade envolvida no processo de aprendizagem dessa área do conhecimento, bem como essa se faz importante para o desenvolvimento da economia, em novos negócios, em novos trabalhos e para a inovação nas mais diversas áreas. Consoante a esse entendimento, é possível inferir que essa criatividade, para além das características ligadas à matemática, pode vir a estimular a maneira pela qual o sujeito se relaciona com os outros campos do conhecimento e com o mundo em que vive.

No mesmo raciocínio, cabe citar Beghetto e Kaufman (2007) e Leikin e Pantazi (2013), que propuseram o entendimento da criatividade *mini c* e criatividade relativa, respectivamente. Esses construtos tornam-se complementares, reforçando o entendimento da existência de um nível de criatividade intrapessoal que pode favorecer o aprendizado na medida em que o sujeito descobre aparatos novos para si, ainda que não os sejam para o grande público.

Dessa maneira, a criatividade relativa ou *mini c* podem estar associadas ao desenvolvimento conceitual da matemática para o indivíduo, sobretudo incrementando o conhecimento daquele que cria, que por sua vez, tende a conquistar maior proficiência em matemática, na medida em que internaliza conhecimento. Isso pode contribuir também para uma elevação de sua motivação em matemática uma vez que o indivíduo se percebe como protagonista no processo de fazer matemática em suas próprias tomadas de decisões, de elaboração de conjecturas, definição de estratégias, etc.

Ademais, existem indícios de que a criatividade em matemática possui uma correlação positiva com o que se denomina por motivação em matemática. Sujeitos que demonstram maior motivação tendem a se arriscar mais e, assim, propõem soluções não usuais, o que significa em muitos casos, ser criativo em matemática, como mencionado por Grégoire (2016) e Kanhai e Singh (2017).

Embora haja um número crescente de estudos sobre criatividade em matemática, não há uma definição única para esse construto. Diversos pesquisadores se concentraram nessa tarefa, como Ervynck (1991), Gontijo (2007), Haylock (1987), Kattou *et al.* (2013), Krutestkii (1976), Laycock (1970), Lee, Hwang, Seo (2003), Lev-Zamir e Leikin (2013), Livne e Milgran (2000, 2006), Mann (2005) e Sriraman (2005).

Como exemplo de definições, vale citar Laycock (1970), quem definiu a criatividade matemática como uma habilidade para analisar problemas de diferentes perspectivas, a fim de gerar respostas múltiplas. Outra proposição de definição foi

apresentada por Eryvynck (1991), que argumentou que a criatividade na matemática não se desenvolve "no vácuo" (p. 42), mas a partir de uma combinação de elementos conhecidos e desconhecidos.

Os estudos de criatividade no campo da matemática têm seu marco a partir de trabalhos de Poincaré no início dos anos 1900, segundo relatos de diversos pesquisadores como, Aiken (1973), Fonseca (2015), Gontijo (2007), Gontijo, Carvalho, Fonseca e Farias (2019), Gontijo e Fonseca (2020), Hadamard (1954), Livne e Milgran (2000, 2006), Mann (2005), Nadjafikaha e Yaftian (2013), Sriraman (2004) e outros.

Poincaré notou empiricamente que o trabalho inconsciente é uma fase importante do processo criativo. Tomando a própria experiência como fonte de inspiração, percebeu que as ideias surgiam durante, ou após, um período inconsciente de "relaxamento". Esse período ocorria após momentos de trabalho concentrado, com plena consciência da ação desenvolvida, indicando que o funcionamento cerebral continuava inconscientemente trabalhando nas combinações de ideias, mesmo que ele não estivesse conscientemente envolvido no estudo ou trabalho. Esse autor afirmou que no processo de pensamento matemático muitas ideias surgem e o processo de seleção e, portanto, a escolha de ideias úteis e novas a serem usadas está relacionada ao ato de criar. A ênfase, nesse caso, foi dada à criatividade como uma escolha entre ideias que surgem ao longo do processo de pensamento daqueles que procuram resolver um problema.

A experiência relatada por Poincaré guarda grande similaridade com as descrições de Wallas (1926) acerca de etapas do processo criativo. Wallas descreveu esse processo indicando 4 etapas: (a) preparação – que pode ser descrita resumidamente como o espaço para a "definição da questão, observação e estudo" (NAKASA, 2011, p.1). É o momento para se explorar caminhos, estratégias e conhecimentos que são necessários para se resolver o dado problema; (b) incubação – que consiste no espaço para "descanso" consciente acerca daquilo que se debruçou na fase anterior. O cérebro continua na busca por associações ainda que o indivíduo se dedique a outras tarefas; (c) *insight* – que pode ser ilustrado pelo termo "Eureka". Refere-se ao produto gerado como resposta, à ideia nova; e (d) verificação de ideias – fase em que as ideias concebidas são analisadas para verificar pertinência, novidade e utilidade.

Aiken (1973) dizia que o fazer matemática implica na necessidade do pensamento criativo, conquanto esse pode ser obtido a partir de conhecimento e habilidades de abordagens inovadoras e de combinar ideias de diferentes formas para resolver problemas. Tal concepção pôde ser corroborada anos depois por Leikin e Pantazi (2013) ao ponderar que a criatividade relativa é algo importante para que o estudante vivencie o cotidiano de um matemático profissional, guardadas as devidas proporções, no que se refere a criar matemática a partir de suas observações e análises. Assim, permitir que o estudante possa ter momentos como de incubação e de *insight* pode ser uma alternativa para que o mesmo faça matemática. A ausência de tempo para essas fases durante o cotidiano escolar é um dos fatores de dificuldade para se compor um ambiente favorável à criatividade em sala de aula.

Importante contribuição ainda advém de Haylock (1997), que propôs uma conceituação de criatividade em matemática, destacando que para ser criativo é necessário conhecimento sólido no campo de domínio, ou seja, em matemática, e de flexibilidade de pensamento. Outros autores também propuseram conceituações para criatividade em matemática e embora haja certa convergência entre esses, alguns aspectos se diferenciam em suas formulações. Um exemplo é o conceito proposto por Gontijo (2007), quem pontuou que criatividade em matemática é

a capacidade de apresentar diversas 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). Esta capacidade pode ser empregada 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, 2007, p. 37).

Logo, aquilo que é denominado criatividade em matemática parece ser considerado de grande valia quando o que se espera é capacitar o sujeito para a vida em sociedade, encorajando a liberdade de pensamento e o poder de construir novas ideias. E é essa a concepção de criatividade adotada para o desenvolvimento da presente pesquisa.

Ressalta-se que, ao fazer referência à criatividade em matemática, alguns elementos da teoria geral da criatividade devem ser considerados tanto para a realização de atividades que favoreçam o seu desenvolvimento quanto para avaliar em que extensão essa criatividade foi ampliada. Nesse sentido, três características

do pensamento criativo devem ser consideradas no estudo da criatividade em matemática: fluência, flexibilidade e originalidade. Essas se caracterizam:

pela abundância de ideias 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) (GONTIJO, 2007, p. 37).

Definição essa que foi corroborada e ratificada por Fonseca (2015) e Leikin (2009), dentre outros autores, acerca de que a

fluência, cabe definir, é a capacidade em se gerar múltiplas ideias, múltiplas soluções, para a resolução do problema; flexibilidade se relaciona à 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 (FONSECA, 2015, p. 46).

Considerando a criatividade em matemática como a capacidade de gerar múltiplas respostas e/ou múltiplos caminhos para resolução de um mesmo problema, a mesma pode ser analisada a partir de seus traços latentes, tais como fluência, flexibilidade e originalidade.

Para que esses traços do pensamento criativo se manifestem, a motivação tem papel fundamental e, portanto, há uma necessidade de buscar imprimir a motivação em matemática como um dos elementos para que o indivíduo seja criativo neste campo do saber. Aliás, motivação e expertise são elementos da criatividade em matemática (GONTIJO, 2007; GRÉGOIRE, 2016).

2.3 Motivação em Matemática e Criatividade em matemática

Em diferentes modelos teóricos que buscam explicar o fenômeno da criatividade, como a Teoria do Investimento em Criatividade (STERNBERG; LUBART, 1991), o Modelo Componencial de Criatividade (AMABILE, 2012) e a Perspectiva de Sistemas de Criatividade (ALENCAR; FLEITH, 2003a, CSIKSZENTMIHALYI, 1999), um elemento comum é a motivação, em especial a motivação intrínseca (FONSECA, 2015; GONTIJO, 2007).

Por motivação intrínseca entende-se a vontade e a satisfação que o indivíduo possui em se envolver com a tarefa, independente de reforços externos como premiações e/ou bonificações (ALENCAR; FLEITH, 2003b); enquanto que por

motivação extrínseca, refere-se ao desejo de executar determinada tarefa dado um objetivo externo como uma premiação/bonificação, o que se traduz no desejo de obter algo a partir do cumprimento de uma tarefa.

No que diz respeito à motivação intrínseca o indivíduo se motiva, ou não, dado seu interesse em determinadas áreas e/ou tarefas. Logo, não há que se dizer em propor tarefas “intrinsecamente interessantes” (ALENCAR; FLEITH, 2003b, p. 5). E, portanto, é sobre a motivação extrínseca que, em geral, pesquisas em educação matemática tem buscado contribuir na medida em que investigam maneiras de tornar o estudante mais motivado em matemática sem, no entanto, propor bonificação.

É importante ressaltar que a combinação entre as duas formas de motivação é algo que pode fortalecer a criatividade, pois em uma alternância entre os modos de motivação (intrínseca x extrínseca) o indivíduo pode ser estimulado a se manter motivado por mais tempo, o que contribuirá para sua maior dedicação e envolvimento com a área e/ou tarefa que deve cumprir. E é sobre nutrir a motivação do estudante que pesquisadores têm procurado observar correlações entre motivação em matemática e criatividade em matemática.

Segundo e Grégoire (2016) e Kanhai e Singh (2017), dentre outros, motivação em matemática parece ser elemento necessário para que o sujeito se arrisque na tomada de decisões para apresentar ideias não usuais e assim se envolva em possibilidades de construção de respostas criativas.

Um programa de estímulo à criatividade no campo da matemática foi estruturado por Petrovici e Havârneanu (2015). Esse programa contou com a participação de estudantes com idades entre 10 e 12 anos de uma escola urbana em Iasi, Romênia. Tratou-se do desenvolvimento de uma atividade extracurricular que contava com *workshops* semanais a partir de diferentes tipos de problemas escolhidos criteriosamente para esse fim. Os autores relataram que a maior dificuldade para o desenvolvimento dos estudantes nesse programa fora a falta de motivação, visto que era uma atividade extra. No entanto, houve rendimento positivo de todos os estudantes a partir de atividades que promoviam a motivação, o que contribuiu para reforçar como estudantes motivados em matemática podem estar mais propícios a manifestar seus fazeres nessa área de saber. Os autores defenderam que atividades como as realizadas em seus experimentos servem, sobretudo, para estimular inicialmente a motivação extrínseca. Nesse aspecto, a presente pesquisa, em especial, se aproxima do que fora proposto por esses autores.

A partir de uma pesquisa realizada com 100 estudantes brasileiros oriundos de uma escola privada, matriculados no último ano do ensino médio, Gontijo (2007) buscou compreender as relações de criatividade em matemática e motivação em matemática dentre outros fatores. Com a aplicação de instrumentos específicos, tais como escala de motivação em matemática e teste de criatividade em matemática, o autor encontrou correlações positivas e significativas entre as duas variáveis em discussão.

Vale frisar que Gontijo (2007) compreendeu a motivação em matemática, em sua pesquisa, como um rol de hábitos e costumes, quais sejam

estudar frequentemente Matemática; dedicar tempo para estudos; resolver problemas; criar grupos de estudo para resolver exercícios de Matemática; pesquisar informações sobre Matemática e sobre a vida de matemáticos; persistência na resolução de problemas; elaborar problemas para aplicar conhecimentos adquiridos; explicar fenômenos físicos a partir de conhecimentos matemáticos; realizar as tarefas de casa (resolver exercícios em casa); relacionar-se bem com o professor de Matemática; participar das aulas com perguntas e formulação de exemplos e cooperar com os colegas no aprendizado da Matemática (p. 138).

E com base nesse conceito compreende-se motivação em matemática, para esta investigação, como a disposição que o sujeito possui de empreender hábitos e costumes junto à matemática, na medida em que estuda matemática, sozinho ou em grupo; que pensa e reflete sobre a matemática e suas diferentes aplicações e em meio a variados contextos; e que faz matemática, seja dentro ou fora da escola.

E ao mesmo tempo em que diferentes investigações advogam ser a motivação em matemática detentora de papel importante na criatividade em matemática, o conhecimento de domínio também é mencionado. A literatura o apresenta por meio de diferentes termos como expertise, conhecimento, aprendizagem e proficiência.

2.4 Desempenho em Matemática e Criatividade em matemática

O termo proficiência é constantemente mencionado na mídia (IPM, 2018; OCDE, 2019), associado a escores que são alcançados em diferentes avaliações de larga escala, como se percebe nas escalas de proficiência do Saeb, por exemplo (BRASIL/INEP, 2018). Essas, objetivam por meio de medidas, apresentar traços latentes que representam o aprendizado escolar do sujeito, o que permitem serem

utilizadas para orientar o docente quanto aos conhecimentos desenvolvidos, ou não, pelos estudantes.

Assim, pode-se dizer que proficiência se refere a uma medida que “representa um determinado traço latente (aptidão) de um aluno”⁵. E, dessa forma, a proficiência pode ser aferida em diferentes áreas de saber. Para esta pesquisa, considera-se a proficiência específica no campo da matemática como a capacidade não só de demonstrar a aprendizagem de conceitos matemáticos como a capacidade de se aplicar tais conhecimentos em diferentes problemas. E, nesta pesquisa, a proficiência foi coletada a partir do desempenho dos estudantes em testes de matemática. Portanto, adotou-se o termo desempenho em matemática como sinônimo de proficiência em matemática para a escrita dessa tese.

Seja por teorias de criatividade ou por teorias de criatividade em matemática, fato é que parece ser consenso entre os autores a necessidade de se conhecer o domínio em que se observa a criatividade (ALENCAR; FLEITH, 2003a; LUBART, 2007), visto que para que alguém pense e proponha algo novo e útil em algum campo de domínio, o mesmo deve conhecer acerca da área em que se cria, ou seja, possuir conhecimento na área.

Embora algumas pesquisas mantenham o foco apenas na criatividade em matemática, muitos pesquisadores da atualidade têm considerado investigar tal temática associada à aprendizagem (desempenho) em matemática. Grégoire (2016), por exemplo, destaca explicitamente que motivação e *expertise* (conhecimento, desempenho) são elementos da criatividade no campo da matemática.

Acerca da relação entre a criatividade em matemática e o desempenho nessa área de saber, Bahar e Marker (2011) encontraram correlações positivas e significativas, assim como Mann (2005) e Walia (2012). As conclusões obtidas pelos autores se aproximam das intenções desta pesquisa, ampliando a relação de trabalhos que têm sido estruturados para investigar as correlações entre criatividade, motivação e desempenho em matemática.

Walia (2012), por sua vez, conduziu um experimento interessado em examinar a relação entre criatividade em matemática e o conhecimento em matemática em

⁵ Disponível em: <<http://www.portalavaliacao.caeduff.net/pagina-exemplo/medidas-de-proficiencia/>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

alunos da escola de Kurukshetra, na Índia (etapa escolar equivalente ao 8º / 9ª ano do ensino fundamental brasileiro). Assim, a partir de uma amostra composta por 99 garotos e 81 garotas selecionados randomicamente, o pesquisador encontrou uma ocorrência de correlação significativa entre as duas variáveis em análise.

Outro estudo com vistas a investigar as relações entre criatividade em matemática e conhecimento em matemática, foi realizado, por sua vez, por Kattou *et al.* (2013). Os autores coletaram dados de 359 estudantes das séries 4, 5 e 6, no equivalente ao ensino fundamental brasileiro, em Nicosia, Chipre. Após a aplicação de testes de habilidades matemáticas e de criatividade em matemática, foi encontrada correlação positiva e significativa entre as duas variáveis. A partir de uma análise fatorial, o estudo sugeriu ainda que a criatividade em matemática é um subcomponente das habilidades matemáticas. Nesse caso, reforçando uma ligação direta entre criatividade e desempenho em matemática.

Dessa maneira, tomando que a criatividade é uma característica necessária para o cidadão do século XXI e, que ela auxilia no fazer matemática conforme discutido neste trabalho, o uso de técnicas de desenvolvimento de criatividade se torna elemento importante a ser incluído na organização do trabalho pedagógico com os estudantes, tendo em vista a ênfase que estas dão à geração de novas ideias para resolver diferentes problemas.

2.5 Técnicas de criatividade como parte integrante das estratégias de estímulo à criatividade em matemática

Em um levantamento bibliográfico, Bianchi (2008) catalogou mais de 250 técnicas de criatividade a partir da literatura que poderiam ser trabalhadas com estudantes de arquitetura, mostrando não serem escassas as propostas para este fim. Essa autora apresentou, à ocasião, quatro métodos de estimular a criatividade, cada um contemplando um conjunto de técnicas:

- Métodos para Definição do Problema: apoiam as etapas de análise, redefinição e todos os aspectos associados à definição clara de um problema;
- Métodos de Geração de Ideias: estimulam o processo divergente de gerar ideias;
- Métodos de Seleção de Ideias: apoiam o processo convergente de julgamento e escolha da melhor solução dentre as encontradas;
- Métodos de Verificação de Ideias: contribuem na revisão e análise crítica da ideia selecionada, buscando aplicar melhorias (BIANCHI, 2008, p. 48).

Vale ressaltar que existem técnicas de criatividade que podem ser utilizadas de maneira individual e existem técnicas para uso coletivo. Nesta pesquisa, perpassando pelas quatro categorias, buscou-se técnicas que pudessem contribuir para com o estímulo à criatividade em matemática a partir de situações distintas, isto é, buscou-se técnicas que pudessem compor as estratégias de estímulo à criatividade em matemática que foram adotadas nas aulas preparadas para o grupo experimental da pesquisa.

Ao todo, foram utilizadas onze técnicas de criatividade no decorrer das aulas de matemática que contavam com estratégias de estímulo à criatividade, a saber: (1) *Brainstorming*; (2) *Braindrawing*; (3) *Brainwritting*; (4) Lista de atributos; (5) *Check-list*; (6) Reelaboração de tarefas; (7) Scamper; (8) E se...; (9) Relações forçadas; (10) Usos alternativos; e (11) Dramatização.

As técnicas *Brainstorming*, *Braindrawing* e *Brainwritting* pertencem a um mesmo grupo, visto que são similares em sua concepção, diferindo apenas no modo como as ideias geradas são registradas. *Brainstorming*, ou em português tempestade de ideias, trata-se de uma estratégia de estímulo à criatividade que trabalha com a geração de muitas ideias, contribuindo para o aprimoramento da fluência, por meio da oralização (CONKLIN; DACEY, 2004). A partir de determinado tema (problema), as pessoas devem gerar ideias diferentes como resposta. É esperado que sejam geradas muitas ideias dentro do grupo e que algumas dessas inspirem novas ideias em outros. Também é importante para essa técnica um ambiente livre de punições e de crítica, de modo que os participantes possam se sentir livres para criar (WESCHSLER, 1998). É importante seguir quatro regras básicas: (a) sem críticas, de maneira a propiciar clima agradável e de liberdade para os participantes; (b) quantidade, visto que o propósito dessa técnica é de se alcançar grande número de ideias; (c) geração em cadeia, o que se refere ao fato de que ideias listadas podem e devem servir para geração de novas ideias; e (d) mutação e combinação, maneira de se combinar ideias

listadas ou mesmo de aprimorá-las (BIANCHI, 2008; CONKLIN; DACEY, 2004; WECHSLER, 1998).

O *Braindrawing* e o *Brainwritting* são variações do *Brainstorming*. O que muda é que, em vez de os participantes oralizarem suas ideias para que alguém as registre, os mesmos registram seus pensamentos por meio de desenhos ou por meio de palavras e/ou frases, respectivamente. Fator positivo dessas técnicas em relação ao *Brainstorming* é que pessoas tímidas podem se sentir mais confortáveis para apresentar suas respostas no papel em vez de falar em voz alta em meio a um grande grupo.

Outra técnica de criatividade é a lista de atributos. Essa, consiste em observar minuciosamente um produto ou processo, de modo a identificar características, ou melhor, atributos. Envolve um processo de partição do produto ou processo em análise em unidades menores, o que contribui para enxergar mais detalhadamente o que está em observação. Trata-se de inventariar os atributos observados para que se possa reinventar o produto ou processo, ou como utilizá-los melhor. Três grandes fases caracterizam essa técnica: (a) listar os atributos identificados; (b) modificar os atributos de diferentes maneiras; (c) transferir os atributos modificados para outras situações.

O *check-list* é similar à lista de atributos, mas nessa variação da técnica, pode-se apresentar uma lista de atributos já identificados e “forçar” que os participantes reflitam entre cada atributo listado e o objeto analisado.

A “reelaboração de tarefas” e o “e se...” podem ser percebidas como parte integrante da técnica denominada por *Scamper* (em inglês). Uma adaptação desse acrônimo para a língua portuguesa seria Scamcea, que significa S – Substitua, C – Combine, A – Adapte, Aumente ou Arrume, M – Modifique, C – Coloque outros usos; E – Elimine; e A – Arranje. O Quadro 4 traz as descrições de cada fase, de acordo com Wechsler (1998):

Quadro 4: Descrição do Scamper (em português, Scamcea)

SCAMCEA		
S	Substitua	Que outro lugar? Outra pessoa? Outro nome? Outro material? Outro processo? Outra hora?
C	Combine	Que tal juntar? Combinar ideias? Lugar? Fazer conjuntos? Combinar unidades? Combinar propósitos? Combinar materiais? Combinar interesses? Combinar conceitos?
A	Adapte	O que mais em lugar disto? O passado oferece paralelo? Que outras ideias isto me sugere? Como posso adaptar em outra situação?
	Aumente	Mais? Maior? Mais largo? Mais frequente? Mais qualidade?
	Arrume	Arrumar ou refazer a ordem? Outra sequência? Outro plano? Outro ritmo? Outro esquema?
M	Modifique	Alterar a cor? Som? Sabor? Forma? Movimento? Qualidade? Significado? Cheiro? Emoção?
C	Coloque outros usos	Outros propósitos? Outras maneiras de usar? Outras utilidades? Outros lugares para usar? Outras pessoas para alcançar?
E	Elimine	Remover? Omitir? Cortar parte ou todo? Diminuir? Subtrair? Reduzir? Condensar? Mais baixo? Mais leve? Dividir?
A	Arranje	Pôr ao contrário? Cabeça para baixo? Do lado ao avesso? De perfil? De fora para dentro?

Fonte: Wechsler (1998, p. 234)

Por sua vez, a técnica de relações forçadas, ou do objeto-foco como mencionada por Bianchi (2008), refere-se a propor associações que envolvam atributos e qualidades entre dois objetos não comumente relacionados. Em geral, se seleciona um objeto inicial e esse deve ser contrastado com um segundo objeto “estranho”.

Pensar sobre usos alternativos para um mesmo objeto é outra técnica de estímulo à criatividade que foi utilizada na pesquisa. Segundo Conklin e Dacey (2004),

essa é uma técnica ligada ao desenvolvimento de originalidade. Está associada a explorar diferentes possibilidades a partir do mesmo processo ou produto, no caso desta pesquisa, a partir do mesmo problema. Os autores oferecem um exemplo ligado à matemática. Apresentam que a função $y = 5x + 2$ poderia ser pensada no contexto real e não apenas de maneira gráfica. Dessa forma, oferecer diferentes significados para essa função seria uma forma de usos alternativos para a mesma. Ela poderia representar cotação de algum tipo de transporte, o valor a ser cobrado por um prestador de serviços, entre outros.

A última técnica utilizada nesta pesquisa foi a dramatização. Essa consiste na atuação, no uso da mímica, da dança, do canto. Trata-se de oferecer aos participantes momentos para uma criação de improviso que utilize uma expressão corporal. A partir de uma “imersão em dado personagem”, o participante pode ver algo a partir de um olhar diferente do tradicional. O objetivo é a liberdade de pensamento. E assim, tendem a aumentar a concentração, o vocabulário, o senso de humor, etc. Ademais, pode contribuir para diminuir a timidez, quando esse é o caso.

As aulas oferecidas ao grupo experimental desta pesquisa foram baseadas em técnicas de criatividade provocadas a partir da proposição de diferentes problemas matemáticos. Ou seja, os problemas nutriam o desejo dos estudantes pela busca de uma solução e as técnicas de criatividade eram apresentadas como forma de produzir diferentes ideias que pudessem conduzir a variadas estratégias de solução, ou mesmo soluções diversas. Na seção seguinte se apresenta essa perspectiva de utilização de problemas como ferramenta para estímulo à criatividade em matemática.

2.6 Problemas como ferramenta didática para estímulo da criatividade em matemática

Dentre as estratégias de estímulo à criatividade em matemática mencionadas por Gontijo, Carvalho, Fonseca e Farias (2019), encontram-se três: (a) resolução de problemas; (b) elaboração de problemas; e (c) redefinição de problemas. Sobre a primeira estratégia, os autores enfatizam o trabalho com problemas abertos, colocando que nem todos os problemas do mundo real são resolvidos por uma imediata aplicação algorítmica, e que nesses casos, a criatividade pode ser uma ferramenta necessária.

Quanto à elaboração de problemas, a tarefa é invertida em relação à primeira estratégia, e com isso novas e diferentes tarefas são demandadas do estudante, como “invenção de critérios de avaliação e tomadas de decisão para mudar de direção como resultado de tal avaliação” (GONTIJO; CARVALHO; FONSECA; FARIAS, 2019). Enquanto que na resolução de problemas os estudantes são levados a propor soluções de problemas matemáticos abertos ou fechados; na elaboração, eles devem propor problemas matemáticos a partir de informações apresentadas sob diferentes formas (textos, gráficos, imagens, etc.) considerando uma variedade de contextos.

Por meio da terceira estratégia apresentada, espera-se que os estudantes possam reorganizar dados e informações a partir da definição de um determinado atributo identificado. Este trabalho colabora com o desenvolvimento da criatividade em matemática dado que a interpretação de uma mesma situação, a partir de diferentes olhares, permite gerar muitas ideias, com diferentes características.

Algo comum a essas três estratégias é que todas estão relacionadas à resolução de problemas, seja buscando a sua solução, a elaboração de novas situações ou a redefinição de elementos envolvidos nas situações apresentadas aos estudantes. Nesta pesquisa o foco maior encontra-se na resolução de problemas.

Contribuições acerca da resolução de problemas são trazidas por Branca (1997), Lester (2013), National Council of Supervisors of Mathematics (NCSM) (1977) e Schoenfeld (2013). As proposições desses autores convergem entre si, com destaque para o que caracteriza uma determinada situação em um problema, isto é, em uma atividade que incita a aplicação de conhecimentos prévios ou a busca de novos conhecimentos para resolver uma situação cuja resposta não pode ser encontrada imediatamente.

Schoenfeld (2013) defendeu que seja difundida entre os alunos uma imagem positiva da matemática, como um campo do conhecimento que vai além de simplesmente operar regras e procedimentos, revelando o seu real sentido que é o de investigar, levantar questionamentos, testar hipóteses e verificar as soluções a fim de discutir a sua pertinência e validade. Segundo o autor:

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).

E assim, dentre tantas classificações diferentes que rotulam a natureza dos problemas matemáticos, existem os problemas caracterizados como abertos, que podem ser considerados como aqueles que ilustram um contexto, mas que invocam não apenas a simples interpretação quantitativa de modo a que essas inspirem à mera aplicação de algoritmos previamente estudados, mas que visam um trabalho heurístico. Isto é, que estimulem o sujeito a construir procedimentos de solução a partir de questionamentos, reflexão, discussão, pesquisa, dentre outros que possibilitem alcançar os objetivos da tarefa (FONSECA, 2014; FONSECA; GONTIJO; SOUZA, 2015; GONTIJO; CARVALHO; FONSECA; FARIAS, 2019, KWON; PARK; PARK, 2006).

Dessa forma, pode-se entender que um problema aberto admite mais de uma resposta correta, o que se torna desafiante aos alunos e que, cuja solução, implica em um trabalho que envolve a prática reflexiva, o levantamento de estratégias, observações, dentre outras características, conforme é reforçado por Schastai e Pedroso (2008, p. 8) que pontuaram que problemas dessa natureza “exigem do aluno um tempo para pensar e arquitetar um plano de ação, uma estratégia”. Tal posição foi reforçada por Sternberg (apud BRITO, 2006, p. 36), que defendeu que “o ensino centrado na solução de problemas propicia o desenvolvimento da inteligência e do pensamento criativo”.

Tal dinâmica ainda vai ao encontro do proposto por Huete e Bravo (2006) ao demonstrarem suas preocupações em construir uma dinâmica que estimule o aluno a pensar (criatividade), e não apenas a fazê-lo seguir algoritmos. O problema pode ser estimulante (motivador) na medida em que coloca o conhecimento estudado em prática, conforme destacou Brito (2006, p. 18). Essa 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”, o qual está também associado a ação do indivíduo que age para propor a solução, matematizando.

Algo pertinente a ser destacado e que se faz necessário à reflexão ora apresentada, versa a respeito do entendimento de heurística. Nesse contexto, Gonçalves (2006, p. 7) destacou 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”. É sob esse aspecto que se buscou ancorar as aulas baseadas em técnicas de criatividade com vistas à resolução de problemas

para o estímulo à criatividade, motivação e desempenho em matemática propostas nesta pesquisa.

Ressalta-se que Polya, já em 1994, apresentava sob o título de heurística moderna o entendimento de que essa consistia, dentre outros elementos, nas operações mentais, na reflexão e na estruturação de diferentes conjecturas que surgem quando um sujeito busca a resolução a um problema. Mais recentemente, Pereira *et. al.* (2002), destacou que o papel da heurística na resolução de problemas é justamente a discussão, o pensamento, a reflexão acerca de métodos que possam ser utilizados e/ou combinados, com o intuito de se construir uma solução não usual. Essas perspectivas estão em conformidade com Fonseca (2015, p. 46), ao pontuar que:

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 integrado com a realidade do mundo, que atua como ferramenta criativa para o entendimento de diferentes problemas de diferentes áreas.

E em face dessa maneira de se conceber a matemática, talvez seja possível nutrir a motivação em relação a essa área do conhecimento na medida em que se utiliza problemas significativos, possibilitando o aprendizado para o estudante. Para isso, o professor, atuando como mediador de conhecimentos, deve promover em sua sala de aula um ambiente motivador de descobertas e investigações, onde diferentes problematizações poderão se converter em conhecimento, aprimorando o raciocínio e a autonomia do discente em situações reais, bem como estimulando a criatividade para a proposição de diferentes soluções, ainda que para o mesmo problema.

Ressalta-se que Kwon, Park e Park (2006) elaboraram um programa que demonstrou potencial para auxiliar o desenvolvimento do pensamento divergente dos alunos a partir de um trabalho com problemas abertos, similar ao que se propõe nesta pesquisa. Muito embora este trabalho possui por ineditismo a proposta em se considerar que toda a tríade criatividade, motivação e desempenho em matemática pode ser estimulada a partir de aulas baseadas em técnicas de criatividade com vistas à resolução de problemas abertos.

Apesar desta pesquisa privilegiar problemas abertos durante as aulas baseadas em técnicas de criatividade, vale considerar que outros tipos de problemas também foram utilizados, pois conforme Bokhove e Jones (2018), não apenas os

problemas abertos podem estimular a criatividade, visto que aqueles classificados como fechados também possuem potencial, ainda que o trabalho interaja de maneira diversa. Contudo, vale registrar que Alencar e Fleith (2003b) pontuaram que para a resolução criativa de um problema, seja ele aberto ou fechado, é preciso a adoção de três passos: a produção de muitas ideias; a busca da melhor solução; e a implementação da ideia. Segundo outros teóricos, encaixa-se ainda uma quarta etapa: verificação da ideia escolhida.

Evidentemente, os problemas, sejam eles abertos ou fechados, são resolvidos de diferentes formas quando se reconhece que existem diferentes caminhos para o fazer, bem como as diferentes motivações e os diferentes conhecimentos que cada indivíduo traz consigo.

CAPÍTULO 3 – MÉTODO

Nesta seção serão apresentadas as estratégias metodológicas adotadas para o desenvolvimento da pesquisa, incluindo as considerações éticas, a caracterização da pesquisa, o detalhamento da amostra, os instrumentos utilizados e os procedimentos adotados para o tratamento e a análise dos dados. Evidencia-se neste capítulo o percurso percorrido pelo pesquisador para o alcance dos objetivos idealizados, bem como os procedimentos necessários para isso.

3.1 Caracterização da Pesquisa

Idealizou-se neste trabalho uma pesquisa experimental, visto o objetivo de comparar o rendimento em dois diferentes grupos ligados à criatividade, à motivação e ao desempenho em matemática. Para tanto, partiu-se de modelos de aulas distintos entre si, um desenvolvido por meio de uma abordagem mais convencional⁶ (turma controle) e outro centrado em aulas baseadas em técnicas de criatividade, isto é, aulas que tinham por propósito valorizar a elaboração de conjecturas, a reinvenção guiada e a heurística decorrente da aplicação de estratégias para encontrar soluções para diferentes problemas (turma experimental).

A pesquisa experimental é um dos delineamentos adotados na pesquisa científica (GIL, 2008). Creswell (2010, p. 36) destacou esse delineamento como destinado a “determinar se um tratamento específico influencia um resultado” a partir da oferta de tratamentos diferenciados entre os grupos. Mais especificamente na área de educação matemática, Fiorentini e Lorenzato (2006) associaram a pesquisa experimental à perspectiva empírico-analítica, que tem por objetivo a produção e testagem de novos materiais e, que muito se alinha à essência desta pesquisa.

Quanto à análise dos dados, o estudo foi concebido a partir de uma abordagem multimetodológica, isto é, utilizando-se da combinação entre métodos quantitativo e qualitativo. A análise quantitativa foi utilizada para comparar os escores obtidos pelos

⁶ Para esta pesquisa, entende-se como abordagem convencional o conjunto de aulas que se compraz predominantemente em aulas expositivas. Nessa abordagem os exercícios e problemas apresentados também são tidos como convencionais, ou seja, que são comumente encontrados em muitos livros didáticos, solucionados a partir de única estratégia e corrigidos pelo professor junto ao auxílio de quadro e pincel.

estudantes nos diferentes instrumentos aplicados ao longo da realização da pesquisa – o que possibilitou a testagem de hipóteses e o estudo correlacional para responder as perguntas de pesquisa evidenciadas neste trabalho. O método qualitativo, por sua vez, foi adotado para proceder com a análise de conteúdo dos diários de bordo e dos registros das rodas de conversa a fim de captar os sentidos presentes nas diversas manifestações.

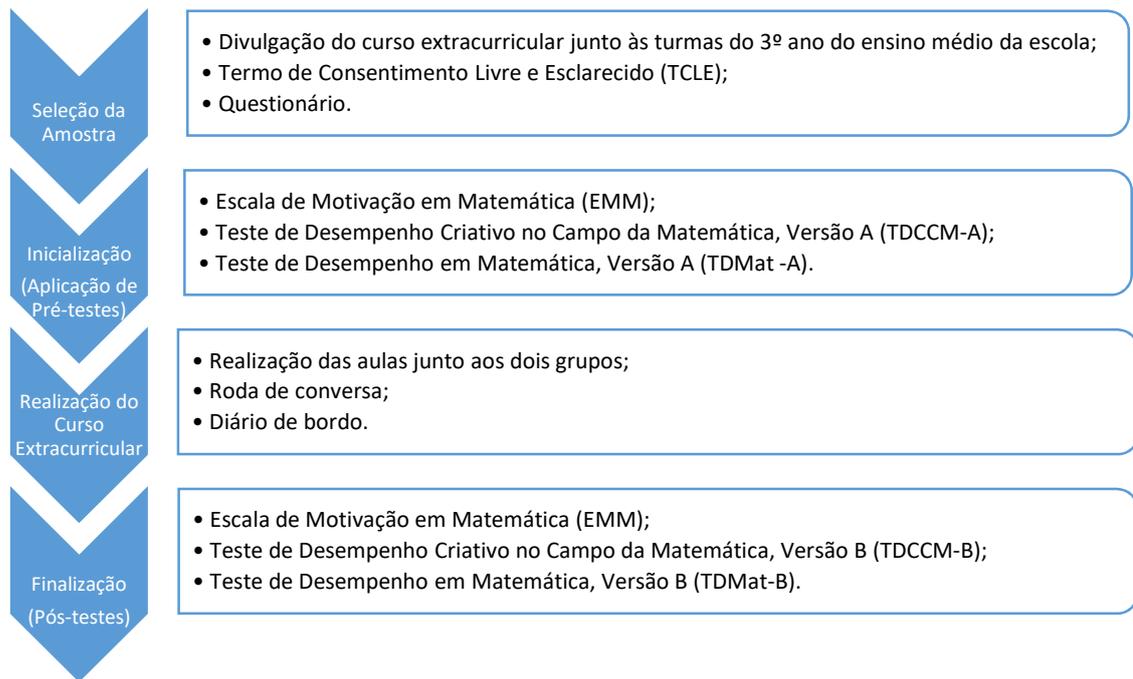
A combinação das abordagens quantitativa e qualitativa “possibilita uma complementaridade dos dados coletados e analisados para a obtenção de informações amplas e abrangentes” (ROSA; OLIVEIRA; OREY, 2015, p. 750). Os autores destacaram a importância deste método misto pontuando que ele “permite que os pesquisadores e investigadores rompam as limitações metodológicas dessas abordagens” (ROSA; OLIVEIRA; OREY, 2015, p. 750), o que se traduz em uma estratégia de triangulação para maior robustez das conclusões que foram produzidas a partir desta pesquisa.

3.2 Levantamento de Amostra e Coleta de Dados

Como mencionado na seção anterior, esta pesquisa se caracteriza por uma abordagem quantitativa na medida em que objetivou analisar os resultados obtidos pelos instrumentos de mensuração de criatividade, motivação e desempenho em matemática, bem como se caracteriza por uma abordagem qualitativa quando se propôs colher junto aos participantes suas impressões acerca da matemática e de todo o trabalho desenvolvido ao longo da pesquisa.

Para melhor explicitação do percurso metodológico adotado quanto ao levantamento de amostra e a coleta de dados no trabalho de campo, segue fluxo de etapas que foram rigorosamente cumpridas junto às respectivas descrições:

Figura 3: Descrição das fases da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor

Em síntese, estas fases tiveram como núcleo um conjunto de aulas que fora composto a partir de uma seleção de conteúdos de matemática, e que foi denominado por “curso extracurricular”. Este curso foi estruturado e ofertado a duas turmas, no qual o primeiro grupo foi submetido a aulas convencionais (grupo controle); enquanto que ao segundo foram ministradas aulas baseadas em técnicas de criatividade estimulando assim o espaço de discussões, inserção de elementos motivacionais e de resolução de problemas abertos (grupo experimental).

Cabe destacar que a escola foi selecionada adotando o critério de conveniência a qual, por sua vez, autorizou a realização da pesquisa tão logo foi apresentado o planejamento que se pretendia colocar em prática. Trata-se de instituição pública de Brasília / DF situada em área ocupada por população de baixa renda.

Quanto à primeira fase – levantamento de amostra –, realizou-se uma pré-seleção de dois grupos. Um anúncio de um curso extraclasse de matemática foi divulgado por entre todas as classes de terceiro ano do ensino médio da escola. As aulas ocorreram no turno contrário das aulas regulares em um total de 8 encontros com duração de 1h 40min cada.

Participaram da pesquisa 41 alunos: 20 alunos compuseram o grupo controle; e 21, o grupo experimental. A média de idade dos participantes foi de 16,90 (dp =

0,81), com idade mínima de 15 anos e máxima de 18. O curso extracurricular foi apresentado como parte de uma pesquisa, e por esta razão foram prestados os devidos esclarecimentos e coletadas assinaturas nos Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), os quais foram elaborados em duas versões: (a) para estudantes; e (b) para pais ou responsáveis (apêndices L e M). Nesta ocasião, também foi aplicado o questionário que tinha por propósito levantar algumas informações adicionais e de interesse da pesquisa (apêndice G).

Na segunda fase – aplicação de instrumentos diagnósticos (pré-testes) – foram aplicados os instrumentos selecionados com o intuito de: (a) conhecer melhor o perfil dos ingressantes em relação à forma como se relacionam com a matemática (motivação - EMM), bem como o nível do desempenho em matemática relativo a conteúdos elementares dessa disciplina (TDMat, versão A); e (b) identificar o nível de criatividade dos estudantes (TDCCM, versão A) para subsidiar comparações com os instrumentos aplicados após conclusão do curso, de modo verificar o contraste em relação aos resultados dos grupos.

Ao prosseguir à terceira fase – concretização do curso –, o pesquisador atuou efetivamente em sala de aula conforme a dinâmica prevista no plano de ensino elaborado para cada grupo. No caso do grupo controle, as aulas foram baseadas em questões convencionais de matemática ligadas ao conteúdo estudado, sem maiores adaptações; enquanto aos estudantes do grupo experimental, o mesmo conteúdo fora trabalhado a partir de aulas baseadas em técnicas de criatividade, estimulando, portanto, o debate e a busca por diferentes questionamentos e soluções, valorizando, portanto, a fluência, a flexibilidade e a originalidade de pensamento.

Os encontros do grupo experimental partiram sempre de um questionamento aberto e que permitia, portanto, a adoção de múltiplos caminhos de resposta e/ou muitas respostas diferentes. A dinâmica das aulas seguiu estrutura comum, composta por (a) Aquecimento; (b) Aproximação com a tarefa; (c) Desenvolvimento da tarefa; (d) Construção de conceito/definição; e, (e) Sistematização, conforme apresentado por Gontijo (2018, não publicado). O planejamento completo dos encontros realizados pode ser visualizado entre os apêndices A e F. A título de exemplo, segue o roteiro de uma das aulas baseadas em técnicas de criatividade que foi adotado junto ao grupo experimental:

- 1) **Objetivo:** Estimular os estudantes a revisarem princípio de contagem. Ademais, estimular que os participantes percebam como esse conteúdo matemático pode contribuir para uma análise crítica em problemas que inicialmente admitem diversas respostas.
- 2) **Problema a ser resolvido:** Pensei em um número de 3 algarismos. Você consegue adivinhar qual é?
- 3) **Conteúdos da Atividade:**
 - a. Princípio de contagem;
 - b. Algoritmo da multiplicação e suas propriedades;
 - c. Características de números pares, ímpares e múltiplos de 5.
- 4) **Público alvo:** Estudantes do ensino fundamental (anos finais); ensino médio; e graduação.
- 5) **Pré-requisitos:** Necessário que os estudantes já tenham estudado princípio de contagem. Ademais, precisam ser capazes de:
 - a. Interpretar problemas matemáticos para assim compreender corretamente o que se espera em cada problema proposto durante a execução da oficina;
 - b. Manusear calculadora de forma eficiente e adequada;
 - c. Identificar características de números pares, ímpares e múltiplos de 5 (outros critérios de divisibilidade podem ser úteis).
- 6) **Materiais:**
 - a. Quadro e pincel para escrita coletiva (Jogo da “Forca” e Jogo da “Forca Numérica”⁷);
 - b. Folhas brancas e canetas para jogo entre equipes (Jogo “Ordem no Caos” (STEWART, 2010)).
- 7) **Tempo de duração da atividade:** 3 horas (preferencialmente em sessão única).
- 8) **Resultados esperados:** Realização de revisão de cálculo de princípio de contagem. Espera-se ainda que os participantes da oficina possam refletir sobre aplicações para o referido conteúdo matemático e assim compreender acerca da utilidade do mesmo.
- 9) **Estratégias de Ensino e Aprendizagem:**
 - a. **Aquecimento:** Jogo da “Forca”



Podem ser realizadas duas ou três rodadas com esse jogo para que haja interação entre os participantes da oficina, bem como seja estimulado o pensamento criativo. Cada participante sugere uma letra. Quando essa está correta, escreve-se no espaço que ela ocupa. Quando está errada se

⁷ O jogo “Forca Numérica”, criado durante esta pesquisa, foi apresentado também no periódico “Coinspiração: revista de professores que ensinam matemática”, v. 1 n. 2, sob o título “Estimulando o pensamento crítico e criativo em matemática a partir da ‘Forca Numérica’ e o princípio fundamental da contagem” (FONSECA, GONTIJO, ZANETTI, 2018).

desenha parte do boneco que será pendurado na forca (cabeça, tronco, braços e pernas). As chances esgotam ao se desenhar todas as partes.

b. Aproximação com a tarefa: A partir da ideia de reelaborar tarefas, altera-se o jogo para uma variação matemática.

E se... o jogo da “Forca” fosse numérico? (em vez de uma palavra, fosse um número com 3 dígitos, por exemplo).

Seria mais fácil ou mais difícil?

(nessa nova regra, os participantes podem sugerir algarismos. Quando correto, escreve-se o lugar que ele ocupa. Quando errado, se procede com o desenho do boneco na forca).



— — — —

E se...

a “Forca Numérica” permitisse apenas a indicação do número completo e não apenas de um algarismo por vez. Seria mais fácil ou mais difícil?

Questionamento para incitar a reflexão: Quantos números podemos formar nesse caso?

R.: $9 \times 10 \times 10 = 900$

c. Desenvolvimento da tarefa:

Técnica de criatividade – **Scamper**

Reunidos em grupos de 4 ou 5 participantes, cada equipe poderá solicitar uma dica sobre o número de 3 dígitos da forca. Todas as perguntas são permitidas, com exceção de questionamentos diretos acerca de qual é o algarismo de cada casa a ser ocupada. Nesta técnica, os participantes buscam em especial eliminar o número de possibilidades de resposta e estudar as combinações que podem ser feitas a partir de certos algarismos com vistas a encontrar o número desejado.

Em cada dica solicitada, o grupo é encorajado a realizar novo cálculo sobre quantas possibilidades restam. A qualquer momento o grupo pode sugerir uma resposta. Entretanto, como na forca tradicional, a quantidade de vezes para isso é limitada. O jogo segue quantas rodadas forem necessárias. Durante a execução da técnica, os participantes devem perceber que determinadas dicas eliminam mais alternativas do que outras.

d. Aproximação com nova tarefa:

E se...

Você soubesse que uma palavra pode ser transformada em outra?

No jogo “Ordem no Caos”, transforme a palavra “caro” em “cama”, sendo que é permitido apenas a troca de uma letra por vez, e que cada palavra gerada a partir dessa troca necessariamente deve possuir significado. Por exemplo: “caro” – “cara” – “cama”.

De “caneta” para “vareta”: “caneta” – “careta” – “vareta”.

Em grupo de 4 ou 5 participantes, transforme “fato” para “mimo”.

E se...

Você deve elaborar uma tarefa dessa para o outro grupo?

Elabore a palavra inicial e a final e desafie-o.

E se...

Esse jogo fosse realizado com números. Por exemplo: do número 12.345 você tivesse que gerar o número 13.254, sendo que só pode realizar a troca de dois números entre si a cada rodada. Por exemplo: 12.345 – 13.245 – 13.254.

Seria mais fácil ou mais difícil?

e. Desenvolvimento da nova tarefa:

Técnica de criatividade – **Scamper**

Reunidos em grupos de 4 ou 5 participantes, cada equipe deverá a partir de 12.345, gerar...

O maior número;

O maior número par;

O maior número múltiplo de 5, etc.

É possível ainda calcular quantos números são possíveis nessa tarefa?

Nesta técnica os participantes buscam em especial adaptar o ordenamento dos algarismos presentes no número dado a fim de se alcançar a resposta desejada.

- f. Construção do conceito/definição:** A revisão do cálculo de princípio de contagem ocorre a partir da interação entre os pares. O intuito desta aula, no entanto, é de estimulá-los a pensar sobre o que já conhecem deste conteúdo, bem como a contribuir para que percebam como esse pode colaborar em estratégia de resolução de problemas que possuem diversas alternativas como solução.

- 10) Sistematização:** A sistematização das ideias geradas nas técnicas de criatividade é realizada de maneira coletiva. Afinal, eles próprios podem julgar as ideias surgidas e os cálculos realizados e argumentar se fazem ou não algum sentido para o propósito de se resolver cada problema proposto. Por exemplo: algumas das dicas elaboradas foram mais eficazes do que outras?

Após cada uma das técnicas de criatividade utilizadas os participantes podem expressar possíveis dúvidas que, por ventura, não tenham sido mencionadas na produção coletiva.

- 11) Projeções futuras:** O jogo pode servir como estímulo para que os estudantes proponham novos jogos como esses. A partir da técnica de “e se...”, eles podem ser encorajados a criarem diferentes jogos para desafiar seus próprios colegas e assim desenvolver tanto seu pensamento criativo quanto seu aprimoramento em princípio de contagem.

Enquanto ao grupo experimental, o princípio de contagem foi trabalhado a partir de toda a dinâmica relatada anteriormente. A aula correspondente ao grupo controle tratou de revisar elementos do conteúdo e praticar exercícios comumente encontrados em livros didáticos, como pode ser visto no roteiro seguinte:

- 1) **Objetivo:** Revisão de princípio de contagem.
- 2) **Aula expositiva:** Definição de princípio de contagem e formas de calcular. Exemplos.
- 3) **Conteúdos da Atividade:**
 - a. Princípio de contagem;
 - b. Algoritmo da multiplicação e suas propriedades (tirar dúvidas);
 - c. Características de números pares, ímpares e múltiplos de 5 (exercícios).
- 4) **Público alvo:** Estudantes do ensino fundamental (anos finais); ensino médio; e graduação.
- 5) **Pré-requisitos:** Necessário que os estudantes já tenham estudado princípio de contagem. Ademais, precisam ser capazes de:
 - a. Interpretar problemas matemáticos para assim compreender corretamente o que se espera em cada problema proposto durante a execução da oficina;
 - b. Manusear calculadora de forma eficiente e adequada;
 - c. Identificar características de números pares, ímpares e múltiplos de 5 (outros critérios de divisibilidade podem ser úteis).
- 6) **Materiais:**
 - a. Quadro e pincel para uso do professor em aula expositiva e resolução das atividades;
 - b. Exercícios e problemas:

Exemplos:

Questão 1. Arnaldo planeja ir à praia e deseja utilizar uma camiseta, uma bermuda e um chinelo. Sabe-se que ele possui 5 camisetas, 6 bermudas e 3 chinelos. De quantas maneiras distintas Arnaldo poderá vestir-se?

Questão 2. Uma prova possui 5 questões de múltipla escolha, onde cada uma possui 4 opções distintas. De quantas maneiras a prova pode ser resolvida?

Questão 3. Quantos números de três algarismos distintos existem?

Questão 4. Quantos números pares de três algarismos distintos podemos formar? E ímpares? E múltiplos de 5?
- 7) **Tempo de duração da atividade:** 3 horas (preferencialmente em sessão única).
- 8) **Resultados esperados:** Realização de revisão de cálculo de princípio de contagem.

Por fim, nos últimos encontros foi procedida a quarta e última fase da pesquisa de campo – aplicação de instrumentos diagnósticos (pós-testes) – a qual consistiu, assim como na segunda fase, na aplicação dos instrumentos (EMM, TDMat – versão B e TDCCM – versão B) aos estudantes dos dois grupos, de modo a obter novas informações sobre suas percepções motivacionais frente à matemática, o

desempenho após um trabalho diferenciado entre as turmas, bem como os escores apresentados no teste específico de criatividade.

Os resultados encontrados no início e fim da pesquisa foram confrontados a fim de analisar a influência do trabalho desenvolvido com o desenvolvimento criativo e, assim, gerar argumentos para a defesa da tese que aqui se constrói.

3.3 Instrumentos

A seguir, são descritas algumas características dos instrumentos utilizados na pesquisa para a coleta de dados.

3.3.1 A Escala de Motivação em Matemática

A Escala de Motivação em Matemática (EMM) proposta por Gontijo (2007) foi elaborada com o intuito de aferir os níveis de motivação em matemática de alunos do ensino médio. Segundo o autor, conhecer sobre a motivação do aluno é “um passo importante para estabelecer estratégias de ensino que promovam o aprendizado nesta área” (p. 135), bem como para estimular o aprimoramento acadêmico e criativo do sujeito. A EMM é composta por 28 itens, os quais possuem percepções positivas (+) e negativas (-) em relação à matemática e que os respondentes devem escolher para cada item uma dentre as opções 1 (nunca), 2 (raramente), 3 (às vezes), 4 (frequentemente) e 5 (sempre).

O processo de validação desse instrumento contou com a participação de estudantes do ensino médio, sendo 60 estudantes matriculados na 1ª série, 65 na 2ª série e 105 estudantes da 3ª série, perfazendo um total de 230 estudantes. Dentre esses, 61,47% estudavam em escolas particulares e 38,3% em escolas públicas. Por processo de validação, a EMM foi submetida à validação semântica a partir de um conjunto de itens elaborados para este fim junto a um grupo de estudantes com mesmo perfil da amostra respondente da versão final, e também foi submetida a processo de validação estatística.

Alguns itens da EMM (GONTIJO, 2007):

Costumo explicar fenômenos da natureza utilizando conhecimentos matemáticos.

Percebo a presença da matemática nas atividades que desenvolvo fora da escola.

Tento resolver um mesmo problema matemático de maneiras diferentes.

Fico frustrado (a) quando não consigo resolver um problema de matemática.

Gosto de elaborar desafios envolvendo noções de matemática para seus amigos e familiares.

Diante de um problema, sinto muita curiosidade em saber sua resolução.

Quando minhas tentativas de resolver um problema fracassam, tento de novo.

Os itens buscam identificar desde comportamentos do indivíduo em relação à matemática como ainda a capacidade de visualizar e fazer matemática a partir de diferentes estímulos e contextos. A EMM completa consta no anexo I.

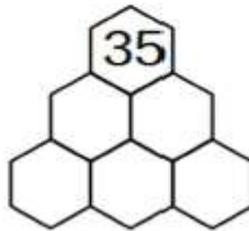
Para a presente pesquisa, este instrumento foi empregado no início e no fim da intervenção com vistas a identificar a motivação dos dois grupos de estudantes (grupo controle e grupo experimental) e assim subsidiar o pesquisador para o alcance dos objetivos específicos. Para tanto, apurou-se separadamente escores ligados aos sentimentos positivos e aos sentimentos negativos em relação à matemática.

3.3.2 Teste de Desempenho Criativo no Campo da Matemática

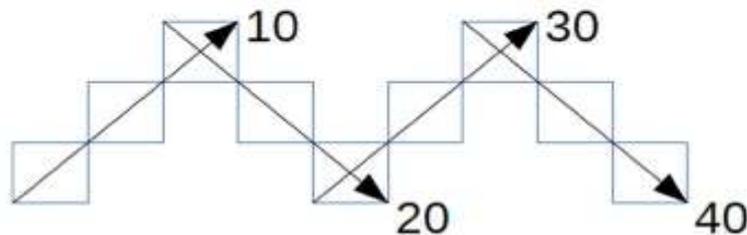
No que se refere ao Teste de Desempenho Criativo no Campo da Matemática – TDCCM (FONSECA, 2015), cabe registrar tratar-se de instrumento que permite identificar traços latentes da criatividade, expressos por meio da fluência, flexibilidade e originalidade de pensamento, manifestados a partir do registro escrito de soluções para problemas abertos. O TDCCM possui duas versões, A e B, com cinco itens cada uma, as quais foram estruturadas como possibilidades de serem utilizadas como pré e pós teste, pois embora sejam independentes, guardam entre si objetivos e graus de dificuldade similares em função do paralelismo existente entre os seus itens, conforme se depreende do par de exemplos a seguir, extraídos de Fonseca (2015, p. 59):

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.



Embora sejam itens diferentes, ambos esperam que o respondente consiga realizar manipulações numéricas de modo a encontrar soluções fixas. A utilização de apenas números naturais ou do uso de números reais, incluindo frações, são elementos que aparecem em estudantes mais criativos, por exemplo.

Vale destacar que os respondentes deste teste recebem a orientação de produzirem “muitas soluções a cada questionamento; soluções utilizando diferentes estratégias; e soluções as quais acredita que ninguém mais irá sugerir”, conforme pode ser visto na capa do instrumento, em suas versões A e B (Anexos II e III). O instrumento completo também consta na obra organizada por Gontijo e Fonseca (2020).

Esse instrumento foi submetido a três formas de validação, a saber: por juízes, semântica e estudo de consistência interna (FONSECA; GONTIJO; SOUZA, 2015). No primeiro caso, os itens inicialmente selecionados foram analisados por 5 pesquisadores, dentre os quais havia especialistas em criatividade em matemática. A validação semântica foi realizada por meio de uma roda de conversa com estudantes de perfil similar àqueles que responderam a versão final do teste. Por fim, a análise estatística fora utilizada para verificar se os coeficientes de fidedignidade estavam compatíveis com o descrito na literatura, indicando que o instrumento era apropriado para mensurar aquilo que se propôs. Para essa última etapa de validação, as amostras foram de 108 participantes para a versão A e 104 respondentes para a versão B, todos estudantes do último ano do ensino médio de duas escolas públicas do Distrito Federal.

Cumpre ressaltar que as duas versões do instrumento configuraram-se válidas e fidedignas, demonstrando ser ferramentas adequadas para a mensuração da criatividade no campo da matemática com índices de confiabilidade, alfa de Cronbach⁸, de 0,784 para a versão A e 0,771 para a versão B.

3.3.3 Questionário

Embora os participantes da pesquisa apresentem algumas características comuns, dado que são todos estudantes do último ano do ensino médio de uma escola da rede pública de ensino do Distrito Federal, seria possível que a amostra do estudo fosse composta por estudantes de perfis distintos no que tange à idade e à realidade escolar de maneira geral. Em função disso, um questionário foi utilizado para coletar informações dos participantes, incluindo uma variedade de dados demográficos e de perfil de escolarização, com a finalidade de subsidiar as análises acerca das produções dos estudantes em todas as etapas da pesquisa. O questionário aplicado encontra-se no Apêndice G.

⁸ Coeficiente utilizado para estimar a consistência interna do teste (PASQUALI, 2003).

3.3.4 Roda de Conversa

Com o intuito de não restringir a pesquisa apenas à coleta de dados quantitativos, não considerando partes subjetivas presentes na mente humana e para colaborar com a triangulação dos resultados dessa pesquisa a partir das expressões que os próprios participantes são agentes, a roda de conversa demonstrou ser um dos instrumentos adequados para tal fim. Trata-se de, segundo Melo e Cruz (2014), de um método de coleta de impressões dos participantes a partir da discussão em grupo sobre algo. Em termos práticos, é um instrumento de coleta no qual o pesquisador pode, a partir de um roteiro e um clima de liberdade entre os participantes, promover uma conversa para registrar opiniões, sentimentos, anseios, isto é, o que está no pensamento desses e que não é captado por meio da aplicação de testes, escalas e inventários. É uma forma de dar voz ao grupo participante para que se possa compreender se o curso foi ou não útil a eles no andamento de suas atividades cotidianas e acadêmicas. Realizou-se, portanto, uma roda de conversa no final da realização do curso extracurricular com cada grupo. Um roteiro utilizado para guiar a conversa encontra-se no Apêndice H.

A roda de conversa foi realizada no espaço de sala de aula, de modo a favorecer aos estudantes à manutenção da rotina das atividades e, assim, poderem se sentir à vontade para exprimir opiniões e sentimentos acerca de tudo o que foi vivenciado durante a pesquisa. A utilização da roda de conversa também se deu por acreditar que por meio das falas os estudantes pudessem ser mais objetivos em suas opiniões do que por escrito – uma tentativa de dar voz aos participantes da pesquisa e captar mais dados para análise.

A conversa foi gravada para facilitar o registro das falas dos participantes e assim realizar a análise a partir da transcrição fidedigna do que fora oralizado naquela ocasião.

3.3.5 Diário de Bordo

Em complemento às rodas de conversa no que tange à captação de dados qualitativos dos grupos participantes da pesquisa, o diário de bordo permitiu que cada sujeito expressasse suas percepções, suas reflexões e sentimentos de maneira individual, por escrito, em formulários disponibilizados para esta finalidade. Segundo

Falkembach (1987), esse tipo de diário é um instrumento adequado para que o estudante registre, tão logo se encerre uma atividade, suas reflexões e contextualizações sobre o vivenciado.

Porlán e Martín (2004) conceituam o diário de bordo como um aparato metodológico que permite que cada estudante tenha sua individualidade para registrar suas impressões sobre as atividades vivenciadas sem a influência das opiniões do grupo como pode ocorrer na roda de conversa. Ademais, o diário de bordo pode se configurar como um elemento importante para que o pesquisador tome ciência das críticas de aceitação entre os dois métodos pedagógicos postos em comparação.

Esperou-se que, com o hábito de preenchimento do diário de bordo ao final de cada aula, o estudante se sentisse motivado a refletir sobre sua atuação no processo de fazer e de aprender matemática. Ao final de cada aula os estudantes recebiam um formulário com 4 itens para estimular a produção escrita do diário de bordo, a saber: (1) Descreva as atividades realizadas; (2) Indique as suas dúvidas e/ou questionamentos; (3) Faça uma avaliação da aula; e (4) Como você se sentiu nessa aula? (ver Apêndice I).

3.3.6 Teste de Desempenho em Matemática

O Teste de Desempenho em Matemática (TDMat), versões A e B (Apêndices J e K), foram compilados pelo pesquisador para esta investigação, a partir da seleção de itens já validados e utilizados em avaliações oficiais de larga escala como o ENEM. O TDMat teve por propósito registrar o desempenho dos alunos em provas de matemática antes e após a consecução do curso extracurricular.

Após selecionados os itens para o referido teste, o mesmo passou ainda por um processo de validação de juízes, de modo que 5 professores, todos mestres e com experiência em Ensino Médio, puderam avaliar e verificar a composição do teste, bem como da coerência entre as versões A e B em relação aos conteúdos e complexidade dos problemas.

3.4 Procedimentos de aplicação

O questionário e o TCLE foram entregues aos estudantes que demonstraram interesse em participar da pesquisa ainda na fase de divulgação pela escola. Estes

documentos foram recolhidos no início das atividades do primeiro dia de aula do curso extracurricular.

Na primeira aula, os participantes da pesquisa foram convidados a preencher a EMM e o TDCCM-A. No segundo encontro, além de iniciar o momento de aulas propriamente dito, tanto para o grupo controle quanto para o grupo experimental, os participantes fizeram o TDMat-A.

Ao final de cada aula, a partir da terceira, os estudantes eram convidados a preencherem o diário de bordo. Como mencionado anteriormente, esse instrumento continha algumas perguntas com vistas a estimulá-los a escrever sobre a atividade do dia.

Nos últimos encontros, os estudantes foram submetidos à segunda versão do TDMat e do TDCCM. Nessa ocasião ainda, foi realizada a roda de conversa que foi gravada integralmente em áudio.

3.5 Procedimentos de análise dos dados

Por se tratar de pesquisa multimetodológica, foram gerados dados quantitativos e qualitativos, o que, portanto, demandou uso de *softwares* específicos para cada uma dessas abordagens.

Quanto aos dados qualitativos, utilizou-se o *software* para análise qualitativa de dados e métodos mistos MAXQDA para se categorizar os registros escritos captados na pesquisa, bem como as transcrições que foram realizadas a partir das rodas de conversa propostas durante o curso extracurricular.

Por outro lado, para os dados quantitativos empregou-se o *software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)*. Esse *software* foi utilizado para, a partir dos testes de Mann-Whitney e Wilcoxon, investigar as diferenças entre as médias dos grupos no que tange às medidas de criatividade, motivação e desempenho em matemática, bem como as correlações entre os indicadores dessas variáveis.

Acerca dos testes de Mann-Whitney e Wilcoxon, tratam-se de testes estatísticos não-paramétricos que cumprem o mesmo papel do teste paramétrico t de *student*, porém, são utilizados para comparar dois grupos quando seu equivalente paramétrico (teste t de *student*) não pode ser utilizado, seja por se tratar de uma distribuição não-normal ou por possuir amostra demasiadamente pequena como ocorreu nesta pesquisa. A diferença entre os dois testes adotados nesta pesquisa

reside no fato de que enquanto o teste de Mann-Whitney é utilizado para amostras não-pareadas (ex.: grupo controle X grupo experimental), o teste Wilcoxon é a alternativa para amostras pareadas (ex.: grupo controle pré-teste X grupo controle pós-teste) (FIELD, 2013). Em ambos os testes o indicador $p < 0,05$ indica haver diferenças significativas na comparação entre os grupos em análise.

Outro teste estatístico utilizado na pesquisa foi o Rô de Spearman. Trata-se de teste para avaliar a associação entre variáveis que foi adotado com vistas a verificar a existência de correlações significativas entre as variáveis pesquisadas, ou melhor, entre os cruzamentos EMM (+) X TDMat-A; EMM (+) X TDCCM-A; EMM (-) X TDMat-A; EMM (-) X TDCCM-A; TDMat-A X TDCCM-A referentes à primeira aplicação; e EMM (+) X TDMat-B; EMM (+) X TDCCM-B; EMM (-) X TDMat-B; EMM (-) X TDCCM-B; TDMat-B X TDCCM-B referentes à segunda aplicação.

Vale destacar que as abordagens de cunho qualitativo e quantitativo foram utilizadas com vistas a conceber uma triangulação de resultados. Assim, achados oriundos da análise quantitativa foram analisados conjuntamente com os achados obtidos a partir da análise qualitativa, de forma a se complementarem entre si. Com isso, o capítulo de resultados e discussões foi concebido buscando um diálogo e construindo argumentos fundamentados, nas duas formas de fazer ciência.

3.6 Considerações Éticas

Tendo em vista os objetivos desta pesquisa e o percurso metodológico adotado, a participação de pessoas foi inevitável. Afinal, era imprescindível a participação dos estudantes no curso elaborado para esta pesquisa e, portanto, os mesmos ficaram sujeitos a aplicação de diferentes testes. Sendo assim, torna-se interessante tecer nesse momento algumas considerações éticas. Ressalta-se ainda que todos os testes utilizados não possuíram por propósito, em momento algum, inventariar algum diagnóstico individual dos estudantes.

Esta pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética ligado à Universidade de Brasília no ano de 2018 (91925918.3.0000.5540), tendo recebido parecer nº 2.877.638, pela aprovação, conforme anexo IV. O objetivo dessa submissão foi alcançar respaldo ético e legal do estudo, sendo comprovado esta pesquisa não possuir propósitos invasivos que pudessem comprometer a dignidade pessoal de

cada participante, tampouco em incorrer em algum efeito nocivo à saúde, física ou mental.

Aditivo à aprovação da pesquisa no comitê de ética, e em conformidade com o que fora apresentado, foi proposta a todos participantes do estudo uma reunião de esclarecimentos na qual se almejou oferecer tantas quantas possíveis informações a respeito da pesquisa em que haviam sido convidados a participarem. Todo o acordo, que se ressalte é de livre consentimento, foi registrado por escrito para que pudessem reconhecer todas as instruções, bem como explicitar que, conforme o referido documento, cada participante poderia optar pela sua desistência em qualquer momento da pesquisa (ver apêndice L). Uma versão do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os responsáveis também foi elaborada para os casos dos estudantes menores de idade (ver apêndice M).

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

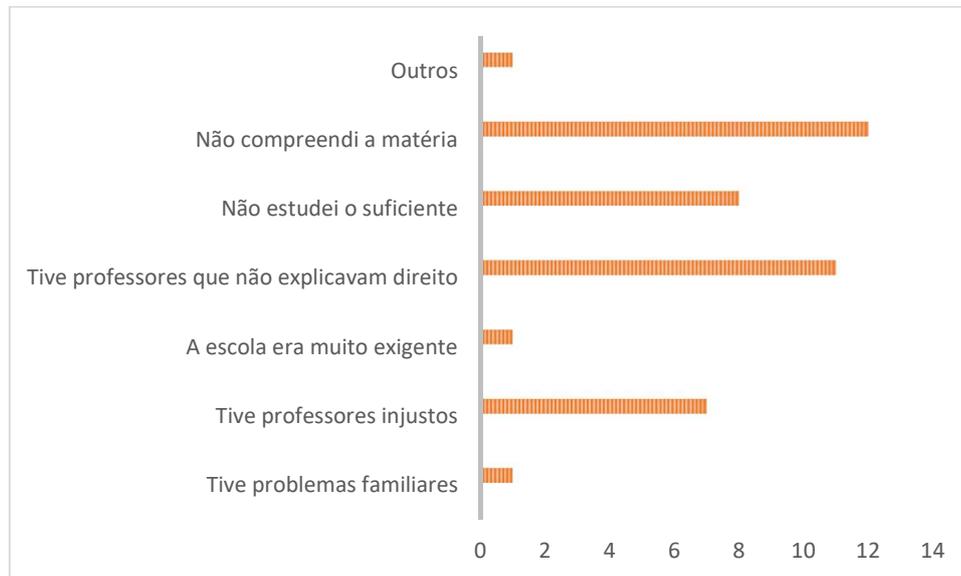
Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos na presente pesquisa, conjuntamente com as respectivas discussões. Optou-se por essa dinâmica de apresentação de dados e discussão em conjunto de modo a oferecer maior fluidez na interpretação dos dados colhidos, vez que ora são quantitativos, ora qualitativos, numa perspectiva de triangulação dos dados.

4.1 Primeiras informações da amostra

A pesquisa se propôs a analisar o desempenho de dois grupos de estudantes do último ano do ensino médio de uma escola da rede pública de ensino do Distrito Federal em relação à criatividade, motivação e desempenho em matemática a partir de dois cursos extracurriculares de matemática que, apesar de tratarem o mesmo assunto, foram planejados a partir de estratégias metodológicas distintas (aulas convencionais – grupo controle, e aulas baseadas em técnicas de criatividade – grupo experimental). Por consequência, aproveitou-se oportunamente o conjunto de dados para analisar a maneira como os estudantes se relacionavam com a matemática a partir das estratégias didáticas adotadas na presente pesquisa e quais as correlações entre (a) criatividade em matemática e motivação em matemática; (b) criatividade em matemática e desempenho em matemática; e (c) motivação em matemática e desempenho em matemática.

Como mencionado anteriormente, fizeram parte da pesquisa 41 estudantes matriculados no 3º ano do ensino médio de uma instituição pública de ensino do Distrito Federal, localizada em uma área ocupada por população de baixa renda. A média de idade constatada no momento da intervenção fora de 16,90 (dp = 0,81), com idade mínima de 15 anos e máxima de 18.

Entre as informações coletadas junto aos 41 estudantes, constatou-se que 26 (63,41%) já apresentaram necessidade de estudos de recuperação em matemática ao longo da vida escolar. Os motivos variam conforme se depreende do gráfico seguinte:

Gráfico 1: Principal motivo para a recuperação em matemática

Fonte: Elaboração própria

Em relação à marcação no campo “outros”, o estudante relata que a principal causa de sua recuperação em matemática foi a sua não participação em uma gincana da escola.

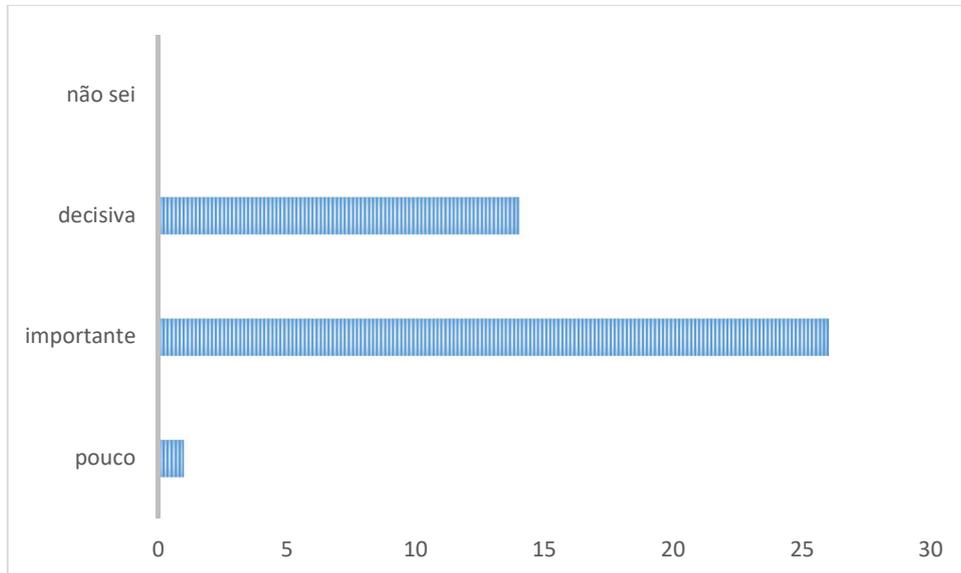
Dentre os participantes da pesquisa, apenas seis estudantes (14,63%) relataram reprovação durante a vida escolar, sendo que apenas dois (4,88%) mencionaram que esse fato ocorreu em matemática. Entretanto, uma possível explicação para esse baixo número é o fato de que o grupo de respondentes foi composto por estudantes que se dispuseram a frequentar a escola em turno contrário para participar do curso oferecido nesta pesquisa – o que de antemão permite inferir tratar-se de estudantes com menor aversão à matemática.

Quanto à origem escolar dos estudantes, trinta e dois (78,05%) estudaram o ensino fundamental exclusivamente em escola pública, enquanto 6 (14,63%) estudaram parte em escola pública e parte em escola privada. Apenas 3 (7,32%) cursaram todo o ensino fundamental em instituição de ensino privada.

Indagados sobre a importância da matemática em suas vidas, tanto no momento em que responderam à pesquisa quanto em relação às suas perspectivas futuras, 70% dos estudantes que indicaram resposta “decisiva” em ao menos uma dessas duas situações (ver gráficos 2 e 3), declararam possuir em casa alguém que gosta de matemática, o que se alinha a pesquisas que defendem que ainda que a família não exerça uma interferência direta na aprendizagem matemática, há algum

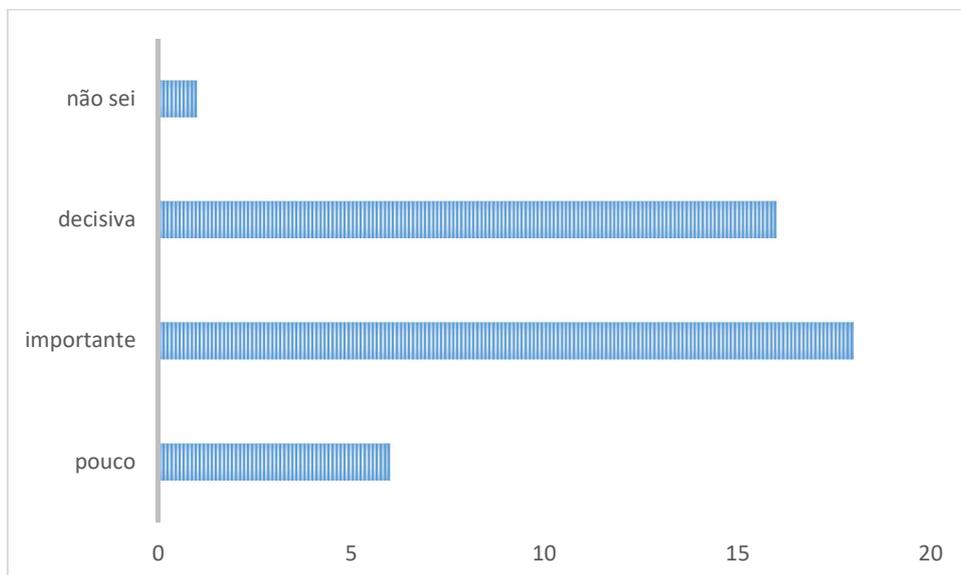
tipo de “perturbação” que pode vir a interferir na maneira como concebem essa área de saber (BONETTI, s.d.):

Gráfico 2: Qual a importância das aulas de matemática para você?



Fonte: Elaboração própria

Gráfico 3: Qual a importância da matemática para seu futuro?

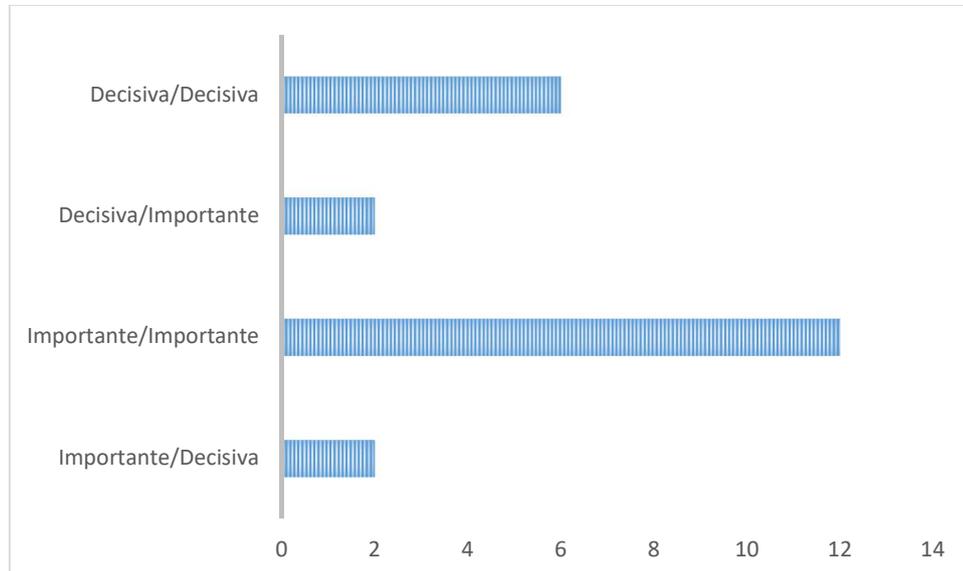


Fonte: Elaboração própria

Outro ponto interessante que contribui para compreender a maneira pela qual esse grupo amostral se relaciona com a matemática é que embora o reconhecimento dessa área de saber como algo importante possa ser configurado como uma resposta desejável socialmente, encontrou-se que 81,82% daqueles que possuem alguém em

casa que gosta de matemática a consideraram importante e/ou decisiva em ambos os questionamentos mencionados nos Gráficos 2 e 3 (ver Gráfico 4):

Gráfico 4: Respostas do 1º e 2º questionamentos sobre relevância da matemática



Fonte: Elaboração própria

Esses resultados ajudam a mostrar como a influência dos membros da casa tem efeito, seja direta ou indiretamente, na maneira pela qual o estudante se relaciona com a matemática. Por vezes, ter alguém próximo que promova um discurso favorável à matemática pode contribuir para que o sujeito desenvolva atitudes positivas em relação a essa área do conhecimento (FONSECA, 2015; SCHOENFELD, 2013).

4.2 O curso extracurricular e o desenvolvimento da Criatividade em Matemática

Para a análise dos resultados relativos ao TDCCM, optou-se por fazer uso de testes não-paramétricos, considerando: (a) o tamanho da amostra e (b) os escores obtidos pelos estudantes nesse instrumento não terem apresentado uma distribuição normal ($p > 0,05$).

Ao proceder a análise estatística dos dados pelo teste de Mann-Whitney, foi possível perceber que a separação inicial das turmas em grupos controle e experimental não produziu efeito sobre os escores de criatividade em matemática a partir da aplicação do TDCCM-A ($p = 0,416$), o que permite inferir que os estudantes de ambos os grupos apresentaram desempenho semelhante em relação a essa variável. O mesmo não ocorreu ao final da intervenção, quando o teste revelou haver

diferença significativa entre os estudantes em função de pertencerem ao grupo controle ou ao grupo experimental ($p = 0,003$). A tabela a seguir apresenta os resultados da média e desvio padrão obtidos por cada grupo a partir da aplicação do TDCCM, versões A e B:

Tabela 2: Média e Desvio Padrão do TDCCM – A e B, em ambas as turmas

		Mediana	Média	Desvio Padrão
TDCCM-A	Controle	156,05	138,92	89,46
	Experimental	168,29	128,13	86,22
TDCCM-B	Controle	104,95	280,06	388,60
	Experimental	701,71	503,82	313,96

Fonte: Elaborada pelo Pesquisador

A partir disso, pode-se dizer que embora os grupos tenham apresentado resultados equivalentes inicialmente, essa situação não permaneceu ao final da intervenção. As médias obtidas pela turma B (grupo experimental) foram maiores, bem como o desvio-padrão fora reduzido. Isso contribui para defender que as aulas baseadas em técnicas de criatividade que foram propostas durante a intervenção contribuíram para um melhor desempenho dos estudantes na versão B do TDCCM.

Em seguida, procedeu-se a comparação entre os resultados obtidos antes e depois da intervenção intragrupo, isto é, a partir das amostras pareadas, de modo a verificar se a alteração dos resultados entre as versões A e B, de fato, foram significativas. A partir do teste de Wilcoxon, os resultados mostraram não haver diferença significativa entre os dados obtidos junto ao grupo controle ($p = 0,76$), embora o contrário tenha ocorrido com o grupo experimental ($p < 0,001$).

O resultado encontrado assemelha-se ao que fora apresentado por Kwon, Park e Park (2006) quando promoveram um programa de estímulo à criatividade em matemática. Além disso, é possível inferir que o modelo da reinvenção guiada, de Freudenthal (1968), que inspirou a elaboração de alguns elementos do planejamento didático utilizado nesta pesquisa, contribui para o desenvolvimento da criatividade em matemática, na medida em que nutre junto aos estudantes o hábito de pensar e refletir sobre os problemas com vistas a encontrar possíveis soluções e/ou estratégias de resolução.

Outro ponto que vale ser destacado é que os estudantes do grupo experimental puderam fazer uso de sua criatividade relativa (LEIKIN; PANTAZI, 2013) durante a

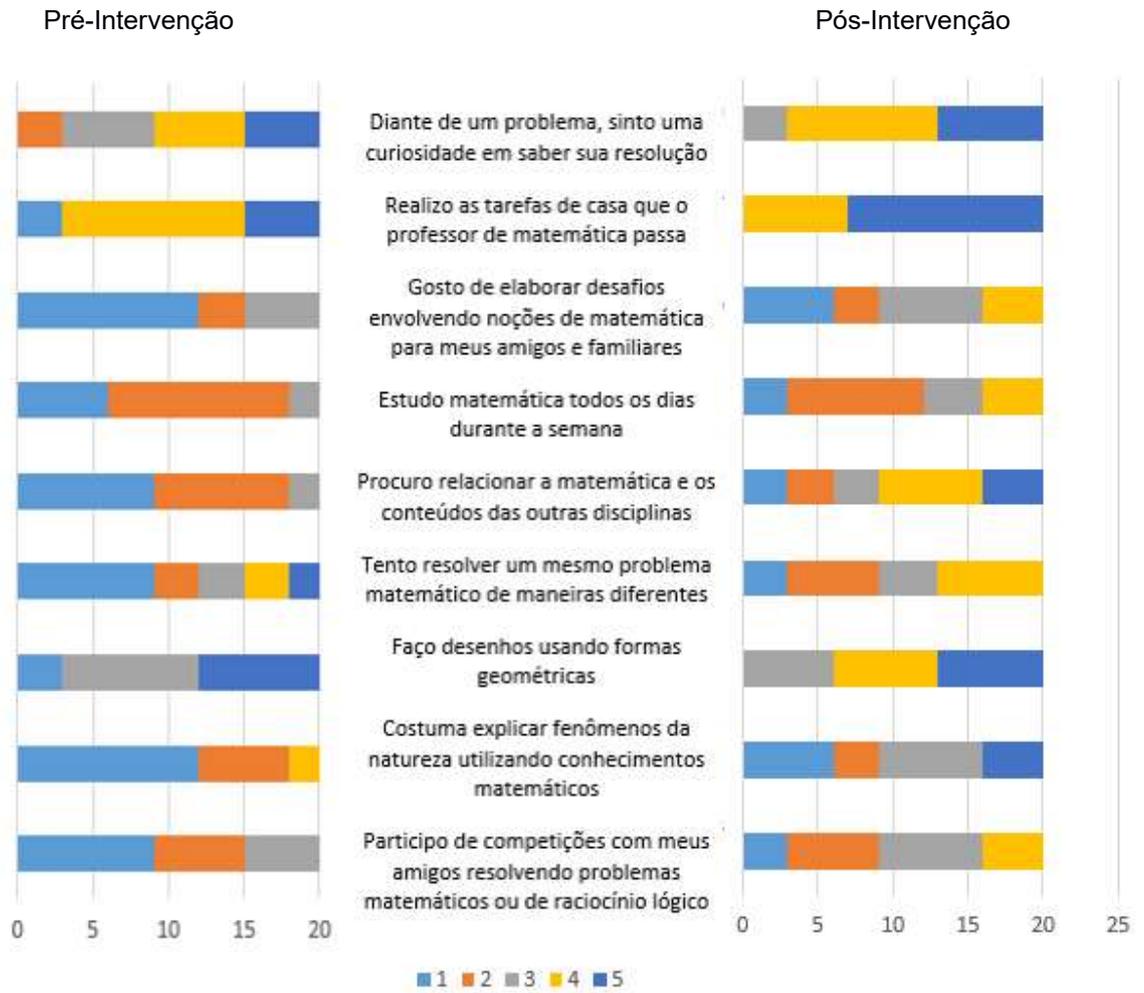
intervenção e assim melhorar o seu desempenho no que diz respeito à criatividade em matemática captada pelo teste, sem que tenha havido de fato treinamento para isso. Afinal, o curso extracurricular realizado junto a ambos os grupos não apresentou, em momento algum, itens de testes semelhantes aos do TDCCM.

4.3 O curso extracurricular e a Motivação em Matemática

No que se refere à motivação em matemática, vale destacar que os três estudantes que se apresentaram como os mais motivados declararam que a matemática é decisiva em pelo menos algum dos questionamentos que tratam desse tema no questionário (escores de 104, 99, 82 na EMM). Além disso, esses três informaram residir com alguém que gosta de matemática, o que pode reforçar o argumento da influência familiar sobre o gosto por essa disciplina.

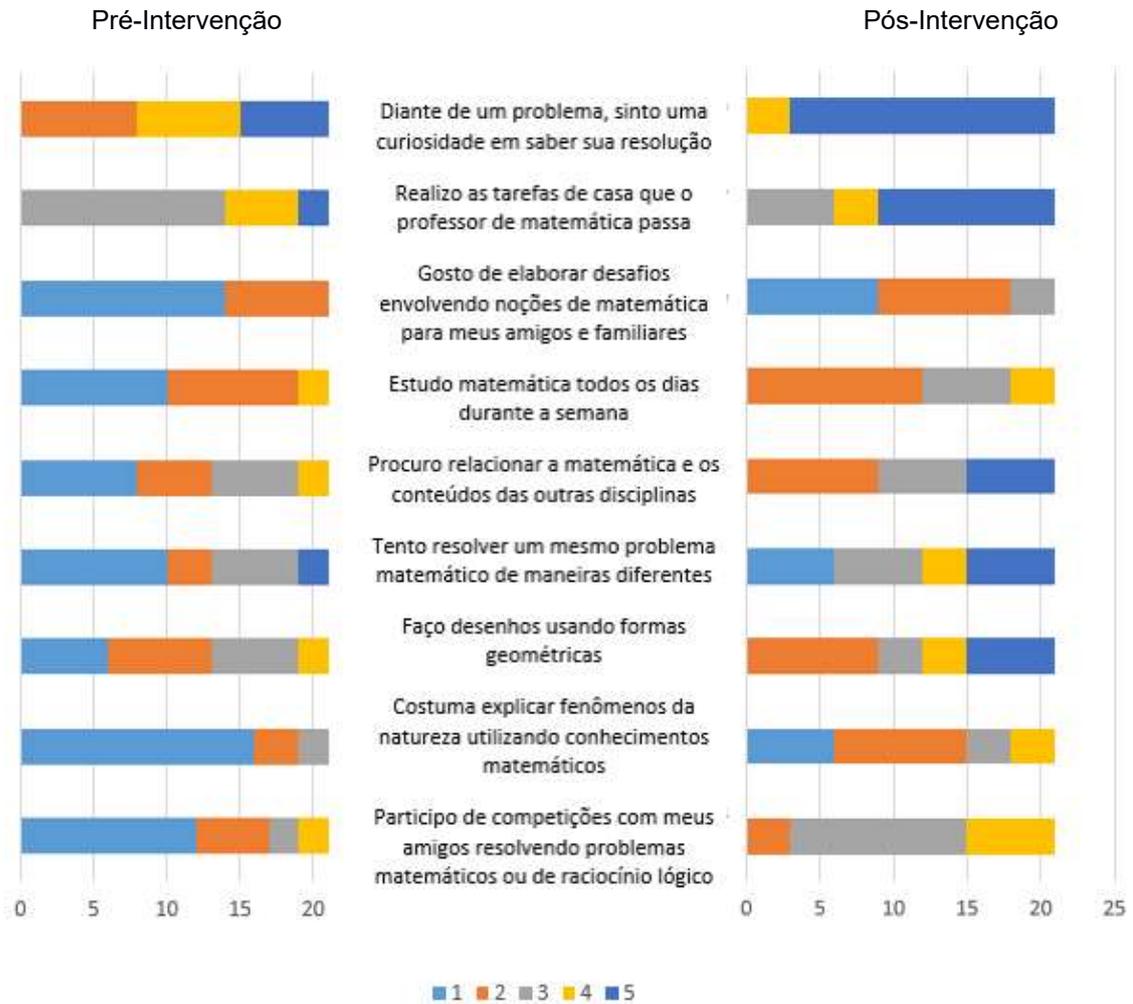
A distribuição completa das respostas referentes à escala de motivação em matemática antes e depois do curso extracurricular, tanto do grupo controle quanto do grupo experimental encontram-se no Apêndice N. A seguir, consta a distribuição das respostas dos itens em que houve maior diferença entre as duas aplicações do instrumento. Vale lembrar que os respondentes escolheram nessa escala uma dentre as opções 1 (nunca), 2 (raramente), 3 (às vezes), 4 (frequentemente) e 5 (sempre).

Gráfico 5: Distribuição de algumas respostas EMM – Controle



Fonte: Elaborado pelo pesquisador

Gráfico 6: Distribuição de algumas respostas EMM – Experimental



Fonte: Elaborado pelo pesquisador

Embora seja possível verificar alteração de respostas em ambos os grupos, visivelmente se percebe que o grupo experimental teve uma alteração de resposta positiva maior que o controle. Por exemplo, referente ao item “Diante de um problema, fico muito curioso em saber sua resolução”, a distribuição do grupo controle que antes era 2, 3, 4 e 5, quase que igualmente distribuídos, foi para 3, 4 e 5 – sendo o 4 a maior predominância. Enquanto o grupo experimental, foi de 2, 3 e 4, quase que igualmente distribuídos, para 4 e 5 – sendo 5 a maior predominância de respostas.

De maneira similar e mais próximo ao conceito de criatividade em matemática, variável em evidência nessa pesquisa, o item “Tento resolver um mesmo problema matemático de maneiras diferentes”, na primeira aplicação do instrumento, no grupo controle, houve predominância de respostas de número 1, sendo as demais distribuídas igualmente entre 2, 3, 4 e 5. Na aplicação após a intervenção, a

distribuição das respostas ocorreu entre 1, 2, 3 e 4, com predominância em 2 e 4. Por sua vez, no grupo experimental a distribuição na primeira aplicação fora de 1, 2, 3 e 5, com predominância mais alta em 1 seguido de 3, para 1, 3, 4 e 5, na segunda aplicação, com predominância aproximadamente igual em 1, 3 e 5. Esse resultado está de acordo com o que defendem Grégoire (2016), Gontijo (2007) e Kanhai e Singh (2017) acerca da existência de correlação positiva entre motivação em matemática e criatividade em matemática.

Em reforço a essa argumentação, a Tabela 3 apresenta uma síntese dos resultados extraídos a partir da escala de motivação:

Tabela 3: Escores da escala de motivação em matemática

	Pré-Intervenção			Pós-Intervenção			
	Mediana	Média	Desvio Padrão	Mediana	Média	Desvio Padrão	
Controle	Aspectos positivos	74,00	70,43	23,33	75,00	69,43	32,24
	Aspectos negativos	11,00	11,71	3,95	12,00	11,43	3,87
Experimental	Aspectos positivos	74,00	68,14	20,09	77,00	76,00	18,72
	Aspectos negativos	17,00	15,29	3,86	16,00	14,71	4,07

Fonte: elaborado pelo pesquisador

A alteração obtida no grupo controle não resultou em uma diferença estatística significativa, tanto no que se refere aos aspectos positivos quanto aos aspectos negativos em relação à matemática ($p = 0,61$ para aspectos positivos; e, $p = 0,67$ para aspectos negativos). Entretanto, diferença significativa foi encontrada para o grupo experimental que, tanto aumentou suas percepções positivas frente à matemática ($p = 0,01$) quanto diminuiu suas percepções negativas em relação a essa área do conhecimento ($p = 0,03$), o que de fato era esperado.

Os dados qualitativos obtidos na pesquisa reforçam as explicações para esse incremento que ocorreu na motivação em matemática. A partir dos dados coletados na roda de conversa, foi possível verificar que os estudantes manifestaram percepções equivalentes no que tange ao envolvimento com a matemática antes da

intervenção. Por exemplo, ambos os grupos relataram na roda de conversa que “dificuldade” e “desafio” são palavras que eles sempre associam quando a matemática é mencionada.

Outro ponto comum entre os dois grupos é o sentimento de nervosismo e ansiedade relacionados às aulas de matemática, como apresentado Dossel (1993), OCDE/IMPA (2018) e Wang *et al.* (2015). Alguns relatos extraídos da roda de conversa são apresentados para melhor descrever esse fato:

“Fico ansiosa, fico nervosa. Não estudo de nervosismo e ansiedade” (grupo experimental).

“Eu fico triste quando ela [se refere à professora das aulas regulares da escola] tá ensinando. Mas quando eu entendo, fico aliviada. Porque já penso nas provas finais. De maneira geral, eu fico triste porque não entendo de primeira, mas conforme vai explicando aí eu fico melhor, mais aliviada” (grupo experimental).

“Na aula regular eu me sinto às vezes um pouco frustrado em algumas questões, das próprias questões que o professor passa” (grupo controle).

“Eu sou interessada pelas aulas de matemática só que quando eu não entendo também eu fico muito triste” (grupo controle).

Vale notar que termos ligados à ansiedade e nervosismo foram recorrentes nas falas dos estudantes. Na primeira fala descrita, por exemplo, o estudante declara ficar ansioso e nervoso de tal forma a gerar dificuldades para se concentrar no estudo da matéria. Alguns revelaram sentir tristeza quando não compreendem os conteúdos de matemática. Entretanto, manifestaram que sentem satisfação e alegria quando compreendem o conteúdo da disciplina. Essa sensação também foi descrita por Wang e colaboradores (2015).

Alguns relatos, no entanto, ainda são mais fortes, embora traduzam as mesmas impressões relatadas no parágrafo anterior, como é o caso a seguir:

“Na aula de matemática eu me sinto abusado pela matéria. Quero sair correndo pela janela e ir lá para o outro pavilhão” (grupo controle).

Essas falas, e outras que foram extraídas da roda de conversa, demonstram a necessidade de estudos que investiguem crenças e atitudes negativas em relação à matemática, com destaque para a ansiedade em relação à disciplina. Esse parece ser um sentimento que ora se manifesta como causa e ora se manifesta como efeito das dificuldades de aprendizagem relacionadas à matemática. Vale registrar que existem pesquisas no cenário internacional, como a produzida pela OCDE (OCDE/IMPA, 2018), que tem destacado essa situação. Essa ansiedade (ou atitudes negativas em relação à matemática) atua como causa das dificuldades, conforme é demonstrado a partir das falas dos estudantes, pois o sujeito estando muito ansioso e nervoso pode ter dificuldades em se concentrar em tal assunto. E também atua como efeito, pois o sujeito não consegue alcançar um nível de desempenho satisfatório com a aprendizagem matemática, alimentando ainda mais a ansiedade. Parece, portanto, ser a ansiedade em matemática um problema retroalimentado pela própria dinâmica do ensino e aprendizagem em matemática – o que por ora já configuraria tese para nova pesquisa.

Como dito no capítulo anterior, a análise qualitativa da roda de conversa gerou, dentre outras categorias, uma ligada a sentimentos positivos em relação à matemática e uma ligada a sentimentos negativos. Alguns poucos termos captados poderiam ser relacionados ao sentimento positivo no que se refere a essa área de saber, tais como os encontrados na turma controle: “empolgada”, “interessada”, “eu gosto” e os encontrados na turma experimental: “me sinto bem”, “aliviada” ou “feliz” – todos esses termos foram apresentados na condição do sujeito compreender o conteúdo estudado.

O número de manifestações positivas em relação à matemática é tímido, sobretudo quando comparado às manifestações depreciativas. Vale destacar que ambos os grupos possuem percepções similares neste campo. No entanto, enquanto o grupo experimental explicita tratar-se de disciplina difícil e complexa, o grupo controle se atém a mencionar conteúdos que os “traumatizaram” durante a fase escolar.

Por fim, é possível inferir que a dificuldade em matemática é comum para ambos os grupos, embora obviamente haja estudantes que possuem facilidade nesta área. O desânimo, a ansiedade e a frustração parecem ser algo comum aos dois grupos, o que pode colaborar na justificativa de não gostarem da matemática ao longo dos anos escolares da educação básica. Contudo, o resultado desta pesquisa sugere que as aulas baseadas em técnicas de criatividade oferecidas ao grupo experimental podem contribuir para o melhoramento da maneira como os estudantes se relacionam com a matemática.

4.4 O curso extracurricular e o Desempenho em Matemática

Em termos de desempenho em matemática, os grupos também apresentaram resultados similares inicialmente, visto que grande parte dos estudantes deixaram muitas questões em branco, tendo prevalecido resultados extremamente baixos no Teste de Desempenho em Matemática - TDMat, com média = 2,14 pontos (dp = 2,43) sendo a nota mínima = 0,00 e a máxima = 6,87 na primeira aplicação, numa escala de 0 a 10. Isso reforça como a proficiência em matemática de egressos do ensino médio está aquém do esperado (BRASIL, s.d.; IPM, 2016; OCDE, 2016).

No que se refere à roda de conversa, ambos os grupos relataram a insatisfação com os atuais métodos de ensino de matemática. Acreditam que maior contextualização e interação entre a turma pode ser algo que incremente o aprendizado matemático na sala de aula. Algumas falas dos estudantes que ilustram essa percepção:

“Ah, eu acho que deveria ser mais dinâmico. Com coisas mais simples. Em termos mais simples. O professor falasse e você compreendesse e não só aqueles símbolos” (grupo controle).

“Que nem ele falou, colocando coisas do dia a dia num jeito contemporâneo, num jeito jovem e por aí. Uma aula mais divertida, não você sentada e o professor ficar falando x equivale a não sei que lá, mais num sei que lá...” (grupo controle).

“O professor que não tem coragem de olhar no olho do aluno e falar que tal coisa é tal coisa. Ele fica lá só falando x, x, x e acaba que nem entende” (grupo controle).

“Poderia usar coisas que a gente usa no dia a dia, tipo o celular. Por exemplo, usar mensagem do facebook e qual a probabilidade de chegar aquela mensagem para você” (grupo experimental).

“(competições) entre estudantes. Seria muito massa, porque todo mundo ia querer melhorar” (grupo experimental).

Tais relatos servem para fundamentar que a aula de matemática, em seu formato convencional, pode não atender à grande parte do alunado de hoje, gerando impacto negativo na proficiência, no desempenho. O grupo experimental, no entanto, teve acesso a uma metodologia diferenciada no ensino da matemática durante o período de intervenção. Assim, utilizou-se de dados quantitativos para analisar os efeitos.

A diferença encontrada na evolução de escores pelos dois grupos é sumariada na tabela seguinte:

Tabela 4: Média e Desvio Padrão do TDMat – A e B, em ambas as turmas

		Mediana	Média	Desvio Padrão	Nota Mínima	Nota Máxima
TDMat – A	Controle	2,5	2,30	2,56	0,00	6,87
	Experimental	1,25	1,95	2,5	0,00	6,25
TDMat – B	Controle	4,5	4,28	3,19	0,00	8,13
	Experimental	2,81	3,33	1,75	1,25	8,50

Fonte: Elaborada pelo Pesquisador

Conforme a tabela anterior, em ambas as situações do grupo controle, a nota mínima fora 0,00, apesar da nota máxima ter sofrido acréscimo entre a versão A e a versão B do instrumento. No entanto, o grupo experimental não apenas aumentou a nota máxima, como também nenhum estudante tirou nota 0,00 para aquele instrumento. Ademais, a redução do desvio-padrão mostra ainda que o grupo parece ter alcançado um conjunto de escores mais coeso que outrora. O teste de Wilcoxon

mostra diferença significativa para o grupo experimental ($p = 0,04$) enquanto que o mesmo não ocorre para o grupo controle ($p = 0,07$).

Uma possível explicação para que os resultados tenham sido tão baixos se deve ao fato de que o conteúdo matemático trabalhado durante a intervenção não era necessariamente o mesmo conteúdo que os estudantes estavam estudando em suas atividades regulares, ou seja, pode ser decorrente do fato de que parte do dia já estava comprometida com o curso extracurricular e a outra parte se dedicavam aos estudos daquela “matemática” necessária para a obtenção da aprovação escolar. Entretanto, vale considerar ainda que o conteúdo tratado era de matemática básica que, em tese, todos os alunos daquele nível escolar deveriam ter domínio razoável, o que dialoga com o resultado do indicador de alfabetismo funcional, por exemplo, que mostra que o grupo tido como proficiente no Brasil é demasiado pequeno (IPM, 2018).

Algo que deve ser relatado, ainda, é que houve redução do número de itens totalmente em branco na resolução da versão B do teste (segunda aplicação). Na primeira aplicação, os estudantes do grupo controle deixaram de responder (“entregaram em branco”) cerca de 8 itens de um total de 15, enquanto no grupo experimental isso ocorreu com 10 itens. Na segunda aplicação, o grupo controle reduziu o número de itens em branco para cerca de 6 (redução de 2) enquanto o grupo experimental reduziu para 6 (redução de 4). Isso sugere que na segunda aplicação os estudantes do grupo experimental estavam mais dispostos a tentar resolver as questões, ainda que não soubessem de imediato como resolvê-las ou que não tivessem encontrado as soluções corretas – revelando que podem ter desenvolvido uma postura típica de um resolvidor de problemas (SCHOENFELD, 2013). O teste de Wilcoxon mostra que essa redução foi significativa para o grupo experimental ($p = 0,039$), enquanto o mesmo não ocorreu para o grupo controle ($p = 0,223$).

4.5 Impressões dos Estudantes quanto à Intervenção

No que se refere às impressões dos estudantes acerca da dinâmica na qual estavam inseridos durante o curso extracurricular, o grupo controle apresentou algumas considerações que não destoam do que vivenciavam diariamente nas atividades regulares da escola. Os relatos mostram que entenderam que a aula do curso extracurricular não se configurava como algo diferente daquilo que estavam habituados na sala de aula convencional. Entretanto, relataram que ocorreu um

melhor rendimento nessas aulas em virtude de haver menos alunos na sala, bem como de ir apenas quem está interessado. Destaca-se que essa era a percepção esperada pelo pesquisador em relação aos alunos.

Já o grupo experimental foi unânime em relatar que as aulas baseadas em técnicas de criatividade que participaram foram completamente diferentes do que estavam habituados. Algumas expressões dos alunos acerca desse aspecto:

“Mais interativa”.

“Estou entendendo mais aqui”.

“Aqui é bem mais descontraído e daí dá para pegar melhor”.

Essas percepções dos estudantes eram esperadas pelo pesquisador, visto que as atividades foram planejadas para se configurarem como uma metodologia diferente quando comparadas às atividades do grupo controle.

Em complemento a essa captação de impressões, foi indagado ao grupo experimental se, apesar desta descontração, acreditavam que estavam aprendendo conteúdos matemáticos, afinal, o objetivo não era desenvolver uma aula que superasse a ansiedade e o nervosismo, mas que favorecesse a aprendizagem dos conteúdos de matemática a partir de técnicas que estimulassem a criatividade e a motivação nessa área do conhecimento. Todos responderam de forma positiva. Seguem duas falas que evidenciam isso:

“Creio que sim. Até o estudo do cilindro a gente viu as fórmulas todas, do jeito que calcula”.

“Aprende sim”.

Ao serem questionados sobre a possibilidade de alguém ser criativo em matemática, captaram-se duas falas que representam as percepções predominantes em cada grupo, que mostram claramente a visão que possuem acerca da matemática, face ao tipo de aulas a que foram expostos. Uma fala extraída no grupo controle diz:

“É meio complicado botar um aluno ali na sua frente para você ensinar ele de uma forma criativa, porque matemática é meio que complexa então você arrumar um jeito criativo não é tão simples e fácil”.

Enquanto que todo o grupo experimental concorda com a fala de um dos participantes:

“Agora eu percebi que dá sim para ser criativo em matemática”.

Obviamente que os estudantes não se referiram ao conceito de criatividade em matemática a partir de uma perspectiva teórica. Todavia, a forma como concebiam a matemática contribuiu para que percebessem que nessa disciplina é possível o exercício da criatividade. Imersos à rotina escolar que tiveram até aquele dado momento, o grupo controle demonstrou, ao contrário do grupo experimental, não haver muito espaço para o exercício da criatividade em matemática.

Outro instrumento que fora utilizado com vistas a captar as percepções dos estudantes acerca das aulas realizadas foi o diário de bordo. De maneira simples e em formulário, foram convidados a discorrer sobre quatro itens em cada uma das aulas:

- 1. Descreva as atividades realizadas;*
- 2. Indique as suas dúvidas e/ou questionamentos;*
- 3. Faça uma avaliação da aula;*
- 4. Como você se sentiu nessa aula?*

Muitos estudantes não se sentiram confortáveis para redigir grandes textos em respostas a esses questionamentos, contudo, as informações coletadas permitem uma breve comparação entre os conteúdos relatados. As respostas ao primeiro item eram para incentivar que refletissem sobre como foi a dinâmica da aula, contudo, o

grupo escreveu predominantemente acerca do conteúdo que havia sido tratado em sala, razão pela qual optou-se não por discutir essas informações nesta pesquisa.

No que se refere ao segundo item, as turmas foram unânimes em indicar a não ocorrência de qualquer dúvida, o que pode ter ocorrido como forma de agradar o pesquisador, ou porque de fato estas não ocorreram.

Quanto ao item 3, as respostas foram predominantemente positivas indicando que ficaram satisfeitos com as aulas. Alguns atribuíram notas numéricas para avaliar a aula, como “9”, “9,9” ou “10”, enquanto outros indicaram menções como “ótimo”, “muito bom”, “maravilhosa”. Isso ocorreu nos dois grupos. A percepção positiva dos dois grupos evidencia o esforço do pesquisador em oferecer a melhor aula aos dois grupos, embora tenha havido emprego de metodologias de ensino diferentes para cada um deles.

As informações coletadas por meio do item 4 permitiram realizar uma comparação em relação às percepções acerca de como se sentiram nas aulas. Estudantes do grupo controle relataram, algumas vezes, ansiedade, nervosismo e, até sono. Contudo, para o grupo experimental, as atividades baseadas em desafios e o uso de técnicas de estímulo ao pensamento criativo traduziram-se em relatos que expressaram entusiasmo e envolvimento com as tarefas. A seguir, para ilustrar as informações coletadas no item 4, foi elaborado um quadro comparativo a partir dos relatos de diferentes estudantes, apresentando falas que melhor representam os sentimentos manifestados em cada grupo.

Quadro 5: Comparação entre as respostas de diário de bordo

Tema	Grupo	Relatos
Cilindros	Controle	<ul style="list-style-type: none"> • Tranquilo. • Bem. • Nostálgico. • Interessada, porém sonolenta.
	Experimental	<ul style="list-style-type: none"> • Bem satisfeito com as resoluções e atividades desenvolvidas em grupo. • Me senti muito interessada na explicação. • Confortável, foi possível esclarecer algumas dúvidas sobre os cálculos. • Me senti mais inteligente.
Anagramas	Controle	<ul style="list-style-type: none"> • Bem. • Muito bem.
	Experimental	<ul style="list-style-type: none"> • Muito bem. • Tranquilo.
Média aritmética	Controle	<ul style="list-style-type: none"> • Apático, porém sinto que estou a compreender o que havia esquecido. • Me senti confortável. • Me senti ansiosa e um pouco pressionada por mim mesma para terminas as questões em um tempo razoável e para não errar.
	Experimental	<ul style="list-style-type: none"> • Pensativo. • Bem. • Animada.
Frações/MMC	Controle	<ul style="list-style-type: none"> • Bem louco. • Com sono e entediada. • Ansiosa.
	Experimental	<ul style="list-style-type: none"> • Bem, desafiado perante os desafios propostos. • Nervosa inicialmente, pois não lembrava de nada, mas acabei lembrando. • Confortável. • Me fez colocar a cabeça para sair da preguiça e pensar mais. • A aula foi bem divertida. • Estimulado a observar, avaliar e resolver os problemas, podendo-se expandir para a vida pessoal.

Fonte: Elaborado pelo pesquisador

Assim como Tobias (2004) relata, parece que as estratégias adotadas junto ao grupo experimental, ou seja, que envolviam técnicas de estímulo à criatividade em matemática, contribuem para a superação de sentimentos negativos em matemática. Fato que pode ser visto ao acompanhar as falas dos estudantes que participaram deste grupo.

4.6 Resultados correlacionais entre Criatividade, Motivação e Desempenho em Matemática

A partir dos resultados obtidos com a aplicação dos instrumentos, algumas correlações foram identificadas entre as variáveis em análise, como a criatividade em matemática (TDCCM), o desempenho em matemática (TDMat) e aspectos positivos (+) e negativos (-) da escala de motivação em matemática (EMM). Foi utilizado o *rô de Spearman* (indicador não paramétrico de correlação), tendo por referência todos os escores obtidos nos testes quantitativos, isto é, juntando os escores obtidos tanto pelo grupo controle quanto pelo grupo experimental, gerando os seguintes cruzamentos de dados: (a) para a Primeira aplicação: EMM (+) X TDMat-A; EMM (+) X TDCCM-A; EMM (-) X TDMat-A; EMM (-) X TDCCM-A; TDMat-A X TDCCM-A; e (b) para a Segunda aplicação: EMM (+) X TDMat-B; EMM (+) X TDCCM-B; EMM (-) X TDMat-A; EMM (-) X TDCCM-A; TDMat-B X TDCCM-B. A tabela abaixo sintetiza os principais resultados alcançados.

Tabela 5: Correlação entre variáveis em análise

		Correlação Rô de Spearman	Valor-p
1ª Aplicação	EMM (+) X TDMat-A	0,568	0,001
	EMM (-) X TDCCM-A	-0,412	0,015
2ª Aplicação	EMM (+) X TDCCM-B	0,369	0,032

Fonte: Elaborada pelo pesquisador

As demais correlações não foram significativas ($p > 0,05$).

Os dados apresentados na Tabela 5, relativos à primeira aplicação dos instrumentos, mostram que os elementos positivos em relação à motivação em matemática possuem correlação com o desempenho em matemática. Por outro lado, os elementos negativos em relação à matemática estão correlacionados a baixos escores em criatividade em matemática. Nota-se na segunda aplicação uma correlação positiva entre os elementos positivos da escala de motivação em matemática e a criatividade em matemática. Situação semelhante foi encontrada por Gontijo (2007).

Esses dados reforçam, a partir do ponto de vista quantitativo, que investir na motivação dos estudantes contribui para um melhor desempenho acadêmico, assim como para um incremento nas produções criativas no campo da matemática.

Adicionalmente, vale ressaltar ainda que embora as demais correlações não tenham sido consideradas significativas pelo ponto de vista estatístico, a análise qualitativa oferece pistas do contrário. Sendo assim, talvez seja decorrente da baixa amostra ou demais variáveis não controladas neste estudo. Isso encoraja que novos estudos desta natureza devem replicar essa análise.

4.7 Resumo dos resultados obtidos

A partir dos achados encontrados e relatados anteriormente, tanto pelo método qualitativo quanto pelo método quantitativo, pôde-se construir os quadros-resumo de resultados apresentados a seguir (Quadro 6, 7, 8, 9 e 10). Esses quadros têm por propósito sumarizar os resultados a partir da apresentação sucinta das perguntas de pesquisa, dos conseguintes objetivos específicos, dos resultados encontrados e dos argumentos construídos ao longo da pesquisa que permitem confirmar a hipótese inicial, isto é, a tese que ora se pretendeu defender:

A tríade criatividade, motivação e desempenho em matemática pode ser influenciada positivamente a partir de aulas baseadas em técnicas de criatividade, na medida em que nutrem o pensamento criativo do estudante, motivando-o e contribuindo para o aprimoramento de seus conhecimentos.

Quadro 6: Quadro-resumo de resultados I – Criatividade em matemática

Pergunta de Pesquisa/ Objetivo Específico	Resultado encontrado	Argumento
<p>A tríade criatividade, motivação e desempenho em matemática de estudantes do último ano do ensino médio é influenciada positivamente a partir de um curso extracurricular de matemática cujas aulas são baseadas em técnicas de criatividade?</p> <p>Analisar se aulas baseadas em técnicas de criatividade influenciam positivamente no aprimoramento de (a) criatividade em matemática; (b) motivação em matemática; e (c) desempenho em matemática.</p>	<p>Incremento nos escores de criatividade em matemática a partir das aulas baseadas em técnicas de criatividade</p>	<p>Escores do grupo experimental acima do grupo controle.</p> <p>Teste de Wilcoxon mostra resultados significativamente diferentes entre as versões A e B do TDCCM para o grupo experimental ($p < 0,001$). O mesmo não ocorre para o grupo controle ($p = 0,76$)</p> <p>Os estudantes do grupo experimental relatam ser possível ser criativo em matemática, diferentemente do que o grupo controle afirma.</p>

Fonte: Elaborado pelo pesquisador

Em síntese, o Quadro 6 indica, a partir de resultados quantitativos, que os escores do grupo experimental após o curso extracurricular foram significativamente superiores em relação ao grupo controle. A análise quantitativa, por sua vez, apontou ainda que os estudantes do grupo experimental percebiam ser a matemática passível de criatividade diferentemente do que se constatou nas falas obtidas junto ao grupo controle.

Quadro 7: Quadro-resumo de resultados II – Motivação em matemática

Pergunta de Pesquisa/ Objetivo Específico	Resultado encontrado	Argumento
<p>A tríade criatividade, motivação e desempenho em matemática de estudantes do último ano do ensino médio é influenciada positivamente a partir de um curso extracurricular de matemática cujas aulas são baseadas em técnicas de criatividade?</p> <p>Analisar se aulas baseadas em técnicas de criatividade influenciam positivamente no aprimoramento de (a) criatividade em matemática; (b) motivação em matemática; e (c) desempenho em matemática.</p>	<p>Incremento nos escores de motivação em matemática a partir das aulas baseadas em técnicas de criatividade</p>	<p>Para o grupo controle, pouco se alteraram as medidas de tendência central relacionadas aos aspectos positivos e negativos da EMM.</p> <p>Para o grupo experimental, a alteração dos escores foi significativa (Teste de Wilcoxon: $p = 0,01$ para aspectos positivos; e $p = 0,03$ para aspectos negativos). O mesmo não ocorreu para o grupo controle.</p> <p>Gráficos que retratam a distribuição de respostas dos participantes nas duas versões da EMM mostram o grupo experimental mais motivado do que o grupo controle após a intervenção realizada.</p>

Fonte: Elaborado pelo pesquisador

Em relação à motivação em matemática, os gráficos gerados a partir da distribuição de respostas dos participantes indicaram maior alteração nas respostas obtidas junto ao grupo experimental, tanto no que diz respeito aos aspectos positivos (que aumentaram) quanto aos aspectos negativos (que diminuiram), em relação à matemática. Dados quantitativos, por sua vez, permitiram encontrar uma diferença significativa neste grupo entre o pré e o pós teste, enquanto o mesmo não ocorreu para o grupo controle.

Quadro 8: Quadro-resumo de resultados III – Desempenho em matemática

Pergunta de Pesquisa/ Objetivo Específico	Resultado encontrado	Argumento
<p>A tríade criatividade, motivação e desempenho em matemática de estudantes do último ano do ensino médio é influenciada positivamente a partir de um curso extracurricular de matemática cujas aulas são baseadas em técnicas de criatividade?</p> <p>Analisar se aulas baseadas em técnicas de criatividade influenciam positivamente no aprimoramento de (a) criatividade em matemática; (b) motivação em matemática; e (c) desempenho em matemática.</p>	<p>Incremento nos escores de desempenho em matemática a partir das aulas baseadas em técnicas de criatividade</p>	<p>As notas na primeira aplicação para ambos os grupos foram entre 0,00 e pouco menos que 7,0.</p> <p>Na segunda aplicação, o grupo experimental teve nota mínima 1,75, enquanto que o grupo controle continuou com 0,00. As notas máximas de ambos os grupos subiram para pouco menos que 9,0.</p> <p>Teste de Wilcoxon mostra que a diferença obtida entre a primeira e a segunda aplicação do TDMat foi significativa para o grupo experimental ($p < 0,04$), enquanto que o mesmo não ocorreu para o grupo controle ($p = 0,07$).</p> <p>Os estudantes do grupo experimental relatam terem compreendido o tema das aulas ministradas. Isso mostra que além de aulas com um clima mais amistoso, o conteúdo esteve presente e, com isso, o aprimoramento do desempenho.</p>

Fonte: Elaborado pelo pesquisador

Na segunda aplicação do TDMat, o grupo experimental demonstrou estar mais propenso a tentar resolver as questões do teste do que o grupo controle. Além disso, os dados quantitativos ainda indicaram haver uma diferença significativa entre as notas obtidas nas duas aplicações no grupo experimental, enquanto que isso não ocorreu para o grupo controle.

Quadro 9: Quadro-resumo de resultados IV – Como a matemática é vista

Pergunta de Pesquisa/ Objetivo Específico	Resultado encontrado	Argumento
<p>Quais diferenças quanto às percepções dos estudantes em relação à matemática a partir do tipo de aulas que receberam ao longo do curso (aulas convencionais e aulas baseadas em técnicas de criatividade)?</p> <p>Analisar a percepção dos estudantes quanto às aulas de matemática que tiveram acesso ao longo do curso extracurricular (aulas convencionais – grupo controle; e aulas baseadas em técnicas de criatividade – grupo experimental).</p>	<p>Aceitação das aulas baseadas em técnicas de criatividade pelos estudantes a partir do grupo experimental</p>	<p>Resultados ligados à EMM mostraram que o grupo experimental teve maior aumento nos níveis de motivação em matemática. Apesar de reconhecer que isso advém de diferentes variáveis, isso permite inferir que as aulas baseadas em técnicas de criatividade foram bem aceitas por este grupo.</p> <p>O grupo controle pontua que as aulas ministradas no curso extracurricular pouco diferem das aulas convencionais da escola. Indagados sobre criatividade em matemática, o grupo controle relata que acredita ser complicado.</p> <p>O grupo experimental, por sua vez, afirma que há mais interatividade, que é um ambiente mais descontraído e que têm entendido mais. Indagados sobre criatividade em matemática, o grupo experimental relata que acreditam sim que haja espaço para ser criativo em matemática.</p> <p>Relatos apresentados no Quadro 5 mostram impressões coletadas junto aos participantes ao longo da intervenção.</p>

Fonte: Elaborado pelo pesquisador

Falas oriundas do grupo experimental permitem inferir a aceitação por parte dos estudantes pelo método de aula que foi oferecido durante a pesquisa. Além de terem demonstrado melhores indicadores de criatividade, motivação e desempenho

em matemática, os mesmos ainda relataram se sentirem confortáveis durante às aulas.

Quadro 10: Quadro-resumo de resultados V – Correlações

Pergunta de Pesquisa/ Objetivo Específico	Resultado encontrado	Argumento
<p>Qual a correlação entre a criatividade em matemática e a motivação em matemática; a criatividade em matemática e o desempenho em matemática; e a motivação em matemática e o desempenho em matemática?</p> <p>Investigar as correlações entre (a) criatividade em matemática e motivação em matemática; (b) criatividade em matemática e desempenho em matemática; e (c) motivação em matemática e desempenho em matemática.</p>	<p>Correlações entre as variáveis criatividade, motivação e desempenho em matemática</p>	<p>Correlações entre aspectos positivos da EMM e o TDMat ((Spearman: 0,568; $p = 0,001$) e aspectos negativos da EMM e o TDCCM (Spearman: -0,412; $p = 0,015$) referentes à primeira aplicação dos instrumentos.</p> <p>Correlação positiva entre os aspectos positivos da EMM e o TDCCM referente à segunda aplicação dos instrumentos (Spearman: 0,369; $p = 0,032$).</p> <p>Embora não se tenha encontrado correlação estatística significativa entre todas as variáveis, foi possível identificar o incremento na tríade criatividade-motivação-desempenho em matemática. E, de acordo com a análise qualitativa, permite-se compreender haver sim uma associação entre essas.</p>

Fonte: Elaborado pelo pesquisador

Por fim, o quadro 10 indica resumidamente que apenas três pares de correlações foram encontradas de forma significativa. Entretanto, embora as demais não tenham sido consideradas significativas, é importante frisar que a análise qualitativa realizada durante esta pesquisa permite inferir uma associação entre as três variáveis estudadas.

Os aspectos discutidos nesta tese evidenciam que as aulas realizadas junto ao grupo experimental contribuíram para um incremento nas diferentes variáveis investigadas. Desta forma, pode-se dizer que esta pesquisa mostrou que aulas

baseadas em técnicas de criatividade podem promover resultados mais favoráveis do que a forma convencional do ensino da matemática, elevando tanto o desempenho quanto a motivação e a criatividade nesta área.

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Gerar muitas e muitas ideias em matemática. Fazer matemática. Matematizar. Elaborar e resolver problemas matemáticos. Tarefas que outrora não faziam parte da dinâmica de se estudar matemática. As mudanças que são demandadas hoje, no entanto, são frutos das inovações tecnológicas e demais invenções que carecem cada vez mais do exercício do livre pensar e no que se pode denominar por pensamento criativo, embebido de motivação e conhecimento.

Um indivíduo que antes dizia “sei matemática, só não lembro as fórmulas” e “se me derem as fórmulas, sou bom em matemática” não está correto na atualidade. Em outros tempos, tais afirmações poderiam ter feito sentido, mas no cenário de hoje, esse indivíduo pode se autodenominar como um bom seguidor de algoritmos, como uma pessoa que consegue realizar operações matemáticas, mas não como alguém bom em matemática. Fazer matemática é mais que isso. Demonstrar conhecimento matemático transcende a mera aplicação de algoritmos e demanda interpretação, mobilização de diferentes conceitos, interdisciplinaridade, entre outros.

Vale destacar que a criatividade em matemática é composta, dentre outros fatores, da motivação e do desempenho em matemática. Não basta gostar de um conteúdo matemático para se autodenominar motivado em matemática. A motivação é mais que isso, tende à disposição em se empreender tempo e dedicação a querer estudar, realizar lições, falar sobre o assunto. Ao mesmo tempo que para se criar algo, é necessário conhecer bem o tema. É, portanto, um movimento que demanda pensamento focado e específico, mas que inclusive pode se estender a outros campos de domínio.

Os achados desta pesquisa, por conseguinte, mostraram que aulas de matemática baseadas em técnicas de criatividade são úteis para se aprimorar a tríade criatividade-motivação-desempenho em matemática. Sendo assim, deixa uma comprovação de que a abordagem utilizada é favorável ao ensino de matemática, é favorável a um ensino de matemática que considera, por sua vez, as mudanças previstas para o mundo futuro e que, em muito, já têm se tornado presentes.

Como limitações deste estudo, pode-se apontar a baixa amostra da pesquisa por dois motivos: (a) por prejudicar uma análise quantitativa a partir de testes paramétricos; e (b) por distanciar-se da realidade de uma sala de aula regular, tendo em vista que, em geral, essas possuem o dobro da quantidade de estudantes que se

trabalhou durante a pesquisa. O número pequeno da amostra também prejudicou a generalização dos resultados e o estudo estatístico no que tange às correlações entre as variáveis. No entanto, apesar dessas limitações, há que se destacar que os resultados correlacionais ainda devem ser flexibilizados, uma vez que a análise qualitativa permitiu compreender associação entre essas variáveis.

Ainda é uma discussão pequena em comparação a todo o grupo de escolas de Brasília, do Distrito Federal, do Brasil, mas que permite sugerir que esta reinvenção da prática pedagógica deve ser replicada outras vezes. Certamente é delicado apontar que todos os professores teriam condições de empreender aulas da maneira como a apresentada nesta pesquisa, quando se considera a alta carga de trabalho de muitos professores ou mesmo o elevado número de alunos que possuem em cada turma. Entretanto, a pesquisa aponta um caminho. E compreender que a criatividade é algo que precisa ser estimulado durante a escola básica já é uma síntese importante. A simples resolução de exercícios (e nisso incluem-se os problemas, sejam abertos ou fechados) pode transformar a aula em momentos de estímulo à criatividade em matemática. Afinal, grande parte da riqueza desse tipo de aula está na prática pedagógica adotada, de modo que um problema pode ser apenas corrigido ou pode se configurar força motriz para nutrir a geração muitas ideias, ideias oriundas a partir de diferentes perspectivas e ideias originais.

Como possibilidades para novas pesquisas que se interessem pelo fenômeno da criatividade há um rol de alternativas, como investigar (a) a associação entre o pensamento crítico e o pensamento criativo, uma vez que é esperado que o indivíduo possa julgar e escolher dentre as muitas ideias geradas as que podem melhor se aplicar em suas necessidades; (b) de maneira longitudinal as escolhas pessoais e profissionais dos sujeitos com alta e baixa criatividade em matemática; (c) como a ansiedade em matemática pode influenciar a criatividade, a motivação e o desempenho em matemática, bem como investigar de que forma o aprimoramento dessas três variáveis pode combater a ansiedade em matemática; (d) se o autoconceito sobre matemática influencia os resultados em testes de criatividade, motivação e desempenho em matemática; ou (e) como o pensamento criativo está presente em meio a atividades ligadas à criatividade, à motivação e ao desempenho em matemática.

Novas investigações devem ser realizadas, em diferentes escolas, regiões e com maior número de estudantes. Trata-se esse de um estudo pioneiro que pode

nutrir demais investigações e que aos poucos pode estimular a criação de novas aulas/oficinas que tenham por propósito estimular tais variáveis. Além disso, esta pesquisa ainda permite compreender elementos que devem ser considerados na elaboração de materiais didáticos que visem isso, tais como livros, jogos, etc. Aliás, um próximo passo a partir desta investigação é ampliar os roteiros das aulas utilizadas junto ao grupo experimental para dar origem a materiais de apoio ao professor da educação básica.

Assim como em criatividade em matemática, espera-se a geração de múltiplas respostas e/ou a adoção de múltiplas estratégias para um mesmo problema. O aprimoramento do ensino de matemática hoje demanda a criação de múltiplas práticas pedagógicas que funcionem adequadamente apesar dos diferentes contextos educacionais que se estendem por todo país. O desafio agora, portanto, é ser criativo para com o ensino de matemática, de modo a buscar estimular essas variáveis apesar de todas as dificuldades do sistema educacional vigente.

REFERÊNCIAS

ADEY, P. *It all depends on the context, doesn't it? Searching for general, educable dragons.* **Studies in Science Education.** United Kingdom, v. 29, p. 45-92, 1997.

AIKEN, L. R. *Ability and creativity in mathematics.* **Review of Educational Research.** Washington, v. 43, n. 4, p. 405-432, 1973.

ALENCAR, E. S.; FLEITH, D. de S. **Criatividade: Múltiplas Perspectivas.** 3 ed. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2003a.

ALENCAR, E. S.; FLEITH, D. de S. Contribuições teóricas recentes ao estudo da criatividade. **Psicologia: Teoria e Pesquisa.** Brasília, v. 19, n. 1, p. 1-8. 2003b.

ALVARENGA, R. C. M. **O raciocínio lógico e a criatividade na resolução de problemas matemáticos no ensino médio.** 2008. Marília – SP: Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Estadual Paulista, 2008.

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

BAHAR, A.; MARKER, C. J. *Exploring the relationship between mathematical creativity and mathematical achievement.* **Asia-Pacific Journal of Gifted and Talented Education.** Beijing, v. 3, n. 1, p. 33-48, 2011.

BEGHETTO, R. A.; KAUFMAN, J. C. *Toward a broader conception of creativity: A case for "mini-c" creativity.* **Psychology of Aesthetics, Creativity and the Arts,** v. 1, n. 2, p. 73-79, 2007.

BERROCOSO, J. V. *Orientación educativa y diferencias individuales: perfil global del estilo de aprendizaje en alumnos de secundaria.* **Revista de Ciencias de la Educación.** España, n. 171, p. 335-348, 1997.

BIANCHI, G. **Métodos para estímulo à criatividade e sua aplicação em arquitetura.** 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas. 2008.

BOKHOVE, C.; JONES, K. *Stimulating mathematical creativity through constraints in problem solving.* In: AMADO, N.; CARREIRA, S.; JONES, K. (Eds.). **Broadening the Scope of Research on Mathematical Problem Solving.** Research in Mathematics Education. Springer, 2018, p. 301-319.

BONETTI, S. T. **A interferência da família na aprendizagem matemática das crianças.** S.d. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/707-4.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

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: Atual, 1997, p. 4-12.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular - Ensino Médio**. 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embai_xa_site_110518.pdf>. Acesso: em 10 nov. 2019.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio, parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso: em 7 set. 2015.

BRASIL/INEP. **Press kit Saeb 2017**. Brasília, 2018. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/saeb/2018/documentos/presskit_saeb_2017.pdf>. Acesso: em 10 nov. 2019.

BRASIL/MEC. **Prova Brasil - Apresentação**. Brasília, [s.d]. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/prova-brasil>>. Acesso em 10 nov. 2019.

BRITO, M. R. **Solução de problemas e a matemática escolar**. Campinas: Alínea. 2006.

CARSON, S. **O cérebro criativo**. Tradução: Bruno Casotti. Rio de Janeiro: BestSeller, 2012.

CONKLIN, W.; DACEY, J. **Creativity and the standards**. Califórnia: Shell Education, 2004.

CRAWFORD, K.; GORDON, S.; NICHOLAS, J.; PROSSER, M. *Qualitatively different experiences of learning mathematics at university*. **Learning and Instruction**, v. 8, n. 5, p. 455-468, 1998.

CRESSWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Tradução Magda Lopes; Revisão Técnica Dirceu da Silva. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CSIKSZENTMIHALYI, M. *Implications of a systems perspective for the study of creativity*. *In*: Sternberg, R. J. (Eds.). **Handbook of Creativity**. New York: Cambridge University Press, 1999, p. 313-336.

D'AMBRÓSIO, U. **Etnomatemática**. Coleção tendências em educação matemática. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

DOSSEL, S. *Math anxiety*. **The Australian Mathematics Teacher**, v. 49, n. 1, 1993.

DUFF, A. *Approaches to learning: the revised approaches to studying inventory*. **Active Learning in Higher Education**. London, v. 5, n. 1, p. 56-72, 2004.

- ERNEST, P. ***What is empowerment in mathematics education?*** United Kingdom, 2002. Disponível em: <<http://mes3.learning.aau.dk/Papers/Ernest.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2017.
- ERVYNCK, G. ***Mathematical creativity***. In: TALL, D. (Org.). ***Advanced Mathematical Thinking***. Boston: Kluwer Academic, 1991.
- FADEL, C; BIALIK, M; TRILLING, B. **Educação em quatro dimensões: as competências que os estudantes precisam ter para atingir o sucesso**. Traduzido por Instituto Península e Instituto Ayrton Sena. 2015.
- FALKEMBACH, E. M. Diário de campo: um instrumento de reflexão. **Contexto e Educação**, Ijuí, v. 2, 1987.
- FERREIRA, P. E.; BURIASCO, R. L. Educação matemática realística: uma abordagem para os processos de ensino e de aprendizagem. **Educação Matemática e Pesquisa**. São Paulo, v. 18, n. 1, p. 237-252, 2016.
- FIELD, A. ***Discovering statistics using IBM SPSS Statistics: and sex and drugs and rock'n'roll***. 4 ed. Londons, Sage, 2013.
- FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. Coleção Formação de Professores. Campinas: Autores Associados, 2006.
- FIRMINO, J. E.; BROTTTO, T. C. Racióinio, heurísticas e resolução de problemas: um diálogo conceitual. **Revista Mosaico Estudos em Psicologia**. Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 1-12, 2009.
- FONSECA, M. G. Análise do uso da heurística na resolução de problemas como estímulo à criatividade no campo da matemática. In: **Anais da V Jornada Nacional de Educação Matemática**, Passo Fundo, 2014.
- FONSECA, M. G. **Construção e validação de instrumento de medida de criatividade no campo da matemática para estudantes concluintes da educação básica**. 2015. Brasília: Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade de Brasília, 2015.
- FONSECA, M. G.; GONTIJO, C. H.; SANTOS, C. R. dos. Pensamento crítico em matemática na educação brasileira: previsto, mas pouco estimulado. In: **Anais da I Jornada de Matemática dos Institutos Federais**, Brasília, 2018.
- FONSECA, M. G.; GONTIJO, C. H.; SOUZA, J. C. Criatividade no campo da matemática: como identificar e medir? In: **Anais do 4º Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, Ilhéus, p. 2306-2311, 2015.
- FONSECA, M. G.; GONTIJO, C. H.; SOUZA, J. C. O tratamento quantitativo e sua potencialidade para a construção de testes psicométricos em pesquisas de Educação Matemática. **Perspectivas da Educação Matemática**. Campo Grande, v. 8, número temático, p. 770-783, 2015.

FONSECA, M. G.; GONTIJO, C. H.; ZANETTI, M. D. T. Estimulando o pensamento crítico e criativo em matemática a partir da "Força Numérica" e o Princípio Fundamental da Contagem. **Coinspiração: Revista de Professores que Ensinam Matemática**, v. 1, p. 241, 2018.

FREUDENTHAL, H. *Why to teach mathematics so as to be useful*. **Educational Studies in Mathematics**, Netherlands, v. 1, p. 3-8, 1968.

GARDNER, H. **Estruturas da mente: a teoria das inteligências múltiplas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1985.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONÇALVES, J. L. Raciocínio heurístico e a resolução de problemas. **Revista Unijales**, Jales, v.1, n.1, 2006.

GONTIJO, C. H. **Relações entre criatividade, criatividade em matemática e motivação em matemática de alunos do ensino médio**. 194f. Brasília: Tese (Doutorado em Psicologia) - Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília, 2007.

GONTIJO, C. H. Resolução e formulação de problemas: caminhos para o desenvolvimento da criatividade em matemática. *In: Anais do Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*. Recife, 2006.

GONTIJO, C. H. Roteiro para oficinas de criatividade em Matemática. Brasília, 2018. **Não publicado**.

GONTIJO, C. H.; CARVALHO, A. T. de; FONSECA, M. G.; FARIAS, M. P. de. **Criatividade em matemática: conceitos, metodologias e avaliação**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2019.

GONTIJO, C. H.; FONSECA, M. G. (Orgs). **Criatividade em matemática: lições da pesquisa**. Curitiba: CRV, 2020.

GONTIJO, C. H.; ZANETTI, M. D. T.; FONSECA, M. G. **Creative and critical thinking in mathematics: a workshop for teachers**. *In: 11th International Conference on Mathematical Creativity and Giftedness*. Hamburg, 2019.

GRÉGOIRE, J. *Understanding creativity in mathematics for improving mathematical education*. **Journal of Cognitive Education and Psychology**, v. 15, n. 1, p. 24-36, 2016.

HAAVOLD, P. *An empirical investigation of a theoretical model for mathematical creativity*. **The Journal of Creative Behavior**. United States, p. 1-19, 2016.

HADAMARD, J. **The psychology of invention in the mathematical field**. New York: Princenton University Press, 1954.

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

HAYLOCK, D. W. *The methods of fostering creativity through mathematical problem solving*. **ZDM Mathematics Education**. Germany, 1997.

HUETE, J. C.; BRAVO, J. A. **O Ensino de matemática: fundamentos e bases psicopedagógicas**. Tradução Ernani Rosa. Porto Alegre: Artmed, 2006.

IPM. **Indicador de Alfabetismo Funcional - INAF Brasil 2018: Resultados Preliminares**. 2018. Disponível em: <http://acaoeducativa.org.br/wp-content/uploads/2018/08/Inaf2018_Relat%C3%B3rio-Resultados-Preliminares_v08Ago2018.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2019.

KANHAI, A.; SINGH, B. *Role of mathematical creativity in futuristic society*. **Indian Streams Research Journal**, v. 4, n. 7, 2014.

KANHAI, A.; SINGH, B. *Some environmental and attitudinal characteristics as predictors of mathematical creativity*. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, United States**, v. 48, n. 3, p. 327-337, 2017.

KATTOU, M.; KONTOYIANNI, K.; PITTA-PANTAZI, D.; CHRISTOU, C. *Connecting mathematical creativity to mathematical ability*. **International Journal on Mathematics Education. Berlim**, v. 45, n. 2, p. 167-181, 2013.

KOLB, D. **Experiential learning**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1984.

KRUTETSKII, V. A. **The psychology of mathematical abilities in schoolchildre**. Chicago: The University of Chicago Press, 1976.

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, p. 51-61, 2006.

LAYCOCK, M. *Creative mathematics at Nueva*. **Arithmetic Teacher**, n. 17, p. 325-328, 1970.

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**. Seul, v. 7, n. 3 p. 163-189, 2003.

LEIKIN, R. *Exploring mathematical creativity using multiple solution tasks*. In: LEIKIN, R.; BERMAN, A.; KOICHU, B. (Eds.). **Creativity in mathematics and the education of gifted students**, Rotterdam: Sense Publishers, p. 129-145, 2009.

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

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

LEV-ZAMIR, H; LEIKIN, R. Saying versus doing: teachers' conceptions of creativity in elementary mathematics teaching. **The International Journal on Mathematics Education**. Berlim, v. 45, n. 2, p. 295-308, 2013.

LIVNE, N. L.; MILGRAN, R. M. *Academic versus creative abilities in mathematics: Two components of the same construct?*. **Creativity Research Journal**. United States, v. 18, n. 2, p. 199-212, 2006.

LIVNE, N. L.; MILGRAN, R. M. *Assessing four levels of creative mathematical ability in Israeli adolescents utilizing out-of-school activities: A circular three-stage technique*. **Roeper Review**. Lawrenceville, v. 22, n. 2, p. 111-116, 2000.

LUBART, T. **Psicologia da criatividade**. Tradução: Márcia Conceição Machado. Porto Alegre: Artmed, 2007.

LUCCA, D. de. Longe da prática. **ARH serrana**. Sessão Artigos. 2011. Disponível em: <http://www.arhserrana.com.br/2011/?ir=artigos&id_artigo=175>. Acesso em: 10 out. 2013.

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.

MELO, M. C.; CRUZ, G. D. Roda de conversa: uma proposta metodológica para a construção de um espaço de diálogo no ensino médio. **Imagens da Educação**. Brasil, v. 4, n. 2, p. 31-39, 2014.

MOSER, F. **O uso de desafios: motivação e criatividade nas aulas de matemática**. 2008. Porto Alegre: Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2008.

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.

NATIONAL COUNCIL OF SUPERVISOR OF MATHEMATICS (NSCM). Position paper on basics mathematics skills. Washington: National Institute of Education, 1977.

NEWTON, L. D.; NEWTON, D. P. *Creativity in 21st century education*. **Prospects**. Paris, n. 44, p. 575-589, 2014.

OCDE. **Pisa 2018: Insights and Interpretations**. 2019. Disponível em: <<https://www.oecd.org/pisa/PISA%202018%20Insights%20and%20Interpretations%20FINAL%20PDF.pdf>> Acesso em: 10 dez. 2019.

OCDE/IMPA. **10 Questões para professores de matemática... e como o PISA pode ajudar a respondê-las**. Traduzido pelo Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA). 2018.

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

P21. **Framework for 21st century learning**. 2016. Disponível em: <http://www.p21.org/storage/documents/docs/P21_framework_0816.pdf>. Acesso em: 8 mai. 2017.

PEREIRA, A. L.; RAMOS, A. P.; MATEUS, A. A.; MATIAS, J. B. de O.; CARNEIRO, T. R. A. **Problemas matemáticos: caracterização, importância e estratégias de resolução**. Seminários de Resolução de Problemas. IME/USP. São Paulo, 2002. Disponível em: <http://www.miniweb.com.br/ciencias/Artigos/resolucao_problemas.pdf>. Acesso em: 13 set. 2017.

PETROVICI, C.; HAVÂRNEANU, G. *An educational program of mathematical creativity*. **Acta Didactica Napocensia. Romania**, v. 8, n. 1, p. 13-20, 2015.

PFENNINGER, K. H.; SHUBIK, V. R. **The origins of creativity**. New York: Oxford University Press, 2001.

PINHEIRO, S.; VALE, I. Formulação de problemas e criatividade na aula de matemática. *In: Anais do XXIV Seminário de investigação em educação matemática (XXIV SIEM)*. Braga: Universidade do Minho, 2013.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas: um novo enfoque do método matemático**. Tradução e adaptação: Heitor Lisboa de Araújo. Rio de Janeiro: Interciência, 1994.

PORLÁN, R.; MARTÍN, J. **El diario del professor**. Sevilla: Díada, 2004.

PZYBLISKI, L. M.; SANTOS JÚNIOR, G. D.; PINHEIRO, N. A. Relações entre o ensino da matemática e a neurociência. *In: I Simpósio nacional de ensino de ciência e tecnologia*, 2009.

RATO, J. R.; CALDAS, A. C. Neurociências e educação: realidade ou ficção?. *In: Actas do VII Simpósio nacional de investigação em psicologia*, Universidade do Minho. Portugal, p. 626-645, 2010.

ROSA, M.; OLIVEIRA, D. P. A.; OREY, D. C. Delineando e conduzindo o método misto de pesquisa em investigações em Educação Matemática. **Perspectivas da Educação Matemática**. Campo Grande, v. 8, número temático, p. 749-769, 2015

SALDAÑA, P. **Adultos não sabem matemática básica, segundo pesquisa**. 2015. Disponível em: <<http://educacao.estadao.com.br/noticias/geral,adultos-nao-sabem-matematica-basica--segundo-pesquisa,1789357>>. Acesso em: 17 jul. 2017.

- SCHASTAI, M. B.; PEDROSO, S. M. **A resolução de problemas numa perspectiva metodológica**. 2008. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2008_uepg_mat_artigo_marta_burda_schastai.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2015.
- SCHOENFELD, A. H. *Reflections on problem solving theory and practice*. **The Mathematics Enthusiast**. United States, v. 10, n. 1 e 2, p. 9-34, 2013.
- SRIRAMAN, B. The characteristics of mathematical creativity. **The Mathematics Educator**. Athens, v. 14, n. 1, p. 19-34, 2004.
- SRIRAMAN, B. Are giftedness and creativity synonyms in mathematics? **The Journal of Secondary Gifted Education**. Waco, v. 17, n. 1, p. 20-36, 2005.
- SRIRAMAN, B.; HAAVOLD, P. *Creativity and giftedness in mathematics education: a pragmatic view*. In: **First Compendium for Research in Mathematics Education**, NCTM, Reston, 2017.
- STERNBERG, R. J. *The nature of creativity*. **Creativity Research Journal**. United States, v. 18, n. 1, p. 87-98, 2006.
- STERNBERG, R. J.; LUBART, T. *An investment theory of creativity and its development*. **Human Development**, Berkeley, v. 34, n. 1, p. 1-31, 1991.
- STEWART, I. **Incríveis passatempos matemáticos**. Tradução: Diego Alfaro. Revisão técnica: Samuel Jurkiewicz. Rio de Janeiro: Zahar, 2010.
- TOBIAS, S. **Fostering creativity in the science and mathematics classroom**. In: *Conference at national science foundation*. Malásia, 2004. Disponível em: <<https://www.wpi.edu/News/Events/SENM/tobias.ppt>>. Acesso em: 21 out. 2015.
- UNESCO. **Os desafios do ensino de matemática na educação básica**. 2016. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002468/246861por.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2017.
- UNESCO. **World conference of arts education: Building creative competences for the 21 st century**. 2006. Disponível em: <http://www.artssmarts.ca/media/en/UNESCO_WORLD_CONFERENCE_ON_ARTS_EDUCATION_eng.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2017.
- VALDÉS, E. A. **El desarrollo de la creatividad en la educación matemática**. In: *Anais do congresso iberoamericano de educación: Metas 2021 - Um congresso para que pensemos entre todos la educación que queremos*. Buenos Aires, 2010.
- WALIA, P. *Achievement in relation to mathematical creativity of eighth grade students*. **Indian Streams Research Journal**, v. 2, n. 2, p. 1-4, 2012.
- WALLAS, G. **The art of thought**. New York: Harcourt Brace, 1926.

WANG, Z.; LUKOWSKI, S. L.; HART, S. A.; LYONS, I. M.; THOMPSON, L. A.; KOVAS, Y.; MAZZOCCO, M. M. M.; PLOMIN, R.; PETRILL, S. A. *Is math anxiety always bad for math learning? The role of math motivation. Association for Psychological Science*, v. 26, n. 12, p. 1863-1876, 2015.

WECHSLER, S. M. **Criatividade: descobrindo e encorajando**. 2 ed. Campinas: Psy, 1998.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The future of jobs: employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution**. 2016. Disponível em: <http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2019.

ZHANG, L.; STERNBERG, R. J. *A threefold model of intellectual styles. Educational Psychology Review. Netherlands*, v. 17, n. 1, p. 1-53, 2005.

APÊNDICE A – Roteiro 1: Oficina de Criatividade em Matemática

- 1) **Objetivos:** Estimular os estudantes a revisarem procedimentos para resolução de expressões numéricas e equações do primeiro grau a partir de suas próprias ideias.
- 2) **Problema a ser resolvido:** Indique valores para as letras da expressão abaixo, de modo que a torne verdadeira. Considere neste caso que letras diferentes devem necessariamente possuir valores diferentes.

$$\begin{array}{r} A B \\ + C D \\ \hline P K R \end{array}$$

3) Conteúdos da Atividade:

- a. Quatro operações básicas da aritmética e suas propriedades;
- b. Procedimentos para se resolver uma expressão numérica;
- c. Procedimentos para se resolver uma equação do 1º grau.

4) **Público alvo:** Estudantes do ensino fundamental (anos finais); ensino médio; e, graduação.

5) **Pré-requisitos:** Necessário que os estudantes já tenham estudado expressões numéricas e equações de 1º grau. Trata-se de uma oficina de revisão desses elementos. Para tanto, precisam ser capazes de:

- a. Executar corretamente as quatro operações da aritmética, utilizando suas respectivas propriedades;
- b. Interpretar problemas matemáticos para assim compreender corretamente o que se espera em cada enigma proposto durante a execução da oficina.

6) Materiais:

- a. Material impresso para a realização da atividade (Enigmas)
- b. Quadro e pincel para geração coletiva de ideias (Brainstorming)
- c. Folha branca e caneta para geração individual/colaborativa de ideias (Brainwriting).

7) Tempo de duração da atividade: 2 horas (sessão única)

8) Resultados esperados: Realização de revisão de técnicas e procedimentos operatórios para solucionar expressões numéricas e equações de 1º grau a partir do compartilhamento de ideias e estratégias oferecidas pelos próprios estudantes. Interessante para relembrar elementos básicos da matemática. Contribui com o repertório dos estudantes no que se refere a representações mentais relativas a resolução de expressões numéricas e equações de 1º grau.

9) Estratégias de Ensino e Aprendizagem:

a. Aquecimento: Enigma da Adição (Em grupos de 4 ou 5 estudantes para construção mútua da resolução).

Encontre o número formado por $\bigcirc \square \triangle$, sendo que:

$$\begin{array}{r} \bigcirc \square \triangle \\ + \bigcirc \square \triangle \\ \hline \bigcirc \square \triangle \\ \hline \triangle \triangle \triangle \end{array}$$

b. Aproximação com a tarefa:

I. Será que todos os grupos pensaram da mesma maneira para resolver esse enigma? Vamos compartilhar como cada grupo o solucionou?

II. Há algo de comum entre resolver esse enigma e se resolver uma expressão numérica e/ou equação do 1º grau?

c. Desenvolvimento da tarefa:

I. Técnica de criatividade – *Brainstorming*

> O que devemos levar em consideração para resolver uma expressão numérica?

II. Técnica de criatividade – *Brainwriting**

> Quais são etapas/modos/procedimentos de se resolver uma equação do 1º grau?

d. Construção do conceito/definição: A revisão de como se resolver expressões numéricas e equações do 1º grau são realizadas durante a execução das técnicas

de criatividade mencionadas acima que, por sua vez, estimulam que os próprios estudantes possam compartilhar seus saberes sobre o tema.

10) Sistematização: A sistematização das ideias geradas nas técnicas de criatividade, seja no *Brainstorming* e no *Brainwritting*, é realizada de maneira coletiva. Afinal, eles próprios podem julgar as ideias surgidas e argumentar se fazem, ou não, algum sentido para o propósito de se resolver expressões numéricas e/ou equações do 1º grau.

Após cada uma das técnicas de criatividade utilizadas, os participantes podem expressar possíveis dúvidas que, por ventura, não tenham sido mencionadas na produção coletiva.

11) Projeções futuras: Havendo tempo disponível, há possibilidade ainda de se trabalhar com o *Braindrawing*. Nesse caso, cada participante deve ser encorajado a ir ao quadro e desenhar alguma representação que julga de alguma maneira representar uma equação do 1º grau. Podem surgir tanto representações algébricas como também representações ilustrativas como a clássica balança utilizada para explicar uma equação. Após os desenhos, é possível realizar uma leitura coletiva com vistas a sistematizar os significados de cada desenho.

Observações para a execução da tarefa:

* O *Brainwritting* utilizado nessa oficina é realizado a partir de dinâmica chamada por “1001 ideias”. Para tanto, a turma é dividida em grupos de 4 ou 5 participantes, dispostos em pequenos círculos. Cada participante possui 1 minuto para produzir três ideias referentes ao questionamento inicial. Encerrado o tempo, as folhas circulam no sentido horário. Os participantes possuem mais 1 minuto para lerem as ideias dos colegas e gerarem mais 3 ideias. Encerrado o tempo, as folhas circulam novamente no sentido horário e assim o procedimento se repete até que a folha retorne ao autor inicial.

Após essa fase, cada participante possui 1 minuto para circular as três melhores ideias que estão em sua folha. Passa a folha adiante e circula as três melhores ideias da nova folha, e assim por diante até que a folha retorne ao autor inicial. A mesma ideia pode ser circulada mais de uma vez, caso mais de uma pessoa julgue que ela é uma

das melhores ideias. Por fim, o grupo, deverá conversar sobre as ideias selecionadas em suas respectivas folhas e eleger as três melhores do grupo.

No caso em tela, as três ideias que melhor representam o procedimento de resolução de uma equação do 1º grau, como se pudessem sintetizar o procedimento de resolução em três passos.

Importante entregar um desafio por vez (em folhas separadas) para que todos se concentrem ao mesmo tempo em cada parte da oficina.

1) Indique valores para as letras da expressão abaixo, de modo que a torne verdadeira. Considere neste caso que letras diferentes possuem valores diferentes.

$$\begin{array}{r} A B \\ + C D \\ \hline P K R \end{array}$$

2) Encontre o número formado por $\bigcirc \square \triangle$, sendo que:

$$\begin{array}{r} \bigcirc \square \triangle \\ + \bigcirc \square \triangle \\ \hline \bigcirc \square \triangle \\ \triangle \triangle \triangle \end{array}$$

APÊNDICE B – Roteiro 2: Oficina de Criatividade em Matemática

1) Objetivos: Estimular os participantes a revisarem o conceito de média. Ademais, espera-se ainda que os participantes possam refletir sobre a aplicação da média em tarefas cotidianas.

2) Problema a ser resolvido: Você deve produzir calças para vender. É esperado que você as confeccione em três tamanhos diferentes. Como você pode estabelecer o comprimento de cada calça de modo a contemplar o maior público possível?

3) Conteúdos da Atividade:

- a. Algoritmo da adição e da multiplicação;
- b. Média aritmética (conceito e algoritmo);

4) Público alvo: Estudantes do ensino fundamental (anos finais); ensino médio; e, graduação.

5) Pré-requisitos: Necessário que os estudantes já tenham estudado média aritmética. Trata-se de uma oficina de revisão desse elemento. Para tanto, precisam ser capazes de:

- a. Executar corretamente as quatro operações da aritmética, utilizando suas respectivas propriedades;
- b. Interpretar problemas matemáticos para assim compreender corretamente o que se espera em cada enigma proposto durante a execução da oficina.

6) Materiais:)

- a. Folha branca e caneta para elaboração de desenho individual (Braindrawing)

7) Tempo de duração da atividade: 2 horas (sessão única)

8) Resultados esperados: Realização de revisão de média. Espera-se que os participantes ampliem suas concepções relacionadas a média e assim consigam

visualizar com maior clareza onde esse elemento matemático pode ser empregado no dia a dia..

9) Estratégias de Ensino e Aprendizagem:

a. Aquecimento: Grupos de 4 ou 5 participantes. A partir do problema inicialmente proposto, os participantes deverão gerar ideias a partir das seguintes instruções:

- Apenas conversando entre si. Destaca-se a eles para que não registrem ideia alguma nesse primeiro momento (cerca de 5 minutos);
- Reflexão silenciosa. Os participantes devem pensar sobre as ideias que tiveram no momento de conversa e tentar articulá-las entre si ou gerar novas propostas. Sem registrar por escrito e sem falar com os colegas (cerca de 2 minutos);
- Nova roda de conversa entre os participantes do grupo. Nesse momento, podem registrar por escrito o que foi produzido e então sistematizar aquilo que julgarem melhor responder ao problema inicial (5 minutos);
- Avaliação das ideias geradas entre o grupo e, em seguida, apresentação para o grande grupo (5 minutos).

Por fim, a discussão acerca das ideias de todos tem papel importante para estimular a fluidez do pensamento criativo e para conhecer o processo que cada grupo priorizou em prol de se resolver o presente problema.

b. Aproximação com a tarefa:

- I. Existe algum pensamento em comum nas ideias geradas pelos grupos? Há algum conceito matemático que contribuiu para as ideias geradas?

c. Desenvolvimento da tarefa:

I. Técnica de criatividade – *Braindrawing/ Lista de atributos*

- > Em uma folha em branco cada participante deverá representar o que entende por média. A ideia é que utilize a folha para indicar como explicaria média a um amigo. Podem ser utilizados quaisquer formas de representação: ilustrativa, algébrica, exemplos contextualizados, etc. É interessante que haja estímulo à representação

ilustrativa de modo que se sintam encorajados a produzirem representações não usuais do referido conceito.

Em seguida, as folhas são dispostas no chão e todos podem conhecer o que seus pares produziram. Podem ser estimulados a separar as representações por padrões que venham a identificar.

d. Construção do conceito/definição: A lista de atributos é o caminho final para essa oficina. Após cada participante externalizar a representação que possui acerca de média, bem como conhecer a que seus pares produziram, eles podem elencar tudo que julgarem importante para o conceito de média. De tal maneira podem falar o que pensam, enquanto um representante registra as ideias por escrito.

10) Sistematização: A sistematização das ideias geradas pela lista de atributos deve ser julgada a cada momento pelos pares e pelo mediador da oficina. Afinal, após as ideias estarem inseridas na lista de atributos produzida, os estudantes poderão compartilhá-la entre si para uma leitura silenciosa e reflexiva sobre o conceito tratado.

11) Projeções futuras: Havendo tempo disponível, há possibilidade ainda de se ampliar essa oficina para duas ou três sessões e trabalhar as outras medidas de tendência central, como a moda e a mediana. Estimular que reflitam sobre o motivo de se existir três tendências pode contribuir para que percebam em qual momento é mais desejável utilizar cada uma dessas.

Atividades a serem realizadas após a construção do conceito:

* De modo a não proporcionar uma oficina integralmente teórica em relação ao conceito de média, vale inserir alguns pequenos exemplos numéricos para que resolvam em grupo. Esses podem ser propostos após a construção conceitual.

Qual a média dos números 1,3,5,7,8,11,13

R.: 7

E se... retirasse o 7 desse rol?

R.: 7

E se... retirasse o 3 do rol original?

R. 7,57

E se... retirasse o 13 do rol original?

R. 6,14

É possível gerar alguma hipótese sobre o que está a ocorrer?

Sabendo que a média de A, B, C, D, E é 15 e que a média de A, B, C, D é 10,5, calcule E.

APÊNDICE C – Roteiro 3: Oficina de Criatividade em Matemática

- 1) **Objetivos:** Estimular os estudantes a revisarem princípio de contagem. Ademais, estimular que os participantes percebam como esse conteúdo matemático pode contribuir para análise crítica em problemas que inicialmente admitem diversas respostas.

- 2) **Problema a ser resolvido:** Pensei em um número de 3 algarismos. Você consegue adivinhar qual é?

- 3) **Conteúdos da Atividade:**
 - a. Princípio de contagem;
 - b. Algoritmo da multiplicação e suas propriedades;
 - c. Características de números pares, ímpares e múltiplos de 5.

- 4) **Público alvo:** Estudantes do ensino fundamental (anos finais); ensino médio; e, graduação.

- 5) **Pré-requisitos:** Necessário que os estudantes já tenham estudado princípio de contagem. Ademais, precisam ser capazes de:
 - a. Interpretar problemas matemáticos para assim compreender corretamente o que se espera em cada problema proposto durante a execução da oficina;
 - b. Manusear calculadora de forma eficiente e adequada;
 - c. Identificar características de números pares, ímpares e múltiplos de 5 (outros critérios de divisibilidade podem ser úteis).

- 6) **Materiais:**
 - a. Quadro e pincel para escrita coletiva (Jogo da “Forca” e Jogo da “Forca Numérica”⁹);

⁹ O jogo “Forca Numérica”, criado durante esta pesquisa, foi apresentado também no periódico “Coinspiração: revista de professores que ensinam matemática”, v. 1 n. 2, sob o título “Estimulando o

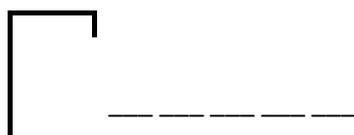
b. Folhas brancas e canetas para jogo entre equipes (Jogo “Ordem no Caos” (STEWART, 2010)).

7) Tempo de duração da atividade: 3 horas (preferencialmente em sessão única).

8) Resultados esperados: Realização de revisão de cálculo de princípio de contagem. Espera-se ainda que os participantes da oficina possam refletir sobre aplicações para o referido conteúdo matemático e assim compreender acerca da utilidade do mesmo.

9) Estratégias de Ensino e Aprendizagem:

g. Aquecimento: Jogo da “Forca”



Podem ser realizadas duas ou três rodadas com esse jogo para que haja interação entre os participantes da oficina, bem como seja estimulado o pensamento criativo. Cada participante sugere uma letra. Quando essa está correta, escreve-se no espaço que ela ocupa. Quando está errada se desenha parte do boneco que será pendurado na forca (cabeça, tronco, braços e pernas). As chances esgotam ao se desenharem todas as partes.

h. Aproximação com a tarefa:

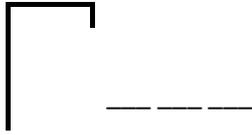
(A partir da ideia de reelaborar tarefas, altera-se o jogo para uma variação matemática)

E se...

o jogo da “Forca” fosse numérico? (ao invés de uma palavra, fosse um número com 3 dígitos, por exemplo). Seria mais fácil ou mais difícil?

pensamento crítico e criativo em matemática a partir da ‘Forca Numérica’ e o princípio fundamental da contagem” (FONSECA, GONTIJO, ZANETTI, 2018).

(nessa nova regra, os participantes podem sugerir Algarismos. Quando correto, escreve-se o lugar que ele ocupa. Quando errado, se procede com o desenho do boneco na forca).



E se...

a “Forca Numérica” permitisse apenas a indicação do número completo e não apenas de um algarismo por vez. Seria mais fácil ou mais difícil?

> Quantos números podemos formar nesse caso? (Estimular a reflexão): $9 \times 10 \times 10 = 900$

i. Desenvolvimento da tarefa:

I. Técnica de criatividade – SCAMPER

> Reunidos em grupos de 4 ou 5 participantes, cada equipe poderá solicitar uma dica sobre o número de 3 dígitos da forca. Todas as perguntas são permitidas, com exceção de questionamentos diretos acerca de qual é o algarismo de cada casa a ser ocupada. Nessa técnica os participantes buscam em especial eliminar o número de possibilidades de resposta e estudar as combinações que podem ser feitas a partir de certos algarismos com vistas a encontrar o número desejado.

Em cada dica solicitada, o grupo é encorajado a realizar novo cálculo sobre quantas possibilidades restam. A qualquer momento o grupo pode sugerir uma resposta. Entretanto, como na forca tradicional, a quantidade de vezes para isso é limitada. O jogo segue quantas rodadas forem necessárias. Durante a execução da técnica, os participantes devem perceber que determinadas dicas eliminam mais alternativas do que outras.

j. Aproximação com nova tarefa:

E se...

Você soubesse que uma palavra pode ser transformada em outra?

No jogo “Ordem no Caos”, transforme a palavra ‘caro’ em ‘cama’, sendo que é permitido apenas a troca de uma letra por vez, e que cada palavra gerada a partir dessa troca necessariamente deve possuir significado. Por exemplo: ‘caro’- ‘cara’- ‘cama’.

De ‘caneta’ para ‘vareta’: ‘caneta’ – ‘careta’ – ‘vareta’.

Em grupo de 4 ou 5 participantes, transforme ‘fato’ para ‘mimo’.

E se...

Você deve elaborar uma tarefa dessa para o outro grupo?

Elabore a palavra inicial e a final e desafie-o.

E se...

Esse jogo fosse realizado com números. Por exemplo: do número 12 345 você tivesse que gerar o número 13 254, sendo que só pode realizar a troca de dois números entre si a cada rodada. Por exemplo: 12 345 - 13 245 - 13254. Seria mais fácil ou mais difícil?

k. Desenvolvimento da nova tarefa:

I. Técnica de criatividade – SCAMPER

> Reunidos em grupos de 4 ou 5 participantes, cada equipe deverá a partir de 12 345, gerar...

O maior número;

O maior número par;

O maior número múltiplo de 5; etc.

É possível ainda calcular quantos números são possíveis nessa tarefa?

Nessa técnica os participantes buscam em especial adaptar o ordenamento dos algarismos presentes no número dado a fim de se alcançar a resposta desejada.

I. Construção do conceito/definição: A revisão do cálculo de princípio de contagem ocorre a partir da interação entre os pares. O intuito da oficina, no entanto, é de estimulá-los a pensarem sobre o que já conhecem desse conteúdo, bem como a contribuir para que percebam como esse pode colaborar em

estratégia de resolução de problemas que possuem diversas alternativas como solução.

10) Sistematização: A sistematização das ideias geradas nas técnicas de criatividade é realizada de maneira coletiva. Afinal, eles próprios podem julgar as ideias surgidas e os cálculos realizados e argumentar se fazem, ou não, algum sentido para o propósito de se resolver cada problema proposto. Por exemplo: Algumas das dicas elaboradas foram mais eficazes do que outras?

Após cada uma das técnicas de criatividade utilizadas, os participantes podem expressar possíveis dúvidas que, por ventura, não tenham sido mencionadas na produção coletiva.

11) Projeções futuras:

O jogo pode servir como estímulo para que os estudantes proponham novos jogos como esses. A partir da técnica de “e se...”, eles podem ser encorajados a criarem diferentes jogos para desafiar seus próprios colegas e assim desenvolver tanto seu pensamento criativo quanto seu aprimoramento em princípio de contagem.

APÊNDICE D – Roteiro 4: Oficina de Criatividade em Matemática

1) Objetivos: Estimular os estudantes a refletirem sobre superfícies curvas presentes no cotidiano. E, estimular que revisem o conceito de cilindro.

2) Problema a ser resolvido: Desenhe:

- Duas figuras planas congruentes;
- E, uma superfície curva entre elas

3) Conteúdos da Atividade:

- a. Geometria espacial (cilindro);
- b. Algoritmo de volume e áreas relacionadas ao cilindro.

4) Público alvo: Estudantes do ensino fundamental (anos finais); ensino médio; e, graduação.

5) Pré-requisitos: Necessário que os estudantes já tenham estudado geometria espacial, em especial o cilindro. Ademais, precisam ser capazes de:

- a. Reconhecer elementos do cilindro, bem como os algoritmos relacionados a ele;
- b. Interpretar problemas matemáticos para assim compreender corretamente o que se espera em cada problema proposto durante a execução da oficina;
- c. Manusear calculadora de forma eficiente e adequada.

6) Materiais:

- a. Folhas brancas e canetas para elaboração de desenhos em pequenos grupos;
- b. Quadro e pincel para elaboração de desenhos no grande grupo;
- c. Check-List impresso para conceituação do cilindro.

7) Tempo de duração da atividade: 3 horas (sessão única).

8) Resultados esperados: Realização de revisão do conceito de cilindro. Espera-se ainda que os participantes da oficina possam refletir sobre diferentes locais/objetos no qual o formato cilíndrico é empregado.

9) Estratégias de Ensino e Aprendizagem:

a. **Aquecimento:** Pense em objetos/monumentos que possuem superfície curva?

Os participantes podem oralizar as respostas na medida que vierem ideias às suas mentes. O objetivo é que percebam que superfície curva é algo presente no cotidiano que vai desde o telhado do ginásio da escola à lixeira presente em sala de aula.

b. **Aproximação com a tarefa:**

Em grupos de 3 ou 4 participantes, os mesmos devem realizar desenhos a partir do problema inicial:

Desenhe:

- Duas figuras planas congruentes;
- E, uma superfície curva entre elas

Após alguns minutos de produção, o grupo deve selecionar dois desenhos que julgaram mais interessantes. E, por fim, cada grupo tenta representar estes desenhos no quadro, de modo a que todos possam visualizar o que cada grupo selecionou.

A partir de então, uma pergunta:

“Alguma(s) dessa(s) figura(s) representa(m) um cilindro?”

c. **Desenvolvimento da tarefa:**

I. Técnica de criatividade – *Check-List*

- > Reunidos novamente nos pequenos grupos (de 3 ou 4 participantes). Cada participante receberá um pequeno check-list, no qual os mesmos deverão discutir entre

si e demarcar todas as características ali listadas que se referem a um cilindro reto de base circular.

d. Construção do conceito/definição: A revisão do conceito do que vem a ser um cilindro ocorre a partir da discussão em pares sobre quais elementos do check-list se referem à dita figura. Ademais, ao final desse preenchimento, os mesmos devem socializar em grande grupo suas respostas.

Ao final, os participantes ainda podem sugerir outras características que pensam estar associadas ao cilindro e que não constam no check-list. A discussão no coletivo conduzirá para a admissão, ou não, da ideia a partir da argumentação dos mesmos.

10) Sistematização:

A sistematização das ideias geradas nas técnicas de criatividade é realizada de maneira coletiva. Afinal, eles próprios podem compartilhar suas respostas do check-list, bem como podem sugerir novos elementos para incrementá-lo. Após cada uma das técnicas de criatividade utilizadas, os participantes podem expressar possíveis dúvidas que, por ventura, não tenham sido mencionadas na produção coletiva.

Para finalizar a oficina, os estudantes podem ser estimulados a oferecer um nome ao tipo de figura que criaram no início da oficina. Afinal, muitas das figuras geradas não serão necessariamente cilíndricas.

11) Projeções futuras:

Esse modelo de oficina pode ser adaptado para o trabalho com outros sólidos e/ou outros elementos matemáticos que demandam a apresentação de características e/ou algoritmos específicos.

Algumas características de um cilindro reto de base circular

E uma corpo redondo, isto é, possuem superfícies curvas	O volume desse cilindro é calculado por $V = \pi r^2 h$
Para calcular a área de uma base desse cilindro se calcula a área do círculo, ou seja, $A = \pi r^2$	Objeto tridimensional, isto é, possui largura, altura e profundidade
Ao planificar esse cilindro é gerado um losango e dois círculos	A altura desse cilindro é a distância entre as bases do cilindro
Ao planificar esse cilindro é gerado um retângulo e dois círculos	Pode ser utilizado como embalagem de diversos produtos alimentícios
As geratrizes (segmentos paralelos ao eixo cujas extremidades são pontos das circunferências das bases) são congruentes com a altura	Para calcular o perímetro da base, basta calcular $p = 2\pi r$
Se olharmos o cilindro de frente veremos um retângulo, logo, pode ser classificado também como figura plana	Para calcular a área das bases desse cilindro, basta multiplicar a área de uma das bases por 2
Quaisquer figuras espaciais que possuam bases congruentes, as quais são ligadas por superfícies curvas podem ser consideradas cilindros	A única maneira de calcular o volume, é preencher o cilindro, na prática, com líquido previamente já medido

APÊNDICE E – Roteiro 5: Oficina de Criatividade em Matemática

- 1) **Objetivos:** Estimular a fluência e a flexibilidade em matemática dos participantes, bem como nutrir o incremento de repertório matemático. Estimular os participantes a resolverem problemas abertos que envolvem senso matemático e que se apresentam no cotidiano de todos.

- 2) **Problema a ser resolvido:** Você foi incumbido de uma tarefa que consiste em registrar em que velocidade cresce um fio de cabelo. Elabore tantas hipóteses quantas conseguir que poderiam se configurar estratégias a serem utilizadas para esse fim.

- 3) **Conteúdos da Atividade:**
 - a. Elaboração de estratégias para resolução de problemas matemáticos;
 - b. Geração de diferentes ideias matemáticas;
 - c. Pensamento crítico e criativo para matemática.

- 4) **Público alvo:** Estudantes do ensino fundamental (anos finais); ensino médio; e, graduação.

- 5) **Pré-requisitos:** Os participantes precisam ser capazes de utilizar do pensamento crítico e criativo para:
 - a. Gerar diferentes ideias que possam ajudar a resolver problemas abertos que demandam algum senso matemático;
 - b. Elaboração de diferentes estratégias para resolver problemas diversos que demandam algum senso numérico.

- 6) **Materiais:**
 - a. Utilização do jogo “Pense e Ação”;
 - b. Quadro branco e pincel para condução da técnica de criatividade de relações forçadas;
 - c. Folha branca e caneta para rascunho dos participantes.

- 7) **Tempo de duração da atividade:** 2 horas (sessão única)

8) Resultados esperados: Participantes estimulados a utilizarem do pensamento crítico e criativo com vistas a propor resoluções a diferentes problemas que envolvem senso matemático. Contribuição ao pensamento crítico e criativo e ao letramento matemático.

9) Estratégias de Ensino e Aprendizagem:

a. **Aquecimento:** O jogo “Pense e Ação”¹⁰ é uma adaptação de jogo comercial que envolve a representação de palavras por mímicas e desenhos. Nessa versão do jogo, existe um baralho composto por 28 cartas. Cada carta possui 4 elementos matemáticos em diferentes níveis de dificuldade. Em grupos de 4 ou 5 participantes, um representante é indicado a cada rodada. Esse, por sua vez, deve retirar uma carta do baralho e representar por meio de mímicas, desenhos e/ou formulações matemáticas para que sua equipe adivinhe em até um minuto e meio. A capacidade de geração de múltiplas ideias matemáticas é essencial para este jogo.

b. Aproximação com a tarefa:

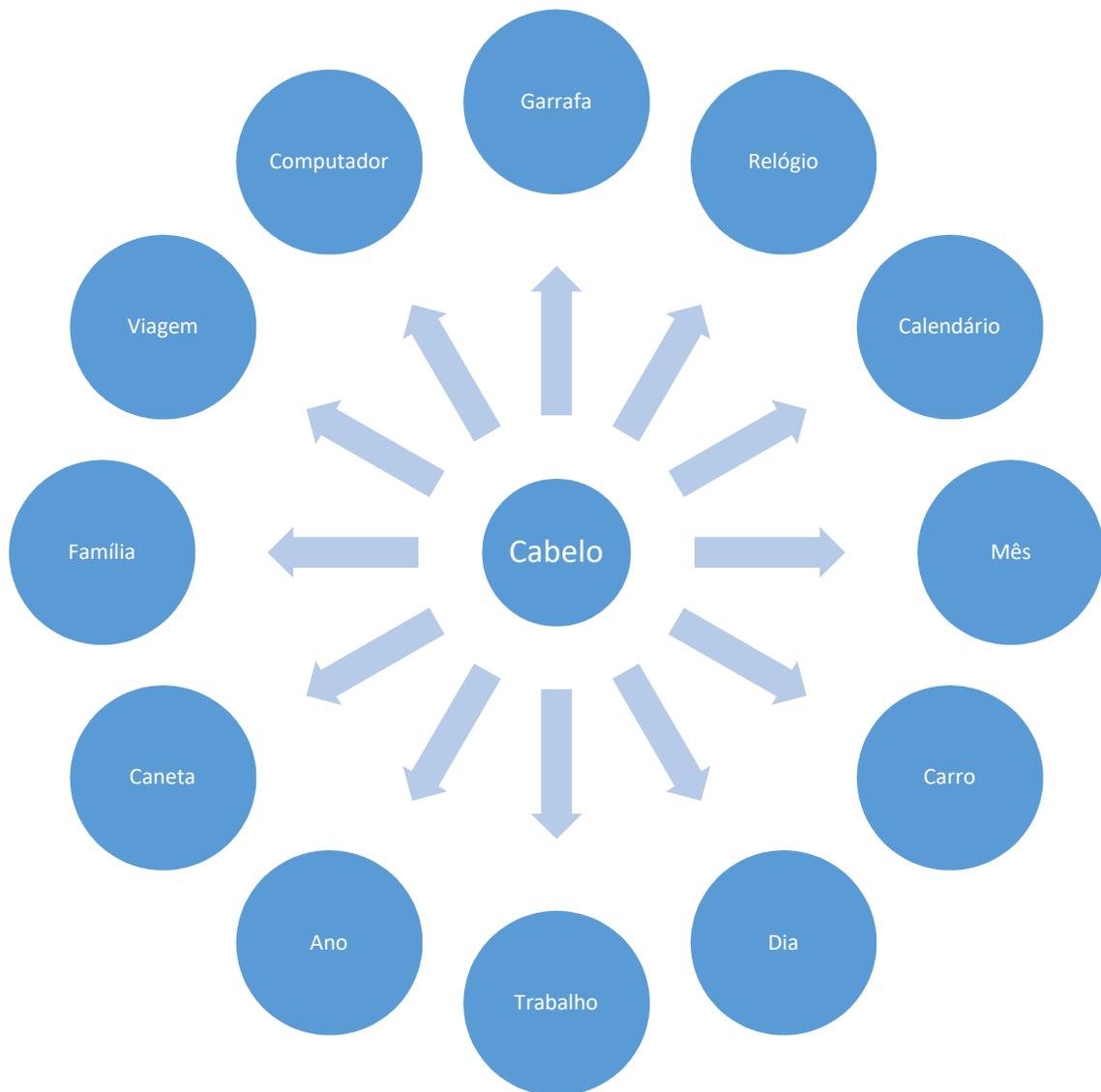
I. Divisão em grupos de 4 ou 5 participantes. Cada grupo deve registrar todas as estratégias que poderiam adotar decorrentes do problema inicial (aferir a velocidade de crescimento do fio de cabelo). Em seguida, compartilhar os resultados entre todos.

c. Desenvolvimento da tarefa:

I. Técnica de criatividade – Relações forçadas

> O esquema abaixo é apresentado no quadro:

¹⁰ O jogo “Pense e Ação” foi apresentado no Boletim online de Educação Matemática, v. 6 n. 10, sob o título “Pense e ação: quando a representação ilustrativa contribui para a formação/revisão conceitual de elementos da matemática básica” (FONSECA, SOUZA, MOURÃO, WANDERLEY, 2018).



Em seguida e ainda em grupos de 4 ou 5 participantes, os estudantes devem ser encorajados a pensarem em possíveis produtos que poderiam ser criados a partir da relação entre cabelo e cada uma das palavras apresentadas na ilustração. Registrar todas as ideias e compartilhar no grande grupo ao final.

E se...

Pudesse inserir novas palavras para compor esse esquema? (estimular que os participantes possam propor novas palavras e os produtos que poderiam criar a partir da nova relação gerada).

d. Construção do conceito/definição: Essa oficina não propõe a construção de um conceito/definição específica, mas sim a capacidade em se resolver problemas que envolvem algum senso matemático a partir dos conhecimentos que os participantes já possuem e do pensamento crítico e criativo.

10) Sistematização: Para sistematizar essa oficina e encerrar a atividade, a pergunta inicial deve ser retomada. Após as relações forçadas e a consequente reflexão acerca de produtos que podem ser gerados para o cabelo, os mesmos devem se reunir novamente nos grupos para pensar se conseguem estabelecer novas estratégias para aferir a velocidade de crescimento de um fio de cabelo. A ideia é de que, após serem estimulados e encorajados a pensarem sobre o problema aberto, bem como de utilizar do pensamento crítico e criativo para isso, os mesmos possam se sentir mais criativos para a tarefa.

Após a técnica de criatividade, os participantes podem expressar possíveis dúvidas que, por ventura, tenham surgido no decorrer da oficina.

11) Projeções futuras:

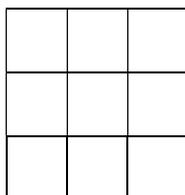
Outros problemas abertos podem ser utilizados no decorrer dessa oficina. Afinal, o objetivo principal dessa, é provocar e estimular a reflexão e a geração de ideias, tais como na teoria da criatividade se denomina por fluência e flexibilidade.

Além disso, o jogo “Pense e Ação” pode ser utilizado para o propósito em tela (estimular fluência e flexibilidade) na medida em que muitas ideias e em diferentes categorias são geradas ou para aulas em que o objetivo seja revisar a definição de certos elementos matemáticos.

APÊNDICE F – Roteiro 6: Oficina de Criatividade em Matemática

1) Objetivos: Estimular os participantes a elaborarem e resolverem problemas elementares de matemática que se apresentam no cotidiano de todos. Espera-se ainda contribuir com o letramento matemático dos mesmos na medida que serão estimulados a refletirem sobre a inserção do senso numérico em aplicações do dia a dia.

2) Problema a ser resolvido: Esse é o tradicional quadrado mágico. Preencha cada uma das células abaixo com um número de 1 a 9, de modo que o somatório de cada linha, coluna e diagonal resulte sempre em 15. Os números não devem se repetir.



3) Conteúdos da Atividade:

- a. Quatro operações básicas da aritmética e suas propriedades;
- b. Elaboração de problemas matemáticos;
- c. Resolução de problemas matemáticos;

4) Público alvo: Estudantes do ensino fundamental (anos finais); ensino médio; e, graduação.

5) Pré-requisitos: Os participantes precisam ser capazes de:

- a. Executar corretamente as quatro operações da aritmética, utilizando suas respectivas propriedades;
- b. Elaborar, interpretar e resolver problemas matemáticos simples para assim permitir fluidez ao desenvolvimento da oficina.

6) Materiais:

- a. Material impresso para a realização da atividade (Enigma do “Quadrado Mágico”);

- b. Fichas contendo locais e elementos matemáticos para a elaboração de problemas;
- c. Folha branca e caneta para rascunho dos participantes.

7) Tempo de duração da atividade: 2 horas (sessão única)

8) Resultados esperados: Participantes estimulados a observarem atentamente o mundo ao redor, buscando identificar padrões e/ou situações que envolvem matemática. Capacidade de perceber e utilizar o raciocínio matemático para a resolução de diferentes problemas do dia a dia, seja no âmbito pessoal como no âmbito acadêmico-profissional. Contribuição ao letramento matemático.

9) Estratégias de Ensino e Aprendizagem:

- a. **Aquecimento:** Enigma do “Quadrado Mágico” (Em duplas ou trios para construção mútua da resolução).

Preencha cada uma das células abaixo com um número de 1 a 9, de modo que o somatório de cada linha, coluna e diagonal resulte sempre em 15. Os números não devem se repetir.

b. Aproximação com a tarefa:

- I. Será que todas equipes encontraram a mesma resposta para este enigma? Será que todas as equipes trabalharam a partir das mesmas estratégias?;
- II. Que situações do cotidiano precisamos somar diferentes números para encontrar um valor fixo? (moedas para compor um valor específico, ou como itens que posso incluir em uma dieta de 2 000 calorias diárias, etc);

III. Pensem em como seria um mundo sem matemática. Aliás, sendo um mundo desprovido de qualquer senso matemático. A partir disso, elaborem como seria o dia de uma pessoa nesse mundo.

c. Desenvolvimento da tarefa:

I. Técnica de criatividade – Usos alternativos

> Cadeiras em semicírculo. O participante sentado em uma das pontas elabora um simples problema de matemática do dia a dia, como para calcular o troco de uma compra ou algo do tipo. O participante ao lado responde e elabora outro problema (pode refinar esse ou trabalhar um novo). O participante ao lado responde e assim segue até que todos respondam e elaborem um problema. Podem ser realizadas várias rodadas para que pratiquem o hábito de elaborar um problema envolvendo situações do dia a dia. Em cada rodada, podem ser propostas variações como: todos devem elaborar com o mesmo contexto. Ou, cada problema deve trazer um contexto novo. Etc.

II. Técnica de criatividade – Dramatização criativa, Usos alternativos

> A outra atividade se baseia na encenação de improviso a partir do jogo “troca”. Ainda em semicírculo, os participantes são divididos em duplas. Um será o representante e o outro, o auxiliar. Inicialmente se sorteia um local (como padaria, oficina, escola, etc) e um elemento matemático (adição, distância, velocidade, etc).

Em seguida, os representantes deverão elaborar problemas uns aos outros utilizando do tema e do elemento matemático sorteado. Após todos elaborarem e responderem cada qual uma vez, se encerra uma rodada. Sorteia-se novo local e elemento matemático e se inicia novamente.

Durante a execução do jogo, o auxiliar observa os problemas que são elaborados e, caso ele julgue difícil para que sua dupla responda, ou mesmo se não gostar do problema gerado, ele pode pedir a “troca”. Nesse caso, o representante que está elaborando o problema deve iniciar outro problema, mas ainda mantendo o local e o elemento matemático da rodada.

Os problemas devem ser elaborados em até 45 segundos e a resolução em até 30 segundos.

d. Construção do conceito/definição: Essa oficina não propõe a construção de um conceito/definição específica, mas sim a capacidade em se elaborar e resolver problemas matemáticos a partir dos conhecimentos que os participantes já possuem.

10) Sistematização: O comportamento, a partir dos atos e atitudes, de se elaborar problemas é incentivado a partir dessa oficina. Ademais, essa atividade visa encorajar que os participantes passem a utilizar a matemática no dia a dia. A maneira pela qual os participantes mobilizam seus saberes e elaboram diferentes estratégias para resolução de problemas também deve ser enaltecida para que eles próprios se percebam capazes de resolver problemas matemáticos diariamente.

Após cada uma das técnicas de criatividade utilizadas, os participantes podem expressar possíveis dúvidas que, por ventura, tenham surgido na elaboração e/ou resolução de algum problema gerado.

11) Projeções futuras:

A atividade de improvisação pode ser adaptada de acordo com o público participante. Uma outra maneira de se jogar é posicionar dois representantes frente a frente e pedir para que possam elaborar problemas matemáticos um ao outro, de maneira a manter um diálogo coerente. No decorrer da conversa, os representantes da conversa vão sendo substituídos por outros colegas que devem manter o ritmo do diálogo e o tema dos problemas. Nesse caso, o mediador da tarefa pede “troca” sempre que julgar necessário.

Esse é o tradicional quadrado mágico. Preencha cada uma das células abaixo com um número de 1 a 9, de modo que o somatório de cada linha, coluna e diagonal resulte sempre em 15. Os números não devem se repetir.

Lista de locais

Padaria
Escola
Trabalho
Farmácia
Oficina
Parque
Posto de gasolina
Igreja
Faculdade
Consultório médico
Shopping
Teatro/Cinema

Lista de elementos matemáticos a serem incluídos nos problemas:

Troco
Preço de algo
Quantidade de algo
Peso
Distância
Velocidade
Média
Geometria
Cilindro
Cone
Quadrado
Área

APÊNDICE G - Questionário

1. Você já ficou de recuperação em matemática?

(a) Sim (b) Não (Siga para o item 3)

2. Caso tenha respondido sim no item anterior: O(s) principal(is) motivo(s) para você ter ficado de recuperação em matemática foi(rão) **(Marque quantas opções desejar)**:

- | | |
|---|--|
| (a) Fiquei doente em alguma parte do período letivo | (e) Professores que não explicavam bem a matéria |
| (b) Problemas familiares | (f) Não estudei o suficiente |
| (c) Professores injustos | (g) Não compreendi a matéria |
| (d) Escola muito exigente | (h) Outro. Qual(is)? |

3. Você já repetiu algum ano escolar? Em caso afirmativo, marque qual(is):

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| (a) 1º ano do ensino fundamental | (g) 7º ano do ensino fundamental |
| (b) 2º ano do ensino fundamental | (h) 8º ano do ensino fundamental |
| (c) 3º ano do ensino fundamental | (i) 9º ano do ensino fundamental |
| (d) 4º ano do ensino fundamental | (j) 1º ano do ensino médio |
| (e) 5º ano do ensino fundamental | (k) 2º ano do ensino médio |
| (f) 6º ano do ensino fundamental | (l) 3º ano do ensino médio |

4. Uma das matérias responsáveis pela sua reprovação foi a matemática?

(a) Sim (b) Não (Siga para o item 6)

5. Caso tenha respondido sim no item anterior: O(s) principal(is) motivo(s) para sua(s) reprovação(ões) em matemática foi(rão) **(Marque quantas opções desejar)**:

- | | |
|---|--|
| (a) Fiquei doente em alguma parte do período letivo | (d) Escola muito exigente |
| (b) Problemas familiares | (e) Professores que não explicavam bem a matéria |
| (c) Professores injustos | (f) Não estudei o suficiente |

(g) Não compreendi a matéria (h) Outro. Qual(is)?

6. Quando terminar o ensino médio, você pretende:

- (a) Somente continuar estudando (c) Continuar estudando e trabalhar
 (b) Somente trabalhar (d) Ainda não sei

7. Em que escola você estudou durante o ensino fundamental?

- (a) Privada
 (b) Pública
 (c) Parte em escola pública e parte em escola privada. Nesse caso, indique quais anos escolares você estudou em cada tipo de escola:

8. Qual a importância das aulas de matemática para você?

- (a) Não possui importância (c) Pouca importância
 (b) Importante (d) Decisiva (e) Não sei

9. Como me sinto em relação às aulas de matemática?

I. Perdido por não acompanhar as discussões da aula

- (a) Nunca (b) Raramente (c) Quase sempre (d) Sempre

II. Entediado

- (a) Nunca (b) Raramente (c) Quase sempre (d) Sempre

III. Vou porque sou obrigado

- (a) Nunca (b) Raramente (c) Quase sempre (d) Sempre

IV. Aprendo a raciocinar

- (a) Nunca (b) Raramente (c) Quase sempre (d) Sempre

V. Aprendo a interpretar diferentes problemas

- (a) Nunca (b) Raramente (c) Quase sempre (d) Sempre

VI. Aprendo a lidar melhor com situações do dia a dia

- (a) Nunca (b) Raramente (c) Quase sempre (d) Sempre

10. Qual a importância da matemática para seu futuro?

- (a) Não possui importância (c) Pouca importância
(b) Importante (d) Decisiva (e) Não sei

11. Até que ano escolar sua mãe estudou?

- (a) Nunca estudou (f) Ensino médio completo
(b) Entre o 1º e o 5º ano do ensino (g) Ensino superior incompleto
 fundamental (h) Ensino superior completo
(c) Entre o 6 e o 9º ano do ensino (i) Pós-graduação incompleta
 fundamental (j) Pós-graduação completo
(d) Ensino fundamental completo (k) Não sei.
(e) Ensino médio incompleto

12. Sua mãe gosta de matemática?

- (a) Sim (b) Não (c) Não sei

13. Até que ano seu pai estudou?

- (a) Nunca estudou (f) Ensino médio completo
(b) Entre o 1º e o 5º ano do ensino (g) Ensino superior incompleto
 fundamental (h) Ensino superior completo
(c) Entre o 6 e o 9º ano do ensino (i) Pós-graduação incompleta
 fundamental (j) Pós-graduação completo
(d) Ensino fundamental completo (k) Não sei.
(e) Ensino médio incompleto

14. Seu pai gosta de matemática?

- (a) Sim (b) Não (c) Não sei

15. Alguém que mora com você gosta de matemática?

(a) Sim (b) Não (c) Não sei

16. Qual a renda total da sua família (considerando todos que moram com você)?

- (a) Inferior a um salário mínimo (menos que R\$ 965,00)
- (b) Entre um e três salários mínimos (R\$ 965,00 – 2 894,99)
- (c) Entre quatro e sete salários mínimos (R\$ 2 895,00 – 6 754,99)
- (d) Acima de sete salários mínimos (6 755,00)

17. Quantas pessoas moram em sua casa (incluindo você)? _____.

18. Qual sua idade? _____.

19. Qual seu nome completo? _____.

APÊNDICE H – Roteiro para Roda de Conversa

1. O que é a matemática?
2. O que a matemática significa para mim?
3. Como resolver problemas de matemática?
4. A matemática pode me ajudar a resolver problemas do dia a dia?
5. É possível ser criativo em matemática?
6. Como a criatividade pode contribuir para fazer matemática?

APÊNDICE I – Diário de Bordo

Local e período de duração:
Estudante:

Data:

Anotações

* Descrever as atividades realizadas.

* Indique as suas dúvidas e/ou questionamentos.

* Faça uma avaliação da aula.

* Como você se sentiu nessa aula?

APÊNDICE J – Teste de Desempenho em Matemática, Versão A

Diagnóstico de Conhecimentos Matemáticos

Nome: _____

Série/Turma: _____

Sexo: _____

Idade: _____

Data: ___/___/___

Observações:

- 1. Essa atividade de Diagnóstico é composta por 10 itens e deve ser realizada individualmente. Não se preocupe com notas. Trata-se de uma atividade que tem por finalidade conhecer um pouco de sua produção em matemática;*
- 2. É permitido o uso da calculadora sendo vedado, no entanto, o uso de aparelhos celulares e consultas a demais tipos de materiais;*
- 3. Não apague seus rascunhos. Eles podem ser interessantes para ajudar a entender como você pensou para responder cada item.*

1. Resolva:

a) $50x + 145 = 60x + 189$

b) $(x+1) + 3(5x-3) = +1 - 10,25$

c)

d)

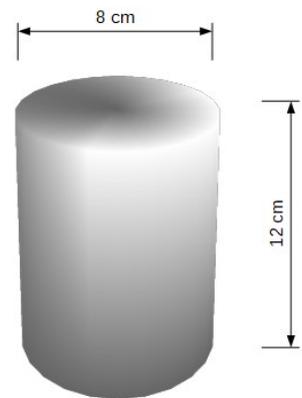
2. Calcule a média dos seguintes números:

1,1, 1, 5, 11, 18, 18, 18, 20, 21, 22, 27, 30, 32, 33

- b) É possível retirar um número do rol apresentado acima de modo que a nova média encontrada seja uma unidade menor do que a média original? Se sim, qual número deve ser retirado?

3. Quantos anagramas são possíveis fazer a partir da palavra ALGARISMO?

4. Calcule o volume do cilindro ao lado:



- b) Quanto deverá ser reduzido na altura desse cilindro de modo a se alcançar um volume 20% inferior ao cilindro inicial?

5. As placas de automóveis no Brasil são estruturadas a partir de sete dígitos (três letras e quatro algarismos necessariamente nessa ordem). Quantas placas podem ser formadas sendo o primeiro dígito ocupado pela letra "A" e o último, ocupado pelo número "7"?
6. O combustível vendido como gasolina no Brasil possui 27% de álcool anidro em sua composição, enquanto no Chile essa concentração é de apenas 5%. Considere que a média de desempenho, ou seja, a quantidade de quilômetros (km) que podem ser percorridos por um automóvel a cada 1 litro (l) de combustível, é diretamente proporcional a porcentagem de gasolina presente no combustível. Considere ainda que a média de desempenho de determinado carro, no Brasil, é de 12 km/l.

Qual será a estimativa de média de desempenho desse carro, caso o mesmo seja abastecido regularmente no Chile?

7. Em determinada atividade escolar, a professora de matemática calcula que a idade média dos estudantes de sua classe, que tem 30 estudantes, é de 15 anos de idade. No entanto, em decorrência de um dos estudantes ter que se ausentar mais cedo da aula, a idade média subiu para 15,1 anos.

É possível identificar qual é a idade desse estudante? Se sim, qual é?

8. Muitas pessoas enchem o cartão de memória de seus aparelhos de telefone celular somente com vídeos e fotos. Isso já aconteceu com o Mateus duas vezes. Na primeira vez havia 15 minutos de vídeo e 140 fotos; enquanto na segunda, 20 minutos de vídeo e 115 fotos. Considere que todos os vídeos e fotos possuem a mesma qualidade de imagem entre si.

Qual o número máximo de minutos de vídeo que podem ser gerados até encher esse cartão de memória?

9. Uma loja decide premiar seus clientes distribuindo quatro tipos de brindes diferentes. Cada cliente receberá apenas um dos quatro brindes, de acordo com sua ordem de chegada. Os brindes são boné, chaveiro, pen drive e caneta. Os brindes são distribuídos nessa ordem de maneira que o primeiro cliente recebe o primeiro brinde, o segundo cliente recebe o segundo brinde, o terceiro cliente recebe o terceiro brinde e o quarto cliente recebe o quarto brinde. A partir de então, o quinto cliente recebe o primeiro brinde, o sexto cliente recebe o segundo brinde e assim sucessivamente...

Qual brinde receberá o centésimo cliente dessa loja?

10. Uma produtora de sardinha enlatada possui dois tipos de embalagens cilíndricas: uma de altura e raio iguais a 10 cm e 5 cm, respectivamente; e a segunda com raio igual a 8 cm e altura desconhecida. Considere que a medida do volume da primeira lata é 1,2 vezes a medida do volume da segunda lata.

Qual a altura do segundo modelo de lata?

RESPONDA ESSES ITENS SOMENTE APÓS CONCLUIR AS QUESTÕES DE MATEMÁTICA

* Como você acha que foi seu desempenho nesse diagnóstico?

- () Tenho certeza que fui bem.
 () Acho que fui bem, mas não tenho certeza.
 () "Mais ou menos". Talvez tenha acertado algumas coisas e errado outras.
 () Nada bem. Penso que errei mais do que acertei.
 () Fui mal. Errei quase tudo.

() Outros (Nesse caso, especificar):

_____.

* Como você se sentiu em relação a esse diagnóstico?

- () Empolgado. Tarefas matemáticas costumam me motivar/empolgar.
 () Tranquilo. É apenas uma tarefa e isso não me incomoda e não me empolga.
 () Entediado. Não gosto de matemática e isso costuma ser chato para mim.
 () Ansioso/Nervoso. Costumo ficar nervoso quando devo realizar tarefas de matemática.

() Outro (Nesse caso, descreva como se sentiu...):

_____.

APÊNDICE K – Teste de Desempenho em Matemática, Versão B

Diagnóstico de Conhecimentos Matemáticos

Nome: _____

Série/Turma: _____

Sexo: _____

Idade: _____

Data: ___/___/___

Observações:

4. *Essa atividade de Diagnóstico é composta por 10 itens e deve ser realizada individualmente. Não se preocupe com notas. Trata-se de uma atividade que tem por finalidade conhecer um pouco de sua produção em matemática;*
5. *É permitido o uso da calculadora sendo vedado, no entanto, o uso de aparelhos celulares e consultas a demais tipos de materiais;*
6. *Não apague seus rascunhos. Eles podem ser interessantes para ajudar a entender como você pensou para responder cada item.*

1) Resolva:

a) $45x + 120 = 50x + 89$

b) $3(x+1) + 2(2x-3) = +1 - 7,25$

c)

d)

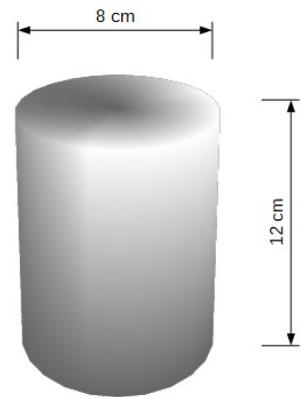
2) Calcule a média dos seguintes números:

1,1, 2, 5, 10, 15, 15, 15, 18, 20, 21, 22, 30, 32, 33

b) É possível retirar um número do rol apresentado acima de modo que a nova média encontrada seja uma unidade menor do que a média original? Se sim, qual número deve ser retirado?

3) Quantos anagramas são possíveis fazer a partir da palavra PESQUISA?

4) Calcule o volume do cilindro ao lado:



b) Quanto deverá ser reduzido na altura desse cilindro de modo a se alcançar um volume 30% inferior ao cilindro inicial?

5) As placas de automóveis no Brasil são estruturadas a partir de sete dígitos (três letras e quatro algarismos necessariamente nessa ordem). Quantas placas podem ser formadas sendo o primeiro dígito ocupado pela letra "R" e o último, ocupado pelo número "1"?

6) O combustível vendido como gasolina no Brasil possui 27% de álcool anidro em sua composição, enquanto no Chile essa concentração é de apenas 5%. Considere que a média de desempenho, ou seja, a quantidade de quilômetros (km) que podem ser percorridos por um automóvel a cada 1 litro (l) de combustível, é diretamente proporcional a porcentagem de gasolina presente no combustível. Considere ainda que a média de desempenho de determinado carro, no Brasil, é de 12 km/l.

Qual será a estimativa de média de desempenho desse carro, caso o mesmo seja abastecido regularmente no Chile?

- 7) Em determinada atividade escolar, a professora de matemática calcula que a idade média dos estudantes de sua classe, que tem 40 estudantes, é de 15 anos de idade. No entanto, em decorrência de um dos estudantes ter que se ausentar mais cedo da aula, a idade média subiu para 15,8 anos.

É possível identificar qual é a idade desse estudante? Se sim, qual é?

- 8) Muitas pessoas enchem o cartão de memória de seus aparelhos de telefone celular somente com vídeos e fotos. Isso já aconteceu com o Mateus duas vezes. Na primeira vez havia 15 minutos de vídeo e 140 fotos; enquanto na segunda, 20 minutos de vídeo e 115 fotos. Considere que todos os vídeos e fotos possuem a mesma qualidade de imagem entre si.

Qual o número máximo de minutos de vídeo que podem ser gerados até encher esse cartão de memória?

- 9) Uma loja decide premiar seus clientes distribuindo quatro tipos de brindes diferentes. Cada cliente receberá apenas um dos quatro brindes, de acordo com sua ordem de chegada. Os brindes são boné, chaveiro, pen drive e caneta. Os brindes são distribuídos nessa ordem de maneira que o primeiro cliente recebe o primeiro brinde, o segundo cliente recebe o segundo brinde, o terceiro cliente recebe o terceiro brinde e o quarto cliente recebe o quarto brinde. A partir de então, o quinto cliente recebe o primeiro brinde, o sexto cliente recebe o segundo brinde e assim sucessivamente...

Qual brinde receberá o centésimo cliente dessa loja?

- 10) Uma produtora de sardinha enlatada possui dois tipos de embalagens cilíndricas: uma de altura e raio iguais a 6 cm e 3 cm, respectivamente; e a segunda com raio igual a 4 cm e altura desconhecida. Considere que a medida do volume da primeira lata é 1,2 vezes a medida do volume da segunda lata.

Qual a altura do segundo modelo de lata?

RESPONDA ESSES ITENS SOMENTE APÓS CONCLUIR AS QUESTÕES DE MATEMÁTICA

* Como você acha que foi seu desempenho nesse diagnóstico?

() Tenho certeza que fui bem.

() Acho que fui bem, mas não tenho certeza.

() “Mais ou menos”. Talvez tenha acertado algumas coisas e errado outras.

() Nada bem. Penso que errei mais do que acertei.

() Fui mal. Errei quase tudo.

() Outros (Nesse caso, especificar):

_____.

* Como você se sentiu em relação a esse diagnóstico?

() Empolgado. Tarefas matemáticas costumam me motivar/empolgar.

() Tranquilo. É apenas uma tarefa e isso não me incomoda e não me empolga.

() Entediado. Não gosto de matemática e isso costuma ser chato para mim.

() Ansioso/Nervoso. Costumo ficar nervoso quando devo realizar tarefas de matemática.

() Outro (Nesse caso, descreva como se sentiu...):

_____.

APÊNDICE L – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - Estudante

Aulas de Matemática Baseadas em Técnicas de Criatividade: Efeitos na Criatividade, Motivação e Desempenho em Matemática com Estudantes do Último ano do Ensino Médio

Prezado(a) Senhor(a),

Gostaríamos de convidá-lo (a) a participar da pesquisa intitulada por “Estratégias de Estímulo à Criatividade como Fator Estruturante para a Tríade Criatividade-Motivação-Desempenho em Matemática”, realizada pelo Programa de Pós-graduação da Faculdade Educação da Universidade de Brasília – PPGE/FE/UnB, em parceria com o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília, Campus Ceilândia – IFB. O objetivo da pesquisa é analisar se um programa composto por sequências didáticas estruturadas a partir de estratégias de estímulo à criatividade no espaço de resolução de problemas se relaciona com o estímulo de criatividade no campo da matemática e demais variáveis como motivação em matemática e desempenho em matemática em estudantes matriculados no último ano do ensino médio. A sua participação é muito importante e ela se dará, caso concorde em participar, da seguinte forma:

- 1) Participar, duas vezes por semana, de um pequeno curso de matemática no turno vespertino. As aulas ocorrerão sempre de 13:15 às 15:30, durante 6 semanas (início previsto para 15 de agosto e término em 25 de setembro de 2018);
- 2) Responder questionários, a saber: Questionário socioeconômico, Escala de Motivação em Matemática (EMM), Teste de Desempenho Criativo no Campo da Matemática (TDCCM), Teste de Desempenho em Matemática (TDMat) e Teste de Estilo Individual de Aprendizagem (TEIA);
- 3) Preencher diário de bordo ao final de cada aula; e,
- 4) Participar de roda de conversa.

Quanto ao Diário de Bordo, trata-se de anotações que vocês serão estimulados a fazer ao final de cada encontro. Isso será realizado de modo a colher suas impressões da aula, avaliando a metodologia utilizada e buscando compreender como se sentiu em cada encontro.

Já no tocante à roda de conversa, essa ocorrerá ao final da 4ª semana de curso, objetivando conhecer ainda mais sobre as impressões que você possui no que se refere à matemática, às aulas de matemática e ao curso ora realizado. Trata-se de momento em que o pesquisador apresentará questionamentos dessa natureza para ouvir suas opiniões. Um momento de conversa para que cada um possa expressar aquilo que acredita. Essa roda de conversa será gravada para posterior análise.

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 para fins desta e outras pesquisas relacionadas 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, tampouco a comparação direta entre indivíduos nomeadamente, mas sim compreender melhor as relações existentes entre motivação e criatividade.

Por benefício esperado tem-se a oportunidade de que os participantes da pesquisa, após o período de realização do curso 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.

Vale destacar que esta pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais da Universidade de Brasília - <http://www.cepchs.unb.br/>.

O pesquisador, a partir desse momento se coloca à disposição para demais esclarecimentos julgados necessários sobre a pesquisa em comento, razão pela qual sinta-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.

Adicionalmente, o pesquisador pode ser contatado a qualquer momento pelo telefone (61) 99134-3452, ou pelo endereço eletrônico mateus.fonseca@ifb.edu.br, de modo a dirimir quaisquer dúvidas que restem pendentes.

Brasília, ___ de _____ de 2018.

Pesquisadores Responsáveis:

Drndo.: Mateus Gianni Fonseca Prof. Dr. Cleyton Hércules Gontijo

Matrícula UnB: 16/0064431 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: _____

Assinatura do Pai ou Responsável (Se for o caso): _____

Data: _____

APÊNDICE M – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – Pais ou Responsáveis

Aulas de Matemática Baseadas em Técnicas de Criatividade: Efeitos na Criatividade, Motivação e Desempenho em Matemática com Estudantes do Último ano do Ensino Médio

Prezado(a) Senhor(a),

Gostaríamos de convidar seu(ua) filho(a) a participar da pesquisa intitulada por “Estratégias de Estímulo à Criatividade como Fator Estruturante para a Tríade Criatividade-Motivação-Desempenho em Matemática”, realizada pelo Programa de Pós-graduação da Faculdade Educação da Universidade de Brasília – PPGE/FE/UnB, em parceria com o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília, Campus Ceilândia – IFB. O objetivo da pesquisa é analisar se um programa composto por sequências didáticas estruturadas a partir de estratégias de estímulo à criatividade no espaço de resolução de problemas se relaciona com o estímulo de criatividade no campo da matemática e demais variáveis como motivação em matemática e desempenho em matemática em estudantes matriculados no último ano do ensino médio. A participação dele(a) é muito importante e se dará, caso concorde autorizar a participação dele(a), da seguinte forma:

- 1) Participar, duas vezes por semana, de um pequeno curso de matemática no turno vespertino. As aulas ocorrerão sempre de 13:15 às 15:30, durante 6 semanas (início previsto para 15 de agosto e término em 25 de setembro de 2018);
- 2) Responder questionários, a saber: Questionário socioeconômico, Escala de Motivação em Matemática (EMM), Teste de Desempenho Criativo no Campo da Matemática (TDCCM), Teste de Desempenho em Matemática (TDMat) e Teste de Estilo Individual de Aprendizagem (TEIA);
- 3) Preencher diário de bordo ao final de cada aula; e,
- 4) Participar de roda de conversa.

Quanto ao Diário de Bordo, trata-se de anotações que os estudantes deverão preencher ao final de cada encontro. Isso será realizado de modo a colher suas impressões da aula, avaliando a metodologia utilizada e buscando compreender como o estudante se sentiu em cada encontro.

Já no tocante à roda de conversa, essa ocorrerá ao final da 4ª semana de curso, objetivando conhecer ainda mais sobre as impressões dos estudantes no que se refere a percepção que os mesmos possuem a respeito da matemática, às aulas de matemática e ao curso ora realizado. Trata-se de momento em que o pesquisador apresentará questionamentos dessa natureza para ouvir as respostas que os estudantes podem oferecer. Um momento de conversa para que cada um possa expressar aquilo que acredita. Essa roda de conversa será gravada para posterior análise.

Cabe esclarecer que a participação dele(a) é totalmente voluntária, sendo permitido que ele(a) se recuse a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo a ele(a). Dessa maneira, estende-se ao senhor(a) o direito a se recusar assinar essa autorização, caso não concorde em autorizar seu(u) filho(a) a participar da pesquisa.

As informações serão utilizadas para fins desta e outras pesquisas relacionadas 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, tampouco a comparação direta entre indivíduos nomeadamente, mas sim compreender melhor as relações existentes entre motivação e criatividade.

Por benefício esperado tem-se a oportunidade de que os participantes da pesquisa, após o período de realização do curso 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.

Vale destacar que esta pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais da Universidade de Brasília - <http://www.cepchs.unb.br/>.

O pesquisador, a partir desse momento se coloca à disposição para demais esclarecimentos julgados necessários sobre a pesquisa em comento, razão pela qual sinta-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.

Adicionalmente, o pesquisador pode ser contatado a qualquer momento pelo telefone (61) 99134-3452, ou pelo endereço eletrônico mateus.fonseca@ifb.edu.br, de modo a dirimir quaisquer dúvidas que restem pendentes.

Brasília, ___ de _____ de 2018.

Pesquisadores Responsáveis:

Drndo.: Mateus Gianni Fonseca Prof. Dr. Cleyton Hércules Gontijo

Matrícula UnB: 16/0064431 Matrícula UnB: 1.036.041

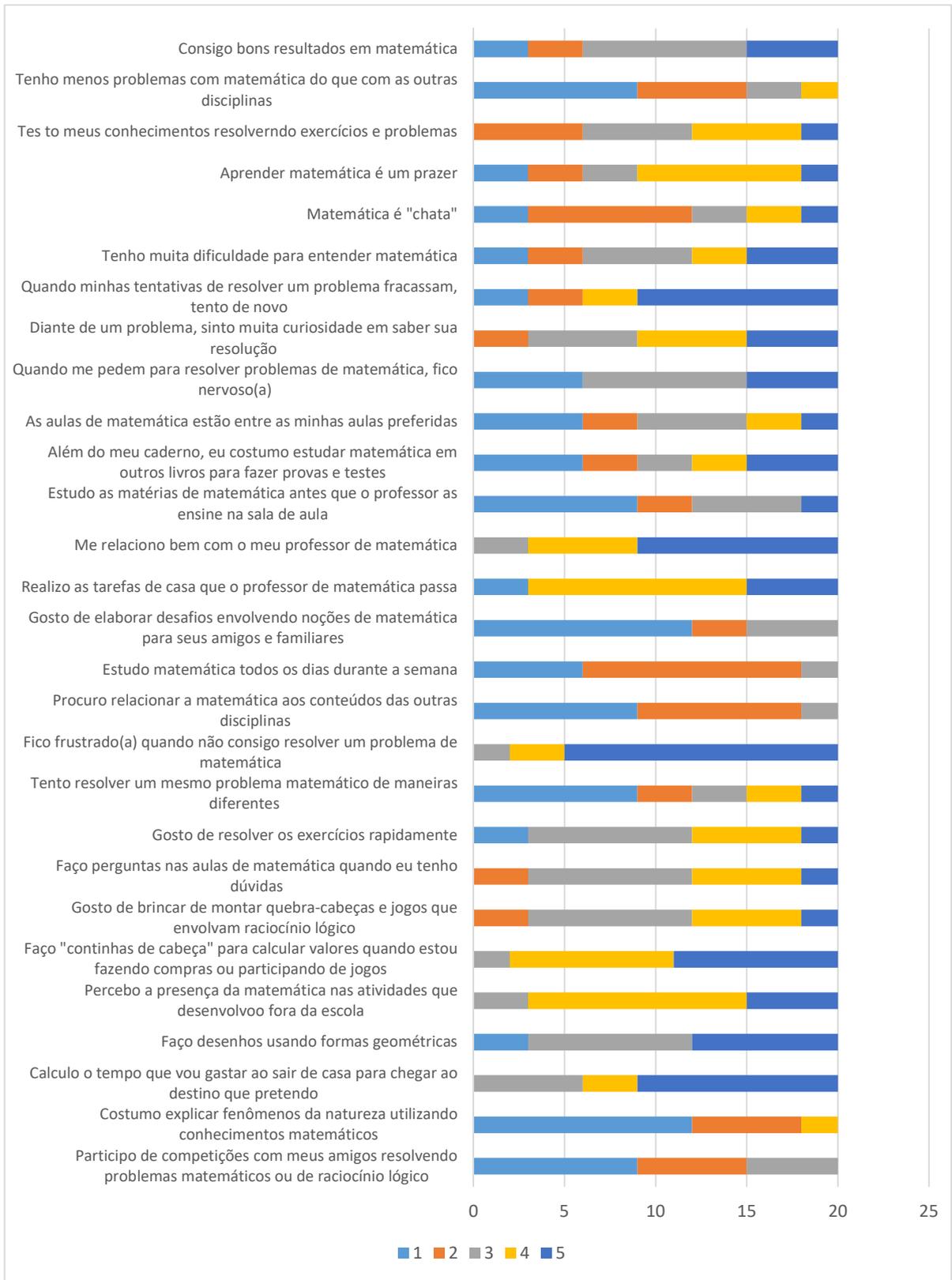
Eu _____, tendo sido devidamente esclarecido(a) sobre os procedimentos da pesquisa, e tendo recebido todas as informações que julguei necessárias do(a) pesquisador(a) responsável, concordo em autorizar a participação voluntária de _____(inserir nome do estudante), de quem sou responsável.

Assinatura do Pai ou Responsável: _____

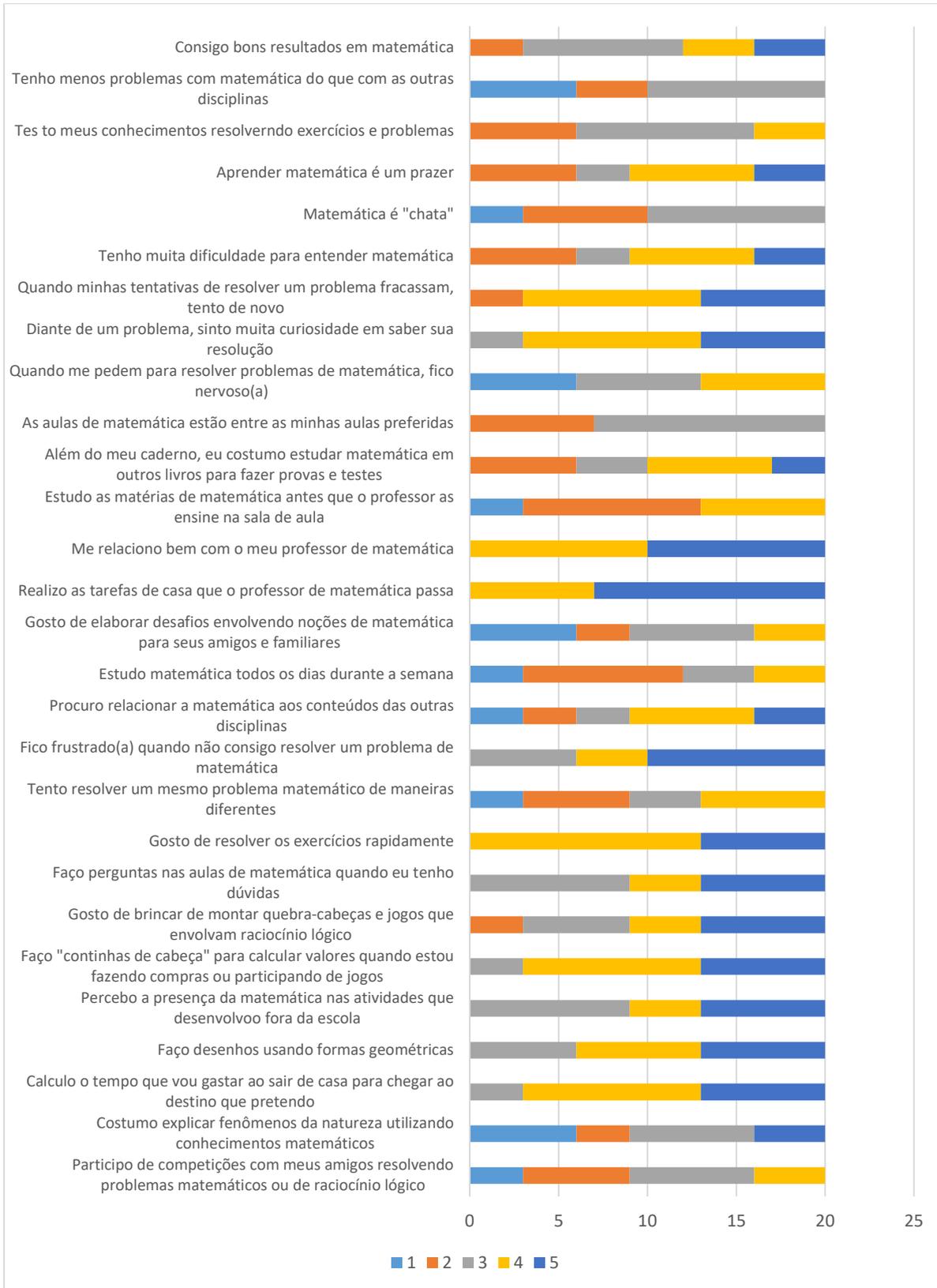
Data: / /2018.

APÊNDICE N – Distribuição de respostas EMM

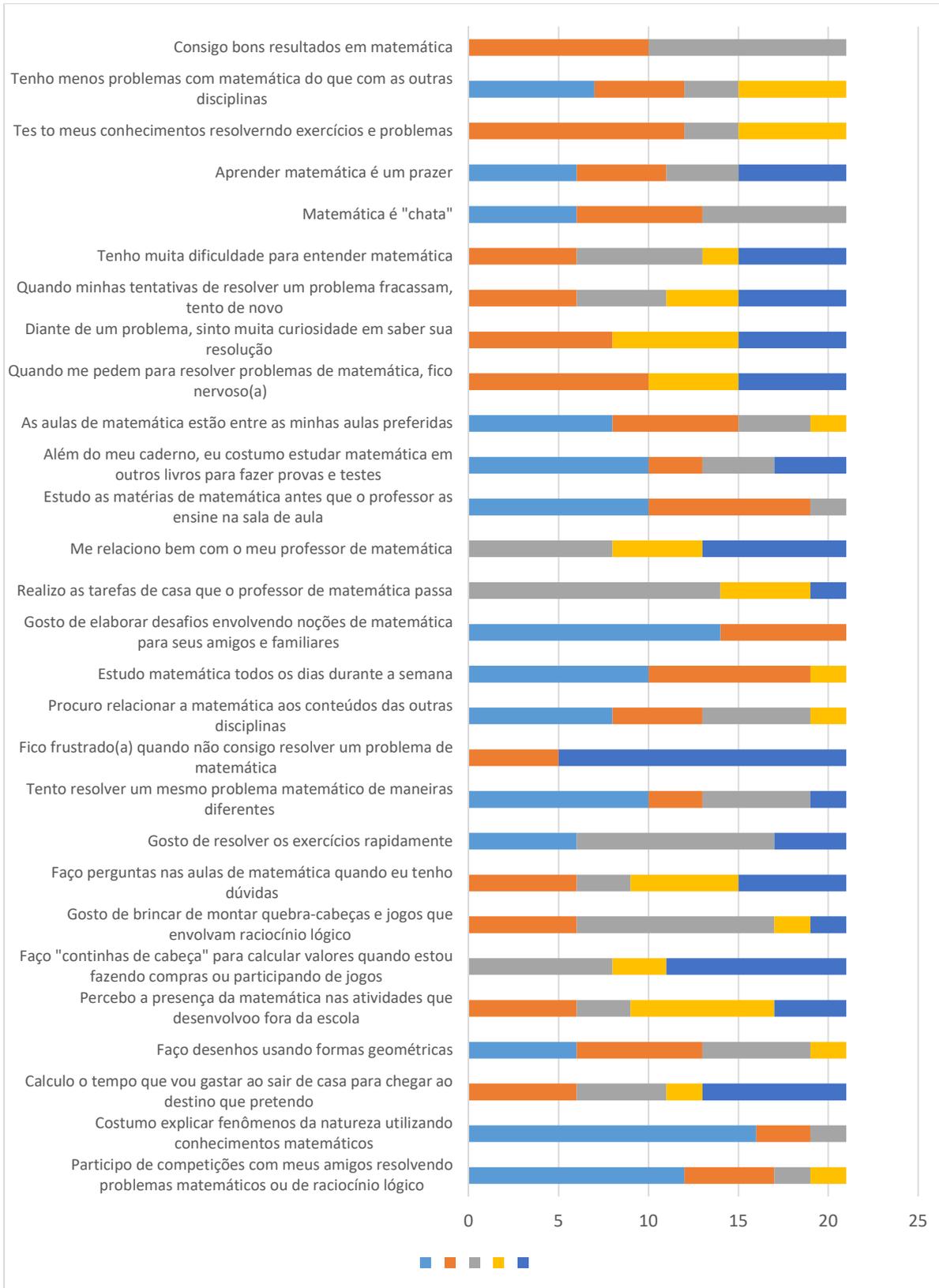
Distribuição de respostas EMM – Controle Antes da Intervenção



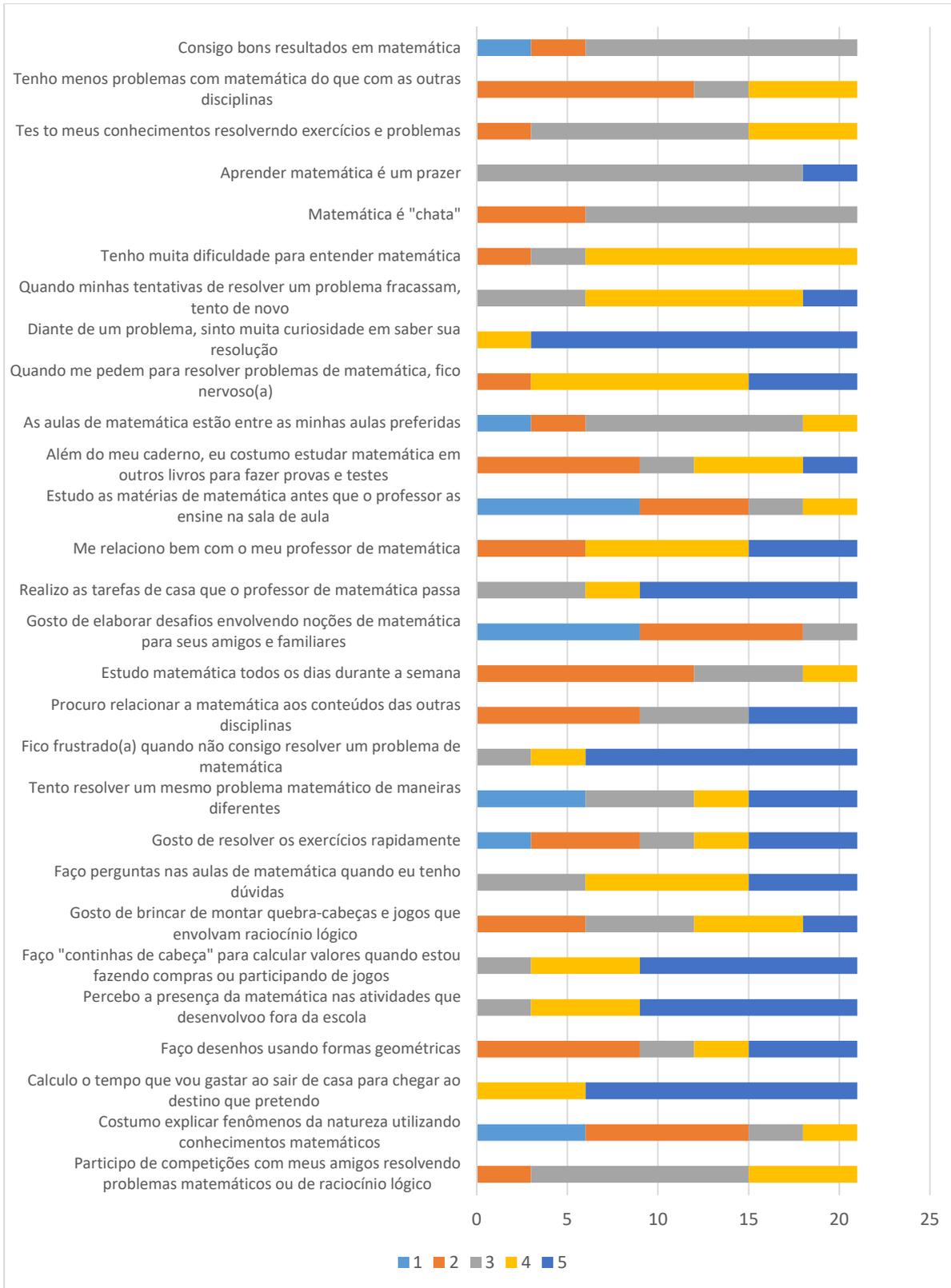
Distribuição de respostas EMM – Controle Após a Intervenção



Distribuição de respostas EMM – Experimental Antes da Intervenção



Distribuição de respostas EMM – Experimental Após a Intervenção



ANEXO I – Escala de Motivação em Matemática

Nome _____

Idade: _____ Sexo: _____ Data: _____

Estabelecimento de Ensino: _____

Série: _____

Para responder ao questionário, leia atentamente cada afirmação e em seguida, marque a resposta que mais caracteriza ou se aplica a você em relação à matemática. Lembre-se: as respostas devem refletir o seu modo de pensar e agir. Não deixe nenhum item sem resposta.

Use a seguinte correspondência para manifestar sua opinião:

1 – nunca 2 – raramente 3 – às vezes 4 – frequentemente 5 – sempre

		1	2	3	4	5
01	Participo de competições com meus amigos resolvendo problemas matemáticos ou de raciocínio lógico.					
02	Costumo explicar fenômenos da natureza utilizando conhecimentos matemáticos.					
03	Calculo o tempo que vou gastar ao sair de casa para chegar ao destino que pretendo.					
04	Faço desenhos usando formas geométricas.					
05	Percebo a presença da matemática nas atividades que desenvolvo fora da escola.					
06	Faço “continhas de cabeça” para calcular valores quando estou fazendo compras ou participando de jogos.					
07	Gosto de brincar de montar quebra-cabeça e jogos que envolvam raciocínio lógico.					
08	Faço perguntas nas aulas de matemática quando eu tenho dúvidas.					
09	Gosto de resolver os exercícios rapidamente.					
10	Tento resolver um mesmo problema matemático de maneiras diferentes.					
11	Fico frustrado(a) quando não consigo resolver um problema de matemática.					

12	Procuo relacionar a matemática aos conteúdos das outras disciplinas.					
13	Estudo matemática todos os dias durante a semana.					
14	Gosto de elaborar desafios envolvendo noções de matemática para seus amigos e familiares.					
15	Realizo as tarefas de casa que o professor de matemática passa.					
16	Me relaciono bem com o meu professor de matemática.					
17	Estudo as matérias de matemática antes que o professor as ensine na sala de aula.					
18	Além do meu caderno, eu costumo estudar matemática em outros livros para fazer provas e testes.					
19	As aulas de matemática estão entre as minhas aulas preferidas.					
20	Quando me pedem para resolver problemas de matemática, fico nervoso(a);					
21	Diante de um problema, sinto muita curiosidade em saber sua resolução.					
22	Quando minhas tentativas de resolver um problema fracassam, tento de novo.					
23	Tenho muita dificuldade para entender matemática.					
24	Matemática é "chata".					
25	Aprender matemática é um prazer.					
26	Testo meus conhecimentos resolvendo exercícios e problemas.					
27	Tenho menos problemas com matemática do que com as outras disciplinas.					
28	Consigo bons resultados em matemática.					

ANEXO II – Teste de Desempenho Criativo no Campo da Matemática, Versão A

!!!Pensando Criativamente em Matemática!!!

Instruções:

Esta atividade é composta por 5 itens cujo intuito é de se estimular a elaboração da maior quantidade possível de respostas a diferentes problemas. 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 2, 3 e 5 haverá o tempo de 5 minutos para que você possa gerar suas resoluções, enquanto que para os itens 1 e 4, serão destinados 10 minutos. É importante que todos executem a mesma tarefa no mesmo intervalo de tempo que, por sua vez será cronometrado pelo aplicador. Caso os campos de resolução se esgotem, poderá ser utilizado o verso da folha correspondente ao item para o registro de demais soluções, porém apenas avance aos problemas seguintes quando autorizado.

Desafie-se! Seja o melhor!

Alguma pergunta?

Identificação:

NOME: _____
 ESCOLA: _____
 SÉRIE: _____ IDADE: _____ SEXO: _____

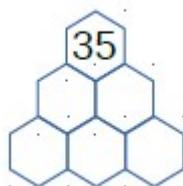
NÃO ABRA ESTE CADERNO ATÉ QUE SEJA AUTORIZADO

1º Item:

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.

2º Item:

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.

**3º Item:**

Usando os símbolos +, -, x, : e (), se necessário, escrever tantas expressões verdadeiras quanto forem possíveis com os números 7, 6 e 4, nesta ordem, e um sinal de igualdade.

Exemplo:

$$7 _ _ 6 _ _ 4 = _ _$$

$$7 + 6 - 4 = 9$$

4º Item:

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.

Exemplo:

$$\sqrt{4} + \sqrt{4} + 4 - 4 = 4$$

5º Item:

Escreva tantos quantos possíveis padrões regras ou propriedades que possam descrever a composição da tabela, ou parte da tabela, dada abaixo:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

ANEXO III – Teste de Desempenho Criativo no Campo da Matemática, Versão B**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 2, 3 e 5 haverá o tempo de 5 minutos para que gere suas resoluções, enquanto que para os demais serão destinados 10 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?

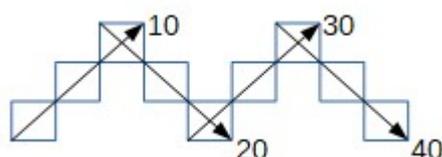
Identificação:

NOME: _____
SÉRIE: _____ IDADE: _____ SEXO: _____

NÃO ABRA ESTE CADERNO ATÉ QUE SEJA AUTORIZADO

1º Item:

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.

**2º Item:**

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”.

3º Item:

Estabeleça operações matemáticas entre 3 números distintos que tenham por resultado final o número 20.

Exemplo:

$$8 + 2 + 10 = 20$$

4º Item:

Escrever com quatro quatros e sinais matemáticos, expressões que sejam iguais a números inteiros. Nas expressões não podem figurar (além dos quatro quatros) demais algarismos ou símbolos algébricos que envolvam letras, tais como: log., lim., etc. No entanto, podem ser utilizadas raízes quadradas e fatorial (!).

Exemplo:

$$4+4+4+4=16$$

5º Item:

Elabore tantos quantos possíveis padrões, regras ou propriedades que expliquem a lógica de composição da tabela, ou parte da tabela, abaixo:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

ANEXO IV – Parecer de Aprovação do Comitê de Ética

UNB - INSTITUTO DE
CIÊNCIAS HUMANAS E
SOCIAIS DA UNIVERSIDADE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Estratégias de Estímulo à Criatividade como Fator Estruturante para a Tríade Criatividade-Motivação-Proficiência em Matemática

Pesquisador: Mateus Gianni Fonseca

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 91925918.3.0000.5540

Instituição Proponente: Faculdade de Educação

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.877.638

Apresentação do Projeto:

Assim, busca-se avaliar se, e como, um trabalho pedagógico a partir de um rol de estratégias de estímulo à criatividade e da literatura em educação matemática envolvendo, dentre outros, a discussão, a análise interpretativa e a formulação de conjecturas que surgem quando diante de problemas diversos, em um grupo de voluntários ao longo de um curso de extensão, pode suscitar o estímulo à criatividade em matemática, bem como observar ainda seu impacto real no que tange às formas pelas quais esse mesmo grupo se relaciona com a matemática no que se refere à motivação e proficiência.

Objetivo da Pesquisa:

Verificar se um trabalho extenso, baseado em pesquisas sobre o estímulo à criatividade matemática, pode impactar a relação de um grupo de estudantes com a matemática, sua criatividade e os resultados obtidos em atividades e avaliações diversas.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos são mínimos e, quando há, são muito semelhantes aos que estão presentes em nosso cotidiano escolar: possível cansaço ou desânimo e questões relacionadas à autoestima no processo de aprendizagem. Os benefícios possíveis são justamente melhorar esses aspectos

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO DARCY RIBEIRO - FACULDADE DE DIREITO - SALA BT 03/1 (Ao lado da Direção)
Bairro: ASA NORTE **CEP:** 70.910-900
UF: DF **Município:** BRASÍLIA
Telefone: (61)3107-1592 **E-mail:** cep_chs@unb.br

**UNB - INSTITUTO DE
CIÊNCIAS HUMANAS E
SOCIAIS DA UNIVERSIDADE**



Continuação do Parecer: 2.877.638

negativos do ensino de matemática, ao elaborar e aplicar um programa baseado no conceito de criatividade matemática e no respeito à subjetividade e inteligência do aprendiz.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Havia alguns problemas pendentes, como a necessidade de deixar mais claro o que se espera do voluntário ao longo da pesquisa. Esses problemas foram sanados.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos obrigatórios foram apresentados.

Recomendações:

Não há recomendações adicionais.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Desejamos sucesso no processo de pesquisa.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1079622.pdf	03/07/2018 14:28:26		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_qualificacao_atualizado.pdf	03/07/2018 14:26:43	Mateus Gianni Fonseca	Aceito
Outros	Aceite_institucional.pdf	03/07/2018 14:22:54	Mateus Gianni Fonseca	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_atualizado.pdf	03/07/2018 14:20:32	Mateus Gianni Fonseca	Aceito
Outros	Carta_Encaminhamento.pdf	12/06/2018 09:10:27	Mateus Gianni Fonseca	Aceito
Outros	lattes.pdf	21/05/2018 17:43:21	Mateus Gianni Fonseca	Aceito
Outros	Carta_revisao_etica.pdf	21/05/2018 17:37:16	Mateus Gianni Fonseca	Aceito
Outros	Tdccm_b.pdf	21/05/2018 16:22:25	Mateus Gianni Fonseca	Aceito
Outros	Tdccm_a.pdf	21/05/2018 16:18:54	Mateus Gianni Fonseca	Aceito
Outros	Questionario.pdf	21/05/2018 16:11:49	Mateus Gianni Fonseca	Aceito

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO DARCY RIBEIRO - FACULDADE DE DIREITO - SALA BT 03/1 (Ao lado da Direção)
Bairro: ASA NORTE CEP: 70.910-900
UF: DF Município: BRASÍLIA
Telefone: (61)3107-1592 E-mail: cep_chs@unb.br

UNB - INSTITUTO DE
CIÊNCIAS HUMANAS E
SOCIAIS DA UNIVERSIDADE



Continuação do Parecer: 2.877.636

Outros	TEIA.pdf	21/05/2018 16:08:38	Mateus Gianni Fonseca	Aceito
Outros	EMM.pdf	21/05/2018 16:05:59	Mateus Gianni Fonseca	Aceito
Outros	TPMat.pdf	21/05/2018 16:02:26	Mateus Gianni Fonseca	Aceito
Outros	Carta_apresentacao.pdf	21/05/2018 15:55:35	Mateus Gianni Fonseca	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderosto_assinada.pdf	14/05/2018 08:18:46	Mateus Gianni Fonseca	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BRASILIA, 05 de Setembro de 2018

Assinado por:
Érica Quinaglia Silva
(Coordenador)

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO DARCY RIBEIRO - FACULDADE DE DIREITO - SALA BT 03/1 (Ao lado da Direção)
Bairro: ASA NORTE CEP: 70.910-900
UF: DF Município: BRASILIA
Telefone: (61)3107-1592 E-mail: cep_chs@unb.br