



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS DE ARRAIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM
MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL (PROFMAT)

RODRIGO MOTA MARINHO

**CONCEPÇÕES DE PROFESSORES SOBRE CRIATIVIDADE
E PENSAMENTO CRÍTICO EM MATEMÁTICA
PROPOSIÇÃO DE INSTRUMENTO**

Arraias/TO
2020

RODRIGO MOTA MARINHO

**CONCEPÇÕES DE PROFESSORES SOBRE CRIATIVIDADE
E PENSAMENTO CRÍTICO EM MATEMÁTICA
PROPOSIÇÃO DE INSTRUMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional
(PROFMAT). Foi avaliada para obtenção do título de
Mestre em Matemática e aprovada em sua forma final
pelo orientador e pela Banca Examinadora.

Orientadora: Dr^a Alcione Marques Fernandes

Arraias/TO
2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

M338c Marinho, Rodrigo Mota.
Concepções de professores sobre criatividade e pensamento crítico em matemática: proposição de instrumento . / Rodrigo Mota Marinho. – Arraias, TO, 2020.
73 f.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Arraias - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) Profissional em Matemática, 2020.

Orientadora : Alcione Marques Fernandes

1. Matemática. 2. Criatividade em matemática. 3. Pensamento crítico em matemática. 4. Formação de professores de matemática. I. Título

CDD 510

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

RODRIGO MOTA MARINHO

**CONCEPÇÕES DE PROFESSORES SOBRE CRIATIVIDADE E
PENSAMENTO CRÍTICO EM MATEMÁTICA: PROPOSIÇÃO DE
INSTRUMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
Mestrado Profissional em Matemática em Rede – PROFMAT
da Universidade Federal do Tocantins-UFT, como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre em Matemática e
aprovada em sua forma final pelo(a) Orientador(a) e pela
Banca Examinadora.

Data de Aprovação: 08/12/2020

BANCA EXAMINADORA:



Profª. Drª. Alcione Marques Fernandes – UFT/Matemática
Orientadora-presidente



Prof. Dr. Kaled Sulaiman Khidir – UFT/Matemática
Examinador



Prof. Dr. Cleyton Hércules Gontijo – UnB/Depto. de Matemática
Examinador

Arraias - TO
2020

*À minha mãe, Madalena Mota Marinho e a
meu pai, Carvílio Soares Marinho.*

*... E não há melhor resposta
Que o espetáculo da vida...
(João Cabral de Melo Neto em Morte e Vida
Severina)*

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores e professoras do Profmat, campus de Arraias-TO, pelo apoio e contribuição à nossa formação acadêmica, em especial à minha orientadora a professora doutora Alcione Marques Fernandes.

Agradeço ao meu grande amigo Rubens Alves de Oliveira, certamente uma das pessoas mais determinadas que conheço.

Agradeço às minhas amigas Amanda Vieira da Silva e Indiara Vizzoto Diehl e aos meus amigos Jabson da Cunha Silva e Rafael Pimenta com quem compartilhei incontáveis viagens à Arraias, o que decerto tornou a empreitada menos extenuante e, muitas vezes, até divertida.

Agradeço aos amigos Vilmar Costa Silva e Valton Gomes, pelo apoio, sobretudo durante o Curso de Verão.

Agradeço à minha mãe Madalena Mota Marinho e ao meu pai Carvílio Soares Marinho pelo apoio inestimável nos momentos mais difíceis dessa caminhada.

Agradeço à minha esposa Mônica Araújo e Silva, meu filho Pedro Araújo Mota Marinho e às minhas filhas Isadora Araújo Mota Marinho e Mariana Araújo Mota Marinho que suportaram minha ausência em praticamente todos os finais de semana nesses últimos anos! Espero compensá-los por toda essa ausência.

RESUMO

O objetivo da dissertação é propor um instrumento para levantamento de informações sobre percepções de professores de matemática sobre Criatividade e Pensamento Crítico em Matemática. Trata-se de uma pesquisa empírico-analítica, bibliográfica e de natureza exploratória. Os itens que compõem o instrumento foram elaborados com base nas formulações teóricas e resultados empíricos sobre pensamento crítico e criativo devidos ao Grupo de Pesquisas e Investigações em Educação Matemática, vinculado à Universidade de Brasília. A elaboração dos itens ocorreu sob os princípios da Teoria Clássica dos Testes. Complementarmente, são apresentados três exemplos de como o professor pode adequar questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) para estimular a criatividade e a criticidade em matemática de alunos do ensino médio nesta perspectiva. O instrumento construído poderá servir como ponto de partida para trabalhos posteriores com objetivo semelhante, à elaboração de expectativas de aprendizagem sobre pensamento crítico e criativo em matemática para orientar professores e alunos na construção de tais habilidades ou como estado da arte das pesquisas do Grupo Pi sobre o tema.

Palavras-chaves: Pensamento crítico e criativo em matemática. Formação continuada de professores de matemática. Ensino-aprendizagem de matemática.

ABSTRACT

The aim of the dissertation is to propose an instrument for gathering information about mathematics teachers' perceptions about Creativity and Critical Thinking in Mathematics. It is an empirical-analytical, bibliographic and exploratory research. The items that make up the instrument were prepared based on theoretical formulations and empirical results on critical and creative thinking due to the Research and Investigations Group in Mathematics Education, linked to the University of Brasília. The elaboration of the items occurred under the principles of the Classic Test Theory. In addition, three examples of how the teacher can adapt issues of the National High School Exam (ENEM) are presented to stimulate the creativity and criticality in mathematics of high school students in this perspective. The built instrument can serve as a starting point for further work with a similar objective, to the development of learning expectations about critical and creative thinking in mathematics to guide teachers and students in the construction of such skills or as a state of the art of the Pi Group research the theme.

Key-words: Critical and creative thinking in math. Continuing education policy. Math teaching-learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-	Possível configuração dos pontos para solução do problema	44
Figura 2-	Possível solução para o problema em 3 dimensões	45
Figura 3-	Pontos no plano cartesiano xOy	46
Figura 4-	Triângulo retângulo	47
Figura 5-	Garagem	48
Figura 6-	Dimensões do caminhão	49
Quadro 1-	Perfil dos especialistas	19
Quadro 2-	Itens sobre características da criatividade em matemática	32
Quadro 3-	Itens sobre como estimular a criatividade em matemática	35
Quadro 4-	Itens sobre como estimular o pensamento crítico em matemática	40
Quadro 5	Itens sobre barreiras pensamento crítico em matemática	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Notas médias de matemática no SAEB no nono ano do Ensino Fundamental – 2009/2019.....	17
Tabela 2-	Notas médias de matemática no SAEB no terceiro ano do Ensino Médio – 2009/2019.....	17
Tabela 3-	Escala de proficiência dos 9º anos em Matemática na Prova Brasil nos anos de 2013, 2015 e 2017 em porcentagem	18
Tabela 4-	Dimensões do caminhão em mm	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
Covid-19	Corona Virus Disease – 19
Grupo Pi	Grupo de Pesquisas e Investigações em Educação Matemática da UnB
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
MEC	Ministério da Educação
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PISA	Programme for International Student Assessment
PPGCom	Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Sociedade
SAEB	Sistema de Avaliação da Educação Básica
UFT	Universidade Federal do Tocantins
UnB	Universidade de Brasília

LISTA DE SÍMBOLOS

α Alfa

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	METODOLOGIA	21
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
3.1	Pensamento crítico e criativo em matemática	23
4	CONSTRUÇÃO DOS ITENS DO INSTRUMENTO	26
4.1	Das questões demográficas	26
4.2	Dos itens relativos à natureza da criatividade	29
4.3	Da manifestação da criatividade em matemática	30
4.4	Do estímulo ao pensamento criativo em matemática	33
4.5	Da avaliação da criatividade em matemática	36
4.6	Das barreiras à criatividade em matemática	38
4.7	Do pensamento crítico em matemática	40
5	EXEMPLOS DE COMO TRABALHAR A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NA PERSPECTIVA DE DESENVOLVER O PENSAMENTO CRÍTICO E CRIATIVO EM MATEMÁTICA	43
6	RESULTADOS E ANÁLISES	50
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
	REFERÊNCIAS.....	54
	APÊNDICES.....	60

INTRODUÇÃO

No momento em que está sendo escrito o presente trabalho o país se aproxima do nono mês com ocorrência¹ de infecções pela Doença do Corona Vírus (cuja sigla em inglês é Covid-19², abreviação para Corona Virus Disease), uma Pandemia que teve implicações diretas ou indiretas nas vidas de milhões de pessoas em todo mundo. Inevitavelmente, as escolas também foram impactadas e todos os envolvidos de uma forma ou de outra no processo de ensino-aprendizagem (famílias, profissionais das escolas e governos) viram-se diante do desafio de oferecer alternativas ao fechamento das escolas. Desafio que tem sido enfrentado não sem contratempos, como o aumento da desmotivação para os estudos nas atuais circunstâncias³.

Infelizmente, os problemas enfrentados pelas escolas brasileiras por conta da Pandemia da Covid-19 se acrescentam a outros que já se impunham, como a intensificação dos processos de automação de empregos. As evidências apontam que trabalhadores que desempenham tarefas repetitivas, sem complexidade, que não exigem pensamento abstrato estão mais suscetíveis à automação (BRASIL, 2019).

Nessa perspectiva, a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (2019; 2020) aponta o desenvolvimento de pensamento crítico e criativo como uma garantia de não obsolescência àqueles que as conseguirem desenvolver, pelo menos provisoriamente. Dada a intensidade das transformações no mercado de trabalho que, em certa medida, têm sido catalisadas pelas restrições oriundas da pandemia do Covid-19⁴, uma das alternativas que se apresentam aos sistemas de ensino é a promoção de programas de formação continuada de professores no intuito de capacitá-los a que fomentem o desenvolvimento do pensamento crítico

¹ De acordo o site do Ministério da Saúde, o primeiro caso confirmado teria ocorrido em 26 de fevereiro de 2020. <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/primeiro-caso-de-covid-19-no-brasil-permanece-sendo-o-de-26-de-fevereiro>

² O numeral 19 indica o ano das primeiras ocorrências. <https://portal.fiocruz.br/pergunta/por-que-doenca-causada-pelo-novo-virus-recebeu-o-nome-de-covid-19>

³ Estudo divulgado pelo portal de notícias G1 aponta que percentual de alunos desmotivados para os estudos chegou a 64%. <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2020/11/09/percentual-de-alunos-desmotivados-em-estudar-na-pandemia-chega-a-54percent-em-setembro-diz-pesquisa.ghtml>

⁴ De acordo com McKinsey & Company (2020) o modo como a automação ajudou a reduzir a transmissão da Covid-19 no país asiático e tem criado condições para uma recuperação econômica segura criaram um momento oportuno para a intensificação dos processos de automação. O que seria estratégico dada a redução da força de trabalho vivenciada no país (MCKINSEY & COMPANY, 2020).

e criativo de alunos em sala de aula. Afinal, como recomenda a Comissão Europeia⁵ (2010) é importante que se vá além de simplesmente admitir que se deve desenvolver a criatividade nas escolas, é necessário deixar claro nos documentos oficiais o que se espera dos professores a esse respeito e que se promova o treinamento para tanto.

Todavia, como destaca Carvalho (2018), programas de formação continuada de professores que não atendem às reais necessidades dos docentes em sala de aula têm gerado uma aversão a esses programas. Quando se coloca em questão a importância de formação adequada para o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em sala de aula esse descompasso entre o que é oferecido aos professores como formação e as reais necessidades torna-se mais problemático, uma vez que o modo como os alunos percebem as práticas docentes têm implicação direta no desempenho em criatividade em matemática dos alunos (FARIAS, 2020, p. 136) e não existem parâmetros oficiais sobre o que seriam ou devem ser trabalhados o pensamento crítico e criativo em matemática em sala de aula (FONSECA; GONTIJO, 2020).

Além destes, a Educação no país enfrenta outros problemas, digamos, “mais convencionais”, relativos à garantia de conclusão da etapa da Educação Básica no tempo previsto (fluxo escolar adequado) e que se dê, obviamente, com boa qualidade, o que atualmente é expresso por meio de proficiência em avaliação em larga escala em Língua Portuguesa e Matemática⁶ – prova do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) – e do indicador de rendimento baseado na taxa de aprovação. Estes dois parâmetros compõem o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb), o qual é elaborado a cada dois anos pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), vinculado ao Ministério da Educação (MEC).

No que tange os resultados referentes à proficiência em matemática no nono ano do Ensino Fundamental em 2019, houve crescimento em relação aos resultados de 2017 (2,2 % e 2,0% para as redes pública estadual e municipal, respectivamente), como se observa na Tabela 1. Todavia, das 26 unidades da Federação, apenas 9 alcançaram ou superaram as metas do Ideb

⁵ Tradução para European Commission.

⁶ Não se ignora as diversas lacunas em tal indicador. A propósito de uma crítica às limitações do Ideb, sugere-se o artigo “Está na hora de mudar o Ideb?”, o qual pode ser encontrado em <http://www.schwartzman.org.br/sitesimon/?p=6575> e uma discussão sobre a necessidade de um indicador que considere as desigualdades socioculturais vide https://youtu.be/R2-cGtD_hls.

Tabela 1 - Notas médias de matemática no SAEB no nono ano do Ensino Fundamental – 2009/2019

Edição	2009	2011	2013	2015	2017	2019
Total	248,74	252,77(1,6)	251,54(-,05)	257,73(2,4)	260,80(1,2)	265,16(1,6)
Estadual	242,87	245,08(0,9)	244,75(-0,1)	250,94(2,5)	252,99(0,8)	258,03(2,0)
Municipal	239,19	243,89(1,9)	241,61(-0,9)	249,54(3,2)	249,99(0,2)	255,57(2,2)
Pública	241,78	244,84(1,2)	243,79(-0,4)	250,57(2,7)	251,97(0,6)	257,18(2,0)
Privada	293,89	2998,42(1,5)	293,91(-1,5)	295,32(0,5)	302,68(2,4)	302,91(0,1)

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados disponíveis em Inep (2020)

para 2019 em relação aos 9º anos. Em particular, o Tocantins, onde a presente pesquisa foi produzida, ficou 0,4 abaixo da sua meta.

No que tange a proficiência em matemática nas terceiras séries do ensino médio em 2019, também houve crescimento em relação aos resultados de 2017 (3,2% para as redes pública e estadual), como se observa na Tabela 2, confirmando a reversão de um quadro de piora contínua dos resultados que durara três edições – 2011, 2013 e 2015. Todavia, apenas uma unidade da Federação alcançou a meta do IDEB, o estado de Goiás.

Tabela 2 - Notas médias de matemática no SAEB no terceiro ano do Ensino Médio – 2009/2019

Edição	2009	2011	2013	2015	2017	2019
Total	274,72	274,83(0,04)	270,15(-1,7)	267,60(-1,0)	270,63(1,1)	278,53(2,8)
Estadual	265,45	264,94(-0,19)	260,65(-1,6)	259,69(-0,4)	259,92(0,1)	268,61(3,2)
Pública	265,92	265,38(-0,20)	261,06(-1,7)	260,04(-0,4)	260,33(0,1)	269,03(3,2)
Privada	329,29	332,89(1,08)	321,59(-3,5)	310,03(-3,7)	329,66(6,0)	334,72(1,5)

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados disponíveis em Inep (2020)

Não obstante o crescimento da proficiência em matemática nas duas etapas consideradas, ainda há muito a fazer para garantir uma Educação de boa qualidade nas escolas públicas brasileiras. As metas do Ideb para 2021 são 6,0, 5,5 e 5,2 para anos iniciais e anos finais do ensino fundamental e ensino médio, respectivamente. Tendo sido apontado o Ideb igual a 6,0 como um parâmetro de certificação de qualidade nos padrões observados no âmbito dos países da OCDE (BRASIL, s/d). Entretanto, como mostrou Soares e Xavier (2013, p. 13), apenas com um Ideb superior a 6,5, considerado alto, se garantiria um mínimo de resultados abaixo de básico e básico⁷ para os 5º anos – ainda assim, quase um quarto (23,4%) dos alunos

⁷ Soares e Xavier (2013) utilizam parâmetros não-oficiais, construídos pelo movimento “Todos pela Educação”.

em escolas com Ideb para o 5º ano maiores que 6,5 tiveram desempenhos insuficiente e básico em 2011 (SOARES; XAVIER, 2013).

Tabela 3 – Escala de proficiência dos 9º anos em Matemática na Prova Brasil nos anos de 2013, 2015 e 2017 em porcentagem

Edição	2013	2015	2017
Avançado	1%	2%	2%
Proficiente	10%	12%	13%
Básico	52%	55%	54%
Insuficiente	37%	31%	31%

Fonte: Elaborada pelo autor com base em Fundação Lemann (2018)

De acordo com a *startup* QEdU, vinculada à Fundação Lemann, em torno de um terço dos estudantes brasileiros nos nonos anos avaliados no SAEB em 2013, 2015 e 2017 tiveram um desempenho insuficiente em matemática⁸, como se observa na Tabela 3. Neste caso, para classificação em questão, referente à proficiência em matemática nos 9º anos, foi utilizado o seguinte parâmetro: insuficiente – 0 a 224 pontos; básico – 225 a 299 pontos; proficiente – 300 a 349 pontos e avançado – ≥ 350 pontos (FUNDAÇÃO LEMANN, 2018).

Inegavelmente, uma melhora nesse quadro não pode prescindir de mudanças no ambiente de sala aula voltados ao ensino e à aprendizagem; não pode prescindir de uma postura inspiradora e motivadora para a aprendizagem em matemática. Nesta perspectiva, a criatividade em matemática tem potencial para ajudar a construir um ambiente motivador⁹ para a aprendizagem de matemática (GONTIJO, 2006b; BORGES, 2019; NOGUEIRA, 2014; SANTOS, 2017).

Diante do exposto, visando contribuir para o debate sobre a construção de uma Educação capaz de atender às demandas que a sociedade lhe impõe, serão apresentados no presente trabalho um conjunto de itens elaborados para diagnóstico de concepções de professores de matemática sobre pensamento crítico e criativo em matemática com base nas formulações teóricas de Gontijo (2006a) e Fonseca e Gontijo (2020b) e resultados empíricos de Fonseca, Gontijo e Zanetti (2018) e Fonseca, Gontijo e Souza (2019), dentre outros que serão

⁸ Também utilizando parâmetros não-oficiais.

⁹ Grosso modo, os trabalhos mencionados partem do pressuposto de que, se o aluno for posto frente a uma atividade que lhe cause satisfação em resolver/participar, isso poderá criar uma predisposição a que participe de outras atividades com engajamento. Infelizmente, não se discute a possibilidade de que em algum momento tais atividades motivadoras iniciais possam ser dispensadas, ou seja, como o indivíduo poderia desenvolver a capacidade de se engajar numa atividade sem a necessidade da intervenção de terceiros. Além disso, não se discute a própria eficácia dessa intervenção inicial motivadora por um período prolongado, ou seja, se tal eficácia não estaria associada ao ineditismo da proposta no contexto em que foram aplicadas.

apresentados posteriormente¹⁰. complementarmente, serão apresentados três breves exemplos de como o professor pode adequar questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) para estimular a criatividade e a criticidade em matemática de alunos do ensino médio nesta perspectiva.

A expectativa é que, após concluído o processo de validação e verificação de fidedignidade e estabilidade, tal instrumento contribua para o levantamento de informações capazes de subsidiar o planejamento e execução de programas de formação continuada para professores de matemática visando a promoção do pensamento crítico e criativo nas escolas – não se descartando a possibilidade de que sirva também como um possível ponto de partida para construção de expectativas de aprendizagem em pensamento crítico e criativo em matemática.

Uma primeira versão do instrumento (Apêndice A) foi submetida a especialistas e, considerando as contribuições destes, optou-se por uma reestruturação do instrumento. Ao fim e ao cabo, o instrumento em questão foi reorientado e reconstruído objetivando sintetizar as contribuições teóricas e empíricas sobre o constructo pensamento crítico e criativo em matemática devidas aos membros do Grupo Pi. O número de itens foi elevado de 30 para 55.

Quadro 1- Perfil dos Especialistas

Graduação inicial	Maior titulação acadêmica	Atuação profissional
Psicologia	Doutorado em Psicologia Educacional (Criatividade)	Ensino Superior
Psicologia	Doutorado em Psicologia (Criatividade)	Professor Emérito
Licenciatura em Ciências e Matemática	Doutorado em Psicologia (Criatividade em Matemática)	Ensino Superior

Fonte: Elaborado pelo autor.

¹⁰ Excetuando-se os demográficos, os itens do instrumento aqui apresentando são uma síntese dos trabalhos sobre pensamento crítico e criativo em matemática de pesquisadores que fazem parte do Grupo de Pesquisas e Investigações em Educação Matemática (Grupo Pi), vinculado à Universidade de Brasília (UnB). Assim, em vários nos referiremos ao Grupo Pi quando a menção individual dos seus membros não causar prejuízo à compreensão e à clareza do texto.

No que tange o método e procedimentos metodológicos, trata-se de uma pesquisa empírico-analítica, bibliográfica e natureza exploratória, cujos detalhes estão disponíveis em seção específica.

O problema que norteou o presente trabalho foi: que características associadas ao pensamento crítico e criativo são reconhecidas pelos professores de matemática como constituintes dos seus processos formativos e de suas práticas pedagógicas? Como hipótese tem-se que um instrumento pode favorecer a identificação dessas características na prática docente e a necessidade de incluí-las em programas de formação continuada de professores bem nos objetivos educacionais. E o objetivo, propor um instrumento para levantamento de informações sobre percepções de professores de matemática sobre Criatividade e Pensamento Crítico em Matemática.

2 - METODOLOGIA

Como o objetivo é desenvolver um instrumento que possa ser utilizado para o planejamento e organização de programas de formação continuada para professores de matemática visando à promoção do pensamento crítico e criativo em matemática nas escolas, o presente trabalho claramente se vincula ao método empírico-analítico (FIORENTINI; LORENZATO, 2009, p. 64). Por outro lado, trata-se de uma pesquisa bibliográfica (GIL, 2006) a nível exploratório, onde se analisou artigos, anais de congressos e livros que versam sobre o tema em questão.

De início, realizou-se uma pesquisa pelos termos “pensamento crítico e criativo em matemática”, bem como “pensamento crítico e criativo” e “matemática” no Portal de Periódicos da CAPES e na Plataforma Scielo, o que possibilitou confirmar os resultados obtidos por Fonseca e Gontijo (2020b) acerca da ausência de publicações em que se encontre uma conceituação para pensamento crítico e criativo em matemática. Realizou-se também uma pesquisa no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes na internet pelo termo “pensamento crítico e criativo em matemática”, a qual não retornou qualquer dissertação ou tese.

Em seguida, tendo sido corroborado o ineditismo das formulações em Fonseca e Gontijo (2020b), nos currículos de ambos os autores na Plataforma Lattes realizou-se uma pesquisa por mais publicações sobre pensamento crítico. Em ambos os currículos se realizou uma busca por publicações que tivessem no título os termos “pensamento crítico e criativo”, “pensamento crítico e criativo em matemática” ou, simplesmente, “pensamento crítico”.

Cumprir registrar que, nos currículos foi realizada busca por trabalhos que tivessem os termos “pensamento crítico e criativo em matemática” e “pensamento crítico em matemática”, pois, em Fonseca e Gontijo (2020b) tanto o pensamento crítico quanto o criativo são concomitantes. No ato da resolução de problemas, o pensamento crítico já se faz presente, por exemplo, na identificação dos aspectos que serão imprescindíveis para tal empreitada, antes mesmo da produção de respostas eventualmente criativas (FONSECA et al., 2019). Assumiu-se a hipótese de que, se houvesse alguma publicação que em cujo título se fizesse referência somente a pensamento crítico em matemática trataria, também, de pensamento criativo em matemática.

Em seguida, procedeu-se a leitura de todas as indicações válidas¹¹ nos currículos Lattes na tentativa de identificar os traços da construção do conceito ao longo do tempo e, sobretudo, identificar evidências de como toma forma, na prática da sala de aula, a conceituação proposta em Fonseca e Gontijo (2020).

No que concerne à elaboração dos itens, trabalha-se na perspectiva da Teoria Clássica dos Testes, onde se admite que o escore garantiria alguma preditividade em relação a um comportamento (PASCQUALI, 2017). Nessa empreitada, dois aspectos foram considerados: adequação às formulações teóricas e a parâmetros de construção de itens na literatura. No que concerne à adequação aos parâmetros de construção de itens na literatura, apresenta-se no presente trabalho uma síntese do procedimento teórico, uma das fases de teoria e construção do instrumento (PASQUALI, 1999, p. 38). Tomando os construtos pensamento criativo em matemática e pensamento crítico em matemática buscou-se categorias operacionais que melhor os representassem a partir das referências analisadas.

É oportuno destacar que os itens referentes ao pensamento criativo em matemática baseiam-se em resultados psicométricos anteriores que sugerem que os componentes do pensamento divergente (fluência, flexibilidade e originalidade) tanto contribuem para o desenvolvimento do pensamento criativo em matemática, como podem ser utilizados como meio de mensurá-lo (CARVALHO et al., 2019). Por outro lado, no que concerne o pensamento crítico em matemática, inexistem resultados empíricos a respeito no âmbito das bases de dados consultadas.

¹¹ Tomamos por válidas aquelas passíveis de serem confirmadas encontrando-se a íntegra do trabalho mencionado.

3 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na seção seguinte, apresenta-se uma tentativa de síntese das formulações teóricas que nortearam o presente trabalho no geral, e a construção dos itens que compõem o formulário para diagnóstico sobre pensamento crítico e criativo em matemática em particular.

3.1 – Pensamento crítico e criativo em matemática

Inegavelmente, a criatividade é um indutor de desenvolvimento em diversos campos e áreas do conhecimento (HENNESSY; AMABILE, 2009) e seja como garantia de empregabilidade¹² (OCDE, 2019) ou como potencializador do fazer científico (KANHAI; SINGH, 2014), o pensamento criativo tem assumido relativo destaque contemporaneamente e a determinação de que tal habilidade seja avaliada na prova do PISA 2022 demonstra-o.

Bem como o pensamento criativo, o pensamento crítico também será avaliado no PISA 2022. E sobre pensamento crítico, considerando a quase onipresença das redes sociais no nosso cotidiano, a capacidade de discernir sobre a veracidade de informações disponíveis coloca a necessidade de formação para que os indivíduos, dentre outras coisas, sejam capazes de distinguir entre fatos e opiniões (STAUFFER, 2020).

Não obstante, no que se refere ao pensamento criativo em matemática em particular, Fonseca e Gontijo (2020) demonstraram que as discussões sobre o tema são incipientes no Brasil e que há uma lacuna em relação à definição do que sejam a criatividade ou criticidade em matemática ou mesmo como poderiam ser desenvolvidas em sala de aula nos documentos norteadores da Educação no país.

Nesta perspectiva, a proposição de um conceito de criatividade em matemática por Gontijo (2006a) e a proposição de um conceito de pensamento crítico associado ao pensamento criativo em matemática por Fonseca e Gontijo (2020a) são centrais ao presente estudo. Não obstante, diversas outras publicações serão destacadas por colocarem em evidência tais conceitos em movimento, em trabalhos empíricos, o que certamente permite uma melhor compreensão dos fenômenos analisados.

¹² Utilizamos o termo empregabilidade para sintetizar o fato de que uma formação atenta às transformações do mercado de trabalho poderia garantir uma possibilidade de os indivíduos não se tornarem sumariamente obsoletos frente aos avanços tecnológicos e às transformações nas dinâmicas de produção. Empregabilidade designaria um potencial, um vir a ser. Cumpre destacar que usamos o termo empregabilidade em sentido semelhante ao que é trabalhado pelo português Vitor da Fonseca (1998), de adaptabilidade, porém, aqui não como resultante do processo de modificabilidade cognitiva estrutural.

Em relação ao primeiro, os itens foram construídos com base na formulação de Gontijo (2006a, p.4) sobre criatividade em matemática, a qual transcrevemos na íntegra a seguir:

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

No intuito de perceber tal formulação em movimento, considerou-se também os registros de atividades empíricas sob tal formulação em Carvalho (2018), Costa, Gontijo e Silva (2019), Fonseca (2018), Fonseca e Gontijo (2020b), Fonseca, Gontijo e Souza (2019), Fonseca, Gontijo e Zanetti (2018), Gontijo (2018) e Silva (2018).

Foram considerados, também, os resultados obtidos na construção e validação de uma escala de motivação em matemática e construção e validação de instrumento para medir a criatividade em matemática em sala de aula¹³ (GONTIJO, 2006b); apresentação de evidências que corroboram a correlação positiva entre desempenho em matemática e desempenho em criatividade em matemática e validação de escala de clima para criatividade nas aulas de matemática¹⁴ (CARVALHO, 2018); problematização da recorrente inversão entre maneira criativa de trabalhar o conteúdo pelos professores e promoção do desenvolvimento da criatividade nos alunos¹⁵ e a necessidade de repensar os instrumentos avaliativos de modo que contribuam para o desenvolvimento da criatividade a partir do pensamento divergente^{16,17} (SILVA, 2018); apresentação de um modelo para prever a criatividade em matemática de estudantes a partir de suas próprias percepções sobre diversos aspectos intervenientes no processo de ensino aprendizagem e problematizar o fato de que os métodos e princípios que norteiam as avaliações e a prática docente em matemática como capazes explicar parte do

¹³ Pesquisa realizada com alunos concluintes do ensino médio.

¹⁴ Pesquisa realizada com alunos do 5º ano do ensino fundamental.

¹⁵ Resultados semelhantes são relatados em Panaoura e Panaoura (2014) e CE (2010).

¹⁶ Estudo de caso realizado com professora e turma de 4º ano do ensino fundamental.

¹⁷ Tomamos pensamento divergente em resolução de problemas como sendo aquele que fundamenta a busca de diversas soluções diferentes para um problema (CARVALHO; FARIAS; FONSECA; GONTIJO, 2019).

desempenho negativo de estudantes em testes de criatividade em matemática; proposição e validação do Teste de Desempenho Criativo no Campo da Matemática (TDCCM) (FONSECA, 2018).

No que concerne ao pensamento crítico em matemática, baseia-se na formulação de Fonseca e Gontijo (2020a, 971-972), na qual entendem

[...] por pensamento crítico e criativo em matemática [...] a ação coordenada de geração de múltiplas e diferentes ideias para solucionar problemas (fluência e flexibilidade de pensamento) com o processo de tomadas de decisão no curso da elaboração dessas ideias, envolvendo análises dos dados e avaliação de evidências de que os caminhos propostos são plausíveis e apropriados para se chegar à solução, argumentando em favor da melhor ideia para alcançar o objetivo do problema (originalidade ou adequação ao contexto).

Cumprir registrar algumas das contribuições às formulações sobre pensamento crítico em matemática: desenvolvimento dos princípios que posteriormente, resultariam na formulação conceitual de pensamento crítico em matemática, como Fonseca, Gontijo e Souza (2019) e Costa, Silva e Gontijo (2019).

4 - CONSTRUÇÃO DOS ITENS DO INSTRUMENTO

Nas seções deste Capítulo, serão especificados os procedimentos referentes à construção dos itens do formulário para diagnóstico de concepções sobre pensamento crítico e criativo em matemática de professores.

4.1 Dos itens demográficas

Na primeira versão do formulário, Apêndice A, o primeiro item tinha a seguinte redação: “entre 2015 e 2020, atuou em sala de aula como professor de matemática do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental ou no Ensino Médio?”. Entretanto, ao ser submetido aos especialistas, surgiu o questionamento sobre as motivações da escolha do recorte temporal e a sugestão de desmembramento em dois itens, um do 6º ao 9º do Ensino Fundamental e o outro referente ao Ensino Médio. Na versão final, foi substituído por “em 2020, atuou...”. Todavia, como se trata de um instrumento diagnóstico para implementação de programa de formação continuada de professores, o tempo de experiência na etapa de ensino pode ser informação importante a ser levantada.

Por outro lado, a sugestão de desmembramento em dois outros itens pode trazer informações úteis ao se comparar as concepções sobre a natureza do pensamento crítico e criativo e etapa de ensino em que os professores atuam, permitindo um melhor direcionamento das ações. EC¹⁸ (2010, p.33) apresenta indícios que sugerem que professores do ensino primário seriam mais propensos que os do secundário¹⁹ a desenvolver em sala aula atividades com potencial para a construção do pensamento criativo – obviamente, não se trata de transpor os resultados de uma realidade, mas, procurar similaridades.

Diante do exposto, optou-se pelo desmembramento com as seguintes redações: “Nos últimos doze meses, atuou em sala de aula como professor de matemática do 6º ao 9º ano do

¹⁸ A pesquisa “Creativity in schools: a survey of teachers in Europe” foi respondida por professores de diversas disciplinas.

¹⁹ Tomamos ensino primário e secundário como correspondentes ao ensino fundamental e médio. Todavia, se tal correspondência não for precisa, o sentido em que a emprego não causará prejuízo à compreensão do texto, uma vez a ideia é que professores que atuem em etapas distintas se portem de maneira distinta em relação ao fomento do pensamento criativo em sala de aula.

Ensino Fundamental?” e “Nos últimos doze meses, atuou em sala de aula como professor de matemática do Ensino Médio?”

Na primeira versão do instrumento, o item dois se referia ao gênero do respondente e trazia como opções: masculino ou feminino. A inclusão desse item no instrumento, dada a sua finalidade, justifica-se uma vez que na literatura há alguns indícios de que uma maior ou menor abertura para fomentar a criatividade esteja associada ao gênero. Em Alencar e Rodrigues (1978) os resultados sugeriam que mulheres fossem menos afeitas às características das crianças que não estivessem de acordo com os valores supostamente femininos da classe média à época, valores que se caracterizariam por conformismo, dependência e obediência; diametralmente opostas àqueles que caracterizariam pessoas criativas, a saber: independência, pensamento crítico e inconformismo, dentre outras. Por outro lado, em CE (2010) os resultados sugerem uma maior propensão a que homens acreditem que a criatividade é algo inato e que seja algo associado às artes.

Não obstante, ao submeter aos juízes, houve a ponderação de que estava ausente a opção àqueles professores que não se identificassem com quaisquer das opções oferecidas inicialmente. Considerou-se pertinente tal ponderação e, posteriormente, o instrumento trouxe a opção “outros”, além de “masculino” e “feminino”.

Na versão original do instrumento, o item três se referia à idade do respondente e trazia como opções: “menos de 25 anos”, “de 25 a menos de 30 anos”, “de 30 a menos de 35 anos”, “de 35 a menos de 40 anos” e “de 40 anos ou mais”. A inclusão desse item no instrumento, dada a sua finalidade, justifica-se uma vez que na literatura há alguns indícios de que uma maior ou menor abertura para fomentar a criatividade esteja associada à idade. CE (2010) traz indícios de que professores com 25 anos e com pelo menos um ano de docência estão mais propensos a fomentar habilidades relacionadas à criatividade – o tempo de atuação em sala de aula também parece determinante em outras posturas que serão discutidas mais à frente.

Após ser submetido aos juízes, houve a sugestão de que não se estabelecesse faixas, mas, que se solicitasse que o respondente informasse a idade completa até a data da pesquisa, de modo que fosse possível ter uma ideia mais precisa da característica etária da amostra trabalhada – no que se concordou e a questão passou a ter a seguinte redação: “Idade? (Quantos anos completos até a presente data?)”.

Na versão original do instrumento, o item quatro tinha a seguinte redação, seguida de opções de resposta: “Maior grau de instrução concluído?”, “graduação”, “especialização *lato sensu*”, “especialização *stricto sensu*” e “doutorado”. Apesar de não ter encontrado na literatura qualquer indício de relação entre nível de formação²⁰ e postura frente ao ensino do pensamento crítico e criativo, permitiria traçar um panorama mais preciso da amostra.

Após uma pequena retificação, as opções para o item passarão a ser: “graduação”, “especialização *lato sensu*”, “mestrado” e “doutorado”.

Na versão original do instrumento, o item cinco tinha a seguinte redação, seguida de opções de resposta: “tempo de atuação como professor de matemática?”, “Menos de 5 anos”, “De 5 a menos de 10”, “De 10 a menos de 15”, “De 15 a menos de 20 anos”, “De 20 anos ou mais”. A inclusão da questão se justifica uma vez que há indícios de que o tempo de atuação como professor tenha implicações em diversos aspectos relacionados à promoção da criatividade em sala de aula (CE, 2010; ALENCAR; RODRIGUES, 1978).

Todavia, ao submeter o formulário original aos especialistas, houve a sugestão que não fossem estipuladas faixas etárias para que as pessoas se enquadrassem, mas, que permitisse que indicassem o número de anos completos atuando em sala de aula. Isso permitiria a construção de um quadro mais preciso sobre a amostra. O que de pronto foi acatado e a redação da questão passou a ser “tempo de atuação como professor de matemática? (informe o total de anos completos atuando em sala de aula como professor de matemática até a presente data)”.

Por fim, foi acrescido ao instrumento final um item no qual o respondente deve indicar tantas quantas disciplinas acredita que sejam mais adequadas ao desenvolvimento da criatividade dentre uma lista que apresenta algumas disciplinas²¹ em ordem alfabética, a saber: Artes, Biologia, Educação Física, Física, Geografia, História, Língua Inglesa, Língua Portuguesa, Matemática, Redação e Química.

²⁰ Maior instrução pode significar maior tempo de carreira.

²¹ Disciplinas presentes no “Documento Orientador para o Planejamento Pedagógico do Ensino Médio” para o 1º semestre, divulgado em 2019 pela Secretaria de Estado da Educação, Juventude e Esportes do Tocantins e vigente.

4.2 Dos itens relativos à natureza da criatividade

No instrumento original, Apêndice A, as afirmações desde a seis até a nove estão associadas à natureza da criatividade, com as seguintes redações: “a criatividade é um dom que nasce com as pessoas criativas”, “é possível desenvolver a criatividade de qualquer pessoa”, “a criatividade pode ser desenvolvida em todas as disciplinas do currículo” e “o professor pode fomentar a criatividade em matemática dos seus alunos em sala de aula”.

Em certa medida, em vista dos objetivos do formulário em construção, esses itens, em particular, podem permitir o acesso a informações primordiais quando se pensa numa política pública em educação destinada à promoção e desenvolvimento do pensamento criativo em matemática, por isso sua inclusão.

Entretanto, faz-se oportuno redobrar os cuidados quanto ao uso das informações a serem coletadas. Afinal, se por um lado ao nível do senso comum parecem soar positivamente o desenvolvimento de uma educação que promova o pensamento crítico e criativo, o que pode induzir a que se deem respostas socialmente desejáveis, viesando os resultados; por outro, não se pode esquecer que os professores, no geral, não têm uma orientação didática quanto ao que significa e como, efetivamente, desenvolver tais competências em sala de aula (FONSECA; GONTIJO, 2020; OCDE, 2020).

Nesse sentido, CE (2010) destacam uma discrepância entre visão positiva dos professores em relação à criatividade e a adequação de suas práticas pedagógicas para desenvolvê-la em sala de aula. Por seu turno, Panaoura e Panaoura (2014) sugerem que mesmo quando o discurso dos professores sobre criatividade em matemática parece coerente, a transposição para a prática didática pode não ser adequada.

Voltando a tratar da redação dos itens, referente a “a criatividade é um dom que nasce com as pessoas criativas” cumpre destacar que os primeiros trabalhos voltados à criatividade em matemática no século XX tinham tal pressuposto e se dedicavam a identificar traços comuns entre matemáticos (GONTIJO *et al.*, 2019). No geral, as pesquisas sobre criatividade deixaram de focar a caracterização de indivíduos criativos e o modo de desenvolver seu potencial e passaram a se concentrar na determinação das circunstâncias que concorrem para a formação do indivíduo criativo (ALENCAR; FLEITH, 2003).

Vale reiterar a importância do item, uma vez que, independentemente do nível em que atuam, parte considerável dos professores ainda acredita que criatividade seja um talento inato, dependente de características intrapessoais (CE, 2010; RIBEIRO; FLEITH, 2007 apud NAKANO, 2009).

No que se refere à afirmação de que “é possível desenvolver a criatividade de qualquer pessoa”, cumpre destacar que para muitos estudiosos a criatividade é tomada como uma competência com diversos níveis de proficiência (OCDE, 2020, p.57).

No que se refere às afirmações de que “a criatividade pode ser desenvolvida em todas as disciplinas do currículo” e “o professor pode fomentar a criatividade em matemática dos seus alunos em sala de aula”, cumpre destacar que há evidências internacionais que sugerem a existência de certa tendência entre professores a acreditar que o pensamento criativo esteja associado somente à produção artística (EC, 2010, p. 24), o que se repete entre professores de matemática (PANAOURA; PANAOURA, 2014).

4.3 Da manifestação da criatividade em matemática

No formulário original, Apêndice A, o décimo item traz a seguinte redação: “em sala de aula, a criatividade em matemática na resolução de problemas está associada à capacidade de apresentar várias possibilidades de soluções apropriadas”. Buscava-se uma síntese para o conceito de pensamento criativo em matemática proposto em Gontijo (2006a), que o toma como

(...) a capacidade de apresentar inúmeras possibilidades de solução apropriadas para uma situação-problema, de modo que estas focalizem aspectos distintos do problema e/ou formas diferenciadas de solucioná-lo, especialmente formas incomuns (originalidade), tanto em situações que requeiram a resolução e elaboração de problemas como em situações que solicitem a classificação ou organização de objetos e/ou elementos matemáticos em função de suas propriedades e atributos, seja textualmente, numericamente, graficamente ou na forma de uma sequência de ações. (GONTIJO, 2006a, p.4)

A ideia consistia em decompor a definição proposta acima em afirmações contendo seus aspectos essenciais, que expressasse o pensamento divergente naquilo que o define, qual seja, a busca do maior número de soluções possíveis para um problema (GONTIJO *et al*, 2019, p. 47). O décimo item do instrumento, Apêndice A, centra-se na fluência, capacidade de apresentar várias respostas válidas. Flexibilidade e originalidade estariam contempladas no

décimo primeiro item, onde fluência estaria associada à capacidade de empregar conceitos de áreas distintas e, originalidade, à capacidade de empregar uma abordagem ou uma associação de conceitos de modo incomum na resolução do problema (GONTIJO *et al*, 2019).

O enunciado do décimo primeiro item consistia, inicialmente, em que “em sala de aula, a criatividade em matemática na resolução de problemas está associada à capacidade de se concentrar em diferentes aspectos do problema, conseguir abordagens diferenciadas na busca de soluções apropriadas ou relacionar conceitos de diferentes áreas da matemática na busca de soluções apropriadas”.

Todavia, ao submeter aos especialistas, houve críticas à elaboração do décimo primeiro item. Críticas que se dirigiam especialmente ao fato de que a redação não observava o princípio da unidimensionalidade²², ou seja, a questão abordava aspectos diversos, os quais poderiam ser divididos em outros dois itens.

Não obstante, a redação inicial ainda negligenciava outros elementos da formulação de Gontijo (2006a), como a expressão do pensamento criativo na inclusão de elementos num conjunto a partir da identificação de características comuns ou a elaboração de problemas – apesar da inclusão de uma que aborda a elaboração de questões²³, porém, como uma forma de desenvolver a criatividade matemática e não como expressão dela, apesar de não haver tal diferenciação na literatura.

Analisadas as ponderações dos especialistas, a redação do décimo item passará a ser “a criatividade em matemática se manifesta na resolução de problemas por meio da capacidade de apresentar várias possibilidades de soluções apropriadas”. Já o décimo primeiro item do instrumento inicial será decomposta em três, a saber: “a criatividade em matemática se manifesta na resolução de problemas por meio da capacidade de se concentrar em diferentes aspectos do problema²⁴”, “a criatividade em matemática se manifesta na resolução de

²² Diz respeito à suposição de que um comportamento teria uma única causa (PASQUALI, 2003). No caso específico, o item foi desmembrado em três. Posteriormente, uma análise fatorial permitirá dizer se ambos dizem respeito a uma única causa, um único fator.

²³ A décima oitava questão da versão inicial do formulário, Apêndice A, tinha a seguinte redação: “em sala de aula, a criatividade em matemática pode ser estimulada através de atividades de elaboração ou reelaboração de situações-problema e desafios em matemática por parte dos próprios alunos”

²⁴ Na versão final, décimo sexto item no formulário.

problemas por meio da capacidade de promover diferentes abordagens na busca de soluções apropriadas²⁵” e “a criatividade em matemática se manifesta na resolução de problemas por meio da capacidade de relacionar conceitos de diferentes áreas na busca de soluções apropriadas²⁶”, como mostra o Quadro 2.

Quadro 2 – Itens sobre características da criatividade em matemática

Categoria	Comando inicial comum	Redação do item
Característica	A criatividade em matemática se manifesta na resolução de problemas por meio da...	Capacidade de apresentar várias possibilidades de soluções apropriadas
		Capacidade de se concentrar em diferentes aspectos do problema
		Capacidade de promover diferentes abordagens na busca de soluções apropriadas
		Capacidade de relacionar conceitos de diferentes áreas na busca de soluções apropriadas
		A partir de um conjunto dado, criar diversos subconjuntos pela identificação de propriedades ou atributos comuns de seus elementos

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação aos aspectos da formulação proposta por Gontijo (2006a) que foram inicialmente ignorados na elaboração da primeira versão do formulário, Apêndice A, foi incluído na versão reelaborada o seguinte item, décimo quarto, a saber: “a criatividade em matemática se manifesta na resolução de problemas por meio da capacidade de, a partir de um conjunto dado, criar diversos subconjuntos pela identificação de propriedades ou atributos comuns²⁷”.

²⁵ Na versão final, décimo sétimo item no instrumento.

²⁶ Na versão final, décimo oitavo item no instrumento.

²⁷ Na versão final, décimo nono item no instrumento.

4.4 Do estímulo ao pensamento criativo em matemática

O enunciado do décimo segundo item na versão inicial do instrumento, Apêndice A, tem como redação que “em sala de aula, a criatividade em matemática pode ser estimulada através do trabalho com resolução de problemas abertos, que permitam diversas soluções”. Gontijo (2006a, 2006b) ressalta o trabalho com problemas abertos, que estimulem o pensamento divergente como forma de promover o desenvolvimento do pensamento criativo em matemática. Na versão final, o item passará a ter a seguinte redação: “a criatividade em matemática pode ser estimulada por meio do trabalho com a resolução de problemas abertos, que possibilitam diversos caminhos para encontrar soluções²⁸”.

Há diversos trabalhos indicando como se pode utilizar problemas abertos para desenvolver a criatividade, tais como Gontijo (2006a, 2006b), Fonseca, Gontijo e Zanetti (2018), Costa, Silva e Gontijo (2019), Fonseca, Gontijo e Souza (2019), Fonseca e Gontijo (2020b). No Capítulo 5 serão apresentados alguns exemplos de como questões de matemática da prova do ENEM de 2018 podem se reelaboradas para que se trabalhe na perspectiva do pensamento divergente.

O enunciado do décimo terceiro item na versão inicial, Apêndice A, consistia em que “em sala de aula, a criatividade em matemática pode ser estimulada através valorização dos alunos que apresentam perspectivas e abordagens diferentes para a resolução de problemas, inclusive com pontuação extra”. Na versão final, o item foi dividido em dois, um voltado à valorização do uso de diferentes perspectivas na resolução de problemas no geral e um que versa sobre a valorização desta postura nas avaliações. E as redações na versão final passa a ser: “a criatividade em matemática pode ser estimulada por meio da valorização de diferentes perspectivas e abordagens utilizadas pelos alunos para resolver um problema²⁹” e “a criatividade em matemática pode ser estimulada por meio da valorização de diferentes perspectivas e abordagens utilizadas pelos alunos nas avaliações³⁰”.

²⁸ Na versão final, item número 20.

²⁹ Na versão final, item número 21.

³⁰ Na versão final, item número 24.

Faz-se oportuno destacar que Alencar, Fukuda e Otaviano (2012) e Fonseca (2015) já haviam destacado a postura do professor, seus métodos didáticos e de avaliação tendem a influenciar o desenvolvimento da criatividade em matemática.

O enunciado do décimo quarto item na versão inicial do instrumento consistia em que “em sala de aula, a criatividade em matemática pode ser estimulada quando o próprio professor procura diversificar caminhos, técnicas e abordagens na resolução de problemas”. Na versão final, o enunciado é “a criatividade em matemática pode ser estimulada por meio da diversificação de caminhos, técnicas e abordagens no trabalho com os conteúdos³¹”. Este item se refere à postura do professor em sala de aula. Silva (2020) lembra que muitos professores confundem maneiras criativas de trabalhar o conteúdo e formas de promover a criatividade matemática dos alunos.

No décimo quinto item da primeira versão do instrumento, o enunciado consistia em que “em sala de aula, a criatividade em matemática pode ser estimulada quando o professor promove a participação e o envolvimento dos alunos por meio de desafios, jogos e charadas matemáticas”. Na versão final, este item foi dividido em “a criatividade em matemática pode ser estimulada por meio do trabalho com desafios matemáticos³²” e “a criatividade em matemática pode ser estimulada por meio da promoção da participação e o envolvimento dos alunos por meio de jogos e charadas matemáticas³³”. A construção de um ambiente de motivação por meio de atividades criativas visando a aprendizagem em matemática e à criatividade em matemática é central na perspectiva desenvolvida em Gontijo (2007a) e Fonseca, Gontijo e Zanetti (2018).

No décimo sexto item da versão inicial do instrumento, o enunciado consistia em que “em sala de aula, a criatividade em matemática pode ser estimulada através de elaboração ou reelaboração de situações-problema e desafios em matemática por parte dos próprios alunos”. Na versão final, o item foi dividido em dois, cujas redações são as que seguem: “A criatividade em matemática pode ser estimulada por meio de atividades nas quais os alunos elaboram problemas de matemática³⁴” e “A criatividade em matemática pode ser estimulada por meio de

³¹ Na versão final, item número 22.

³² Na versão final, item número 23.

³³ Na versão final, item número 25.

³⁴ Na versão final, item número 26.

atividades nas quais os alunos reelaboram problemas de matemática³⁵”, em consonância com Gontijo (2007b) e Carvalho, Farias, Fonseca e Gontijo (2019). No capítulo 6 trabalharemos três exemplos de como pode ocorrer a reelaboração de problemas e o trabalho com o pensamento divergente em questões da prova de matemática do ENEM para fomentar a criatividade e a criticidade em matemática.

O décimo sétimo item da versão inicial do instrumento, cujo enunciado era “em sala de aula, a criatividade em matemática pode ser estimulada através do trabalho com jogos, o uso de celulares e aplicativos por parte dos alunos”, foi excluído da versão final. A exclusão se deu não pelo fato de que tais atividades não fomentem a criatividade em matemática, mas, devido ao fato de não ter sido encontrado nas formulações dos autores pesquisados o uso de jogos e aplicativos de celulares. Pelo mesmo motivo, o décimo oitavo item na versão inicial, cuja redação era “em sala de aula, a criatividade em matemática pode ser estimulada através do trabalho com pesquisas sobre temas de interesse dos alunos” também não aparece na versão final.

Quadro 3 – Itens sobre como estimular a criatividade em matemática (continua)

Categoria	Comando inicial comum	Redação do item
Características	A criatividade em matemática pode ser estimulada por meio...	Do trabalho com a resolução de problemas abertos, que possibilitam diversos caminhos para encontrar soluções
		Da valorização de diferentes perspectivas e abordagens utilizadas pelos alunos para resolver um problema.
		Da diversificação de caminhos, técnicas e abordagens no trabalho com os conteúdos
		Do trabalho com desafios matemáticos

³⁵ Na versão final, item número 27.

Quadro 3 – Itens sobre como estimular a criatividade em matemática (conclusão)

Categoria	Comando inicial comum	Redação do item
Características	A criatividade em matemática pode ser estimulada por meio...	De atividades nas quais os alunos reelaboram problemas de matemática
		Da valorização de diferentes perspectivas e abordagens utilizadas pelos alunos nas avaliações
		Da promoção da participação e o envolvimento dos alunos por meio de jogos e charadas matemáticas
		De atividades nas quais os alunos elaboram problemas de matemática
		Do compartilhamento das soluções dos alunos com a turma

Fonte: Elaboração própria.

Em tempo, acrescentou-se uma última questão sobre como o professor pode promover a habilidade de pensamento criativo em matemática, cuja redação consiste em “A criatividade em matemática pode ser estimulada por meio do compartilhamento das soluções dos alunos com a turma³⁶”, Quadro 3.

4.5 Da avaliação da criatividade em matemática

Na versão inicial do formulário, três itens versavam a respeito da avaliação da criatividade em matemática dos alunos, décimo nono, vigésimo e vigésimo primeiro, cujos enunciados eram os seguintes, respectivamente: “é possível avaliar os alunos em sala de aula em relação à criatividade em matemática”; “a avaliação dos alunos em sala de aula em relação à criatividade em matemática permite verificar a adequação do Currículo Escolar para o

³⁶ Na versão final, item número 28.

desenvolvimento da criatividade dos nossos jovens”; e, por fim, “é muito importante avaliar os níveis de criatividade dos alunos para que o professor possa intervir de modo a favorecer o desenvolvimento da capacidade de agir criativamente diante de uma situação matemática”.

Destes, apenas o primeiro permaneceu na versão final, porém, modificado. Os outros dois foram substituídos por três itens enfatizando a fluência (número de soluções válidas), a flexibilidade (uso de técnicas ou conceitos distintos) e a originalidade (frequência com que uma abordagem aparece na turma) com que os alunos apresentam soluções para os problemas, categorias presentes no próprio conceito de criatividade em matemática proposto por Gontijo (2006a) bem como no conceito de pensamento crítico associado à criatividade em matemática por Fonseca e Gontijo (2020a).

Voltando a tratar do item mantido com alterações, a redação passou a ser: “é possível medir a criatividade dos alunos em matemática”. Por seu turno, os itens incluídos na versão final foram: “a criatividade em matemática de um aluno pode ser avaliada contando-se o número de soluções válidas que ele constrói para um problema³⁷”; “a criatividade em matemática de um aluno pode ser avaliada comparando-se a frequência de uma solução para um problema em relação às soluções do restante de turma³⁸”; e, por fim, “a criatividade em matemática de um aluno pode ser avaliada observando-se a capacidade de propor algoritmos incomuns para resolver problemas³⁹”.

Cumprir registrar que Carvalho (2020) e Fonseca (2020) propõem fórmulas para que se atribua um número, adimensional, para representar a criatividade dos alunos com base nos seus desempenhos na resolução de problemas. Entretanto, o custo computacional dos scores de toda uma turma, no cotidiano da sala de aula, parece impeditivo por meio de tais algoritmos. Desta forma, optou-se por expressar em itens o que parece ser o pressuposto básico das formulações do grupo, qual seja: construir uma cultura escolar de pensamento divergente na resolução de problemas. Uma cultura que fomente a busca por soluções novas, apropriadas, enfim, criativas. Evidentemente, a proposta dos autores não consiste em que se comparem resultados individuais dos alunos.

³⁷ Na versão final, item número 30.

³⁸ Na versão final, item número 31.

³⁹ Na versão final, item número 32.

4.6 Barreiras à criatividade em matemática

No que concerne às barreiras a que se promova o desenvolvimento do pensamento criativo em matemática nas salas de aula, os itens da versão inicial foram reescritos de forma sucinta para a versão final.

Cumprir registrar que, dada a finalidade do instrumento, identificar junto aos professores as concepções sobre barreiras à criatividade em matemática em sala de aula pode-se identificar características dos ambientes onde atuam, bem como preconceitos em relação ao tema.

Na versão inicial, a redação do vigésimo segundo item consistia em que “o que impede que o professor trabalhe visando o desenvolvimento da criatividade em matemática é a necessidade de cumprimento do Currículo Escolar ou de preparação para as avaliações externas”. Na versão final, o item foi desmembrado em dois, com as seguintes redações: “O que compromete o desenvolvimento da criatividade em matemática é o cumprimento do currículo escolar⁴⁰” e “O que compromete o desenvolvimento da criatividade em matemática é a preparação dos estudantes para os exames externos⁴¹”.

Cumprir destacar que, admitindo a importância estratégica que o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico e criativo assumem na contemporaneidade, se o cumprimento do currículo escolar impede o desenvolvimento de tais habilidades, percebe-se uma contradição. CE (2010) e OCDE (2020) destacam a necessidade de que os documentos norteadores sejam claros sobre a importância de que tais habilidades sejam fomentadas e, sobretudo, como fazê-lo. Fonseca e Gontijo (2020) destacam essa dubiedade em documentos norteadores da Educação no país.

Na versão inicial do instrumento, a redação do vigésimo terceiro item consistia em “o que impede que o professor trabalhe visando o desenvolvimento da criatividade em matemática é a deficiência na sua própria formação”. Na versão final, a redação passou a ser “o que compromete o desenvolvimento da criatividade em matemática é a falta de formação específica⁴²”.

⁴⁰ Na versão final, item número 33.

⁴¹ Na versão final, item número 34.

⁴² Na versão final, item número 35.

Em relação aos dois últimos itens da versão inicial do instrumento, “o que impede que o professor trabalhe visando o desenvolvimento da criatividade é o receio de que a aprendizagem dos conteúdos fique prejudicada” e “o que impede o desenvolvimento da criatividade dos alunos em matemática na sala de aula é a ausência de cenários nos quais ele perceba as diversas áreas onde a matemática é aplicada”, somente o primeiro foi mantido mediante reelaboração. O outro foi excluído porque se percebeu que não estava condizente com as formulações, como destacado anteriormente, o que não significa que não contribua para a construção de habilidades em questão em sala de aula.

Neste sentido, a relação do item reelaborado passou a ser que “o que compromete o desenvolvimento da criatividade em matemática é o foco específico na aprendizagem dos conteúdos⁴³”. Aqui, novamente, a função diagnóstica do instrumento se destaca, afinal, um dos pressupostos é de que só existe criatividade em matemática mediante um profundo conhecimento do conteúdo (CARVALHO, 2020).

4.7 Do pensamento crítico em matemática

Na versão inicial do instrumento, o vigésimo sexto, vigésimo sétimo e vigésimo oitavo itens referiam-se ao pensamento crítico, com as seguintes redações, respectivamente: “em qualquer disciplina o professor pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico dos seus alunos”; “o pensamento crítico é a capacidade de refletir sobre estratégias criadas para resolver um problema, analisando-as, questionando-as e interpretando-as a fim de apresentar a melhor solução possível”; e, por fim, “o pensamento crítico é a capacidade de analisar, questionar e interpretar os fenômenos e as relações sociais, as instituições e o papel da ciência na construção da realidade, permitindo que o indivíduo se posicione sobre eles de forma autônoma”.

Na versão final, o vigésimo sexto item da primeira versão foi mantido tendo sido reescrito; o vigésimo sétimo item da primeira versão foi desmembrado em outros itens; e o vigésimo oitavo item da primeira versão foi excluído, uma vez que não correspondia às

⁴³ Na versão final, item número 36.

formulações de Fonseca e Gontijo (2020b) tomadas como base para elaboração do instrumento – o que não significa que não seja um objetivo desejável de uma educação voltada ao pensamento crítico, entretanto, foge ao escopo do presente trabalho.

Em relação aos itens associados à habilidade de pensamento crítico em matemática, cumpre destacar que as formulações acerca desse constructo são incipientes. Inclusive, a própria tentativa de conceituação a respeito só aparece em Fonseca e Gontijo (2020b), onde se propõem um conceito de pensamento crítico associado à criatividade.

Por outro lado, em Fonseca, Gontijo e Zanetti (2018), Costa, Silva e Gontijo (2019) e Fonseca, Gontijo e Souza (2019) é possível observar tentativas em evidenciar aspectos da habilidade de pensamento crítico em matemática em resolução de problemas que viriam compor o conceito proposto em Fonseca e Gontijo (2020).

Ademais, faz-se oportuno destacar que, diferentemente do que ocorre nas formulações sobre criatividade em matemática, o conceito de pensamento crítico em matemática não foi testado empiricamente. A seguir, no Quadro 4, são apresentados os itens elaborados visando sintetizar as formulações encontradas sobre pensamento crítico em matemática.

Quadro 4 – Itens sobre pensamento crítico em matemática por categoria (continua na próxima página)

Categoria	Comando inicial comum	Redação do item
Características	O pensamento crítico em matemática é a capacidade do aluno	Identificar, num conjunto de informações dadas no enunciado, aquelas que serão úteis para solucionar um problema
		Identificar uma estratégia adequada para solucionar um problema
		Identificar parâmetros que devem ser obedecidos para a resolução de um problema
		Refletir sobre a validade de soluções propostas para um problema
		Inferir sobre alterações nos resultados caso algumas condições sejam alteradas no enunciado

Quadro 4 – Itens sobre pensamento crítico em matemática por categoria (continua na próxima página)

Categoria	Comando inicial comum	Redação do item
Características	O pensamento crítico em matemática é a capacidade do aluno	Criar critérios para apontar a melhor dentre as soluções propostas para um problema
		Refletir sobre a validade de soluções propostas por outras pessoas para um problema
Como estimular	O pensamento crítico em matemática pode ser estimulado quando o professor...	Questiona os alunos sobre os argumentos utilizados por eles na solução de um problema
		Questiona os alunos sobre a validade das soluções apresentadas para um problema
		Estimula os alunos a que compartilhem suas soluções com a turma
		Propõe problemas em cuja solução o aluno precisa adequar a resposta a parâmetros previamente estabelecidos
		Discute respostas parcialmente corretas evidenciando a necessidade de considerar parâmetros previamente estabelecidos no enunciado
		Orienta os alunos a identificarem no enunciado os parâmetros e requisitos que se deve levar em consideração na resolução de um problema
		Orienta os alunos a produzirem respostas completas para um problema

Quadro 4 – Itens sobre pensamento crítico em matemática por categoria (conclusão)

Categoria	Comando inicial comum	Redação do item
Como estimular	O pensamento crítico em matemática pode ser estimulado quando o professor...	Orienta os alunos a que verifiquem se as respostas produzidas para um problema são absurdas, com base nos parâmetros e requisitos presentes no enunciado

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Fernandes e Marinho (2020).

Quadro 5 – Itens sobre barreiras ao pensamento crítico em matemática

Categoria	Redação do item
Barreiras	A falta de formação específica sobre pensamento crítico em matemática compromete o planejamento do professor para estimular a criticidade dos estudantes
	O cumprimento do Currículo Escolar compromete o desenvolvimento de atividades que estimulam o pensamento crítico em matemática
	A preparação dos estudantes para os exames externos compromete o desenvolvimento de atividades que estimulam o pensamento crítico em matemática

Fonte: Fonte: Elaborada pelo autor com base em Fernandes e Marinho (2020).

O quinquagésimo segundo item da versão final do instrumento com a redação que consiste em que “em qualquer disciplina o professor pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico dos seus alunos⁴⁴” não se enquadra nas categorias características, como estimular ou barreiras, por isso não foi incluído dos quadros acima. Todavia, dada a finalidade do instrumento que faz parte, saber a percepção dos professores sobre a possibilidade de que se desenvolva tal habilidade de modo deliberado através dos processos de ensino que tem lugar na escola é fundamental para que se adeque o processo de formação às necessidades do público a que se destina.

⁴⁴ Na versão final, item número 52.

5 – EXEMPLOS DE COMO TRABALHAR A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NA PERSPECTIVA DE DESENVOLVER O PENSAMENTO CRÍTICO E CRIATIVO EM MATEMÁTICA

Nesta seção são apresentadas três questões de Matemática do ENEM 2018 que foram reelaborados para serem utilizados em sala de aula na perspectiva, visando o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática.

5.1 – Utilizando questões do ENEM para fomentar a criatividade e o pensamento crítico em matemática

No Capítulo 4, foram apresentados os itens elaborados para composição de um instrumento cuja finalidade é servir de diagnóstico de professores visando subsidiar a preparação de programas de formação continuada para o fomento do pensamento crítico e criativo em matemática nas salas de aula. Não obstante a importância que o tema assume na contemporaneidade, é perceptível a necessidade de trabalhos que versem sobre a transposição das formulações sobre o tema para a prática da sala de aula, não obstante os esforços de Gontijo e Zanetti (2018), Costa, Silva e Gontijo (2019) e Fonseca, Gontijo e Souza (2019), e mesmo Fonseca e Gontijo (2020) que, ao passo que propõem um conceito para pensamento crítico em matemática, apresentam alguns exemplos de como tomariam forma na resolução de problemas.

Nesta mesma perspectiva, são propostos itens que podem caracterizar as habilidades de pensamento crítico e criativo em matemática em sala de aula. A seguir transcreve-se o enunciado original de um dos itens da prova de matemática do ENEM (2018)

Para apagar os focos A e B de um incêndio, que estavam a uma distância de 30 m um do outro, os bombeiros de um quartel decidiram se posicionar de modo que a distância de um bombeiro ao foco A, de temperatura mais elevada, fosse sempre o dobro da distância desse bombeiro ao foco B, de temperatura menos elevada.

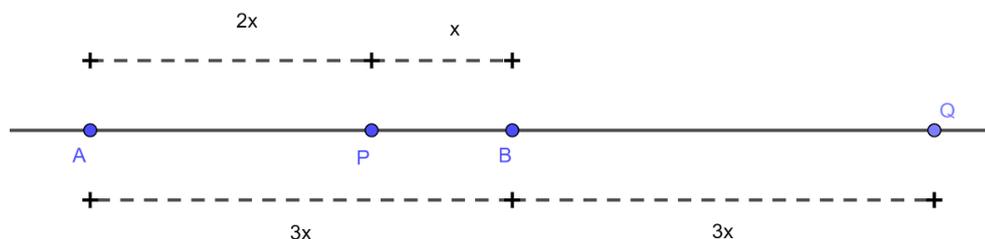
Nestas condições, a maior distância, em metros, que dois bombeiros poderiam ter entre eles é

- (A) 30
- (B) 40
- (C) 45
- (D) 60
- (E) 68

O gabarito oficial indica que a maior distância possível entre os dois bombeiros seria de 40 m. Uma maneira de se chegar ao resultado indicado seria considerarmos os dois focos de incêndio (A e B) e os dois bombeiros (P e Q) como pontos sobre a reta real, fazendo A coincidir com a origem e B com a abscissa 30, P entre A e B e Q à direita de B na reta, como esquematizado

na figura 1 – na verdade, para A, P, B e Q colineares, a solução é única, a menos da ordem entre P e Q.

Figura 1: Possível configuração dos pontos para solução do problema



Fonte: Elaboração própria.

Em tempo, por redução ao absurdo, sem perda de generalidade suponha que P estivesse à esquerda de A na Figura 1. Representando a medida do segmento PA por α^* real positivo e a medida do segmento PB = PA + AB = $\alpha + n^{**}$, n real positivo. Por hipótese, PA = 2PB, ou seja, PA – 2PB = 0^{***}. Entretanto, substituindo (*) e (**) em (***) temos que $\alpha - (\alpha + n) = -n \neq 0$, um absurdo, logo, P não pode estar posicionado à esquerda de A(i).

Agora, suponha P entre A e B. Por hipótese, AP = 2x e PB = x. Ora, como $2x + x = 30$ isso implica que $x = 10$, ou seja, P está sobre a abscissa 20, distando 10 m de B. Obviamente, por (i), Q não pode estar à esquerda de A. Se Q estiver entre A e B, coincidirá com P, a menor distância entre ambos (considerando-os pontos, e não seres humanos!). Agora, consideremos Q à direita de B.

Como a distância de A até Q é o dobro da distância de B até Q, B seria o ponto médio do segmento AQ, onde a abscissa de Q seria 60. Por fim, haveria alguma possibilidade de resposta se Q se deslocasse mais à direita da abscissa 60, digamos uma distância n? Por absurdo, suponha um ponto Q', distando n de Q; AB=BQ= α ; tal que AQ' = 2BQ'. Ora, para que AQ' fosse igual a 2 BQ' deveríamos ter: $2\alpha + n = 2(\alpha + n)$, o que implica que $2\alpha + n = 2\alpha + 2n$, ou seja, $n = 2n$, o que é absurdo. Logo, a abscissa do ponto Q, à direita de B, só pode ser 60.

A princípio, esse tipo de enunciado não permite que se discuta, por exemplo, o porquê, a conveniência, do bombeiro Q estar posicionado três vezes mais distante de B que o bombeiro P ou, ainda, se a pressão na mangueira utilizada pelo bombeiro Q será capaz compensar tamanha distância. Questionamentos que o professor deveria instigar nos alunos, o que já significaria

“Refletir sobre a validade de soluções propostas para um problema” ou “Refletir sobre a validade de soluções propostas por outras pessoas para um problema”.

Agora, observemos uma reelaboração da questão trabalhada acima, agora sob a perspectiva do pensamento divergente.

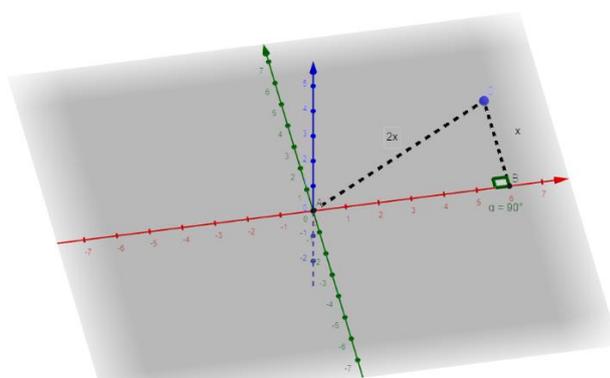
Para apagar os focos A e B de um incêndio, que estavam a uma distância de 30 m um do outro, os bombeiros de um quartel decidiram se posicionar de modo que a distância de um bombeiro ao foco A, de temperatura mais elevada, fosse sempre o dobro da distância desse bombeiro ao foco B, de temperatura menos elevada.

Considere dois bombeiros atuando para apagar esses incêndios.

- Liste todas as formas que conseguir de modo que os dois bombeiros atuem para apagar ambos focos de incêndio.
- Dentre todas as formas indicadas, escolha a melhor configuração e justifique o porquê da escolha

Perceba que ao se empenharem na busca de soluções, poderiam surgir, por exemplo, as sugestões de que ambos os bombeiros estivessem juntos na posição P ou na posição Q, na figura 1. Poderia ter surgido, também, a ideia de que P e Q se posicionassem formado uma reta que contém o ponto B e é perpendicular à reta AB, como sugerido na figura 2, formando o triângulo equilátero APQ. Ou mesmo a sugestão de que ambos os bombeiros estivessem na posição C, na figura 2, um deles no solo e o outro suspenso por uma escada.

Figura 2: Possível solução para o problema

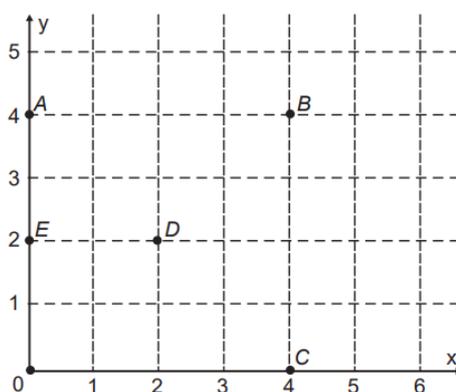


Fonte: Elaboração própria.

Observemos mais um exemplo de reelaboração de questão. Trata-se da questão 166 do Caderno de Provas Amarelo do ENEM (2018), cujo enunciado original transcreveremos a seguir.

Um jogo pedagógico utiliza-se de uma interface algébrico-geométrica do seguinte modo: os alunos devem eliminar os pontos do plano cartesiano dando “tiros”, seguindo trajetórias que devem passar pelos pontos escolhidos. Para dar os tiros, o aluno deve escrever em uma janela do programa a equação de uma reta ou de uma circunferência que passa pelos pontos e pela origem do sistema de coordenadas. Se o tiro for dado por meio da equação da circunferência, cada ponto diferente da origem que for atingido vale 2 pontos. Se o tiro for dado por meio da equação de uma reta, cada ponto diferente da origem que for atingido vale 1 ponto. E uma situação de jogo, ainda restam os seguintes pontos para serem eliminados: A(0;4), B(4;4), C(4;0), D(2;2) e E(0;2).

Figura 3: Pontos no plano cartesiano xOy



Fonte: ENEM(2018)

Passando pelo ponto A, qual equação forneceria a maior pontuação?

- (A) $x = 0$
- (B) $y = 0$
- (C) $x^2 + y^2 = 16$
- (D) $x^2 + (y - 2)^2 = 4$
- (E) $(x - 2)^2 + (y - 2)^2 = 8$

(ENEM, 2018, p. 25)

Agora, mediante reelaboração, temos: um jogo pedagógico utiliza-se de uma interface algébrico-geométrica do seguinte modo: os alunos devem eliminar os pontos do plano cartesiano dando “tiros”, seguindo trajetórias que devem passar pelos pontos escolhidos. Para

dar os tiros, o aluno deve escrever em uma janela do programa a equação cartesiana de uma reta que contenha pelo menos dois dos pontos indicados e a equação de uma circunferência, também centrada em um dos pontos indicados, de modo que um dos pontos indicados seja o centro da circunferência e o outro seja ponto de tangência da reta com a circunferência.

Se o tiro for dado corretamente, ou seja, se a reta e a circunferência forem tangentes no ponto indicado, o jogador ganha 2 pontos e o ponto de tangência será deletado do jogo. O jogador que acerta continua jogando até que erre, ou então, que a partida seja encerrada devido a impossibilidade de se sejam atendidas regras do jogo.

Arnaldo e Bernardo disputam um partida em que Arnaldo lidera por 4 pontos de vantagem. Porém, Arnaldo erra e passa a vez a Bernardo. Ainda restam os seguintes pontos que podem ser eliminados: $A(0;4)$, $B(4;4)$, $C(4;0)$, $D(2;2)$, $E(0;2)$ e $O(0;0)$ – vide Figura 3.

- Bernardo ainda pode vencer essa partida? Justifique sua resposta. Se sim, qual(is) seria(m) a(s) estratégia(s) vencedoras?
- O enunciado não informa quais os critérios a se observar para que a partida seja encerrada. Com base nas regras expostas acima, quais poderiam ser os critérios para se encerrar uma partida?

Por fim, mais um exemplo de reelaboração de questão. Trata-se da questão 175 do Caderno de Provas Amarelo do ENEM (2018), cujo enunciado original transcreveremos a seguir:

A inclinação de uma rampa é calculada da seguinte maneira: para cada metro medido na horizontal, mede-se x centímetros na vertical. Diz-se, nesse caso, que a rampa tem inclinação de $x\%$, como no exemplo da figura:

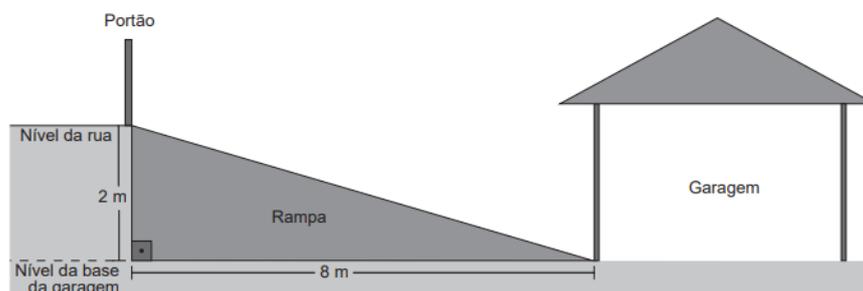
Figura 4: Triângulo retângulo



Fonte: ENEM (2018, p. 29)

A figura apresenta um projeto de uma rampa de acesso a uma garagem residencial cuja base, situada 2 metros abaixo do nível da rua, tem 8 metros de comprimento.

Figura 5: Garagem



Fonte: ENEM (2018, p. 29)

Depois de projetada a rampa, o responsável pela obra foi informado de que as normas técnicas do município onde ela está localizada exigem que a inclinação máxima de uma rampa de acesso a uma garagem residencial seja de 20%.

Se a rampa projetada tiver inclinação superior a 20%, o nível da garagem deverá ser alterado para diminuir o percentual de inclinação, mantendo o comprimento da base da rampa.

Para atender às normas técnicas do município, o nível da garagem deverá ser

- (A) elevado em 40 cm.
- (B) elevado em 50 cm.
- (C) mantido no mesmo nível.
- (D) rebaixado em 40 cm.
- (E) rebaixado em 50 cm.

ENEM (2018, p. 29)

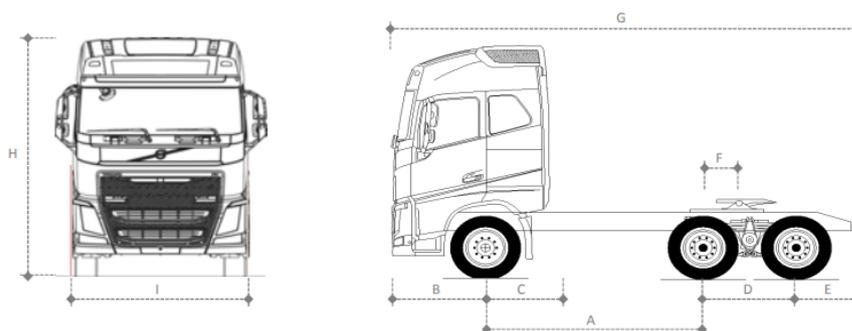
Para essa última reelaboração, ao enunciado da questão acima vamos acrescentar o seguinte: a essa questão um aluno respondeu que é suficiente que o nível da garagem seja elevado em 40 cm. Analise a resposta dada pelo aluno e veja se é a solução mais apropriada para o problema, considerando as limitações de acesso que possa implicar e outras alterações que serão necessárias por consequência dessa elevação do nível da garagem.

Nesta questão, o pensamento crítico pode ser estimulado em diversos momentos, mas, em especial, quando se propõe aos alunos que encontrem implicações negativas à solução apresentada. Na versão original, leva-se em consideração exclusivamente os resultados advindos da elevação do nível da garagem para os cálculos da inclinação. Todavia, ignora-se completamente que tal elevação implicará numa redução do vão disponível à passagem dos automóveis, o que talvez viesse a exigir uma elevação do telhado. Ademais, uma elevação no nível da garagem certamente deverá ser acompanhada de um preenchimento sobre a rampa até que se alcançasse a nova altura desejada. Acrescente-se a isso o preenchimento na garagem e uma eventual elevação do telhado. Não haveria alternativa mais viável?

Questionamentos desse tipo podem ocorrer quando um aluno se vê diante de uma questão fechada, porém, uma questão aberta encerra um potencial importante a ser explorado.

Cumpra-se destacar que nenhuma menção se faz no enunciado original à altura do automóvel que utilizará a referida garagem. Considere o dono da garagem pretenda que caminhão a seguir pertença seja guardado na garagem em construção. Que cuidados deverão ser tomados agora?

Figura 6: Dimensões do caminhão



Fonte: Elaboração própria a partir de Volvo (2018)

Tabela 4 – Dimensões do caminhão em mm

Descrição	Medida
G comprimento total	6540
H altura da cabine leito	3569
I Largura da cabine	2494

Fonte: Própria a partir de Volvo (2018)

6 - RESULTADOS E ANÁLISE

Como resultado do projeto que orientou o presente trabalho, apresenta-se um instrumento com cinquenta e cinco itens, dos quais dez são demográficos. Os itens demográficos foram elaborados de modo que, quando validado, os gestores consigam um diagnóstico confiável acerca das características dos respondentes, o que associado às formas como os professores se posicionam sobre os temas em questão poderá auxiliar na preparação dos programas de formação continuada à luz das melhores práticas estabelecidas na literatura sobre criatividade e criticidade em matemática.

Por seu turno, os itens elaborados sobre pensamento crítico e criatividade foram elaborados sob a perspectiva de três questões orientadoras percebidas em Aktas (2016), CE (2010) e Panaoura e Panaoura (2014) sobre criatividade, mas, que se adequam à criticidade: “Como se efetiva em ação? Como imaginam que pode ser estimulada? Quais as crenças e posicionamentos frente ao tema?” (FERNANDES; MARINHO, 2020). O que permitirá identificar as necessidades de formação de professores de matemática sobre conceitos, práticas e metodologias propícias ao desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática.

Na tentativa de evitar que o número de itens resulte no viesamento dos dados, procurou-se estabelecer um comando comum para alguns itens. Ademais, o formulário proposto pode ser aplicado no formato eletrônico remotamente, sobretudo nesse momento de pandemia, mas, noutras circunstâncias constitui uma opção que permite a geração de um banco dados que agilizará o tratamento posterior dos dados.

A elaboração dos itens procurou sintetizar as formulações teóricas e ideias subjacentes aos trabalhos empíricos sobre pensamento crítico e criativo de Gontijo (2006a), Fonseca e Gontijo (2020b), Fonseca, Souza e Gontijo (2019), Fonseca, Gontijo e Zanetti (2018), dentre outros. Desta forma, optou-se por enfatizar na elaboração dos itens a necessidade da mudança de postura do professor, agregando ao trabalho a proposição de problemas abertos, a elaboração e a reelaboração de problemas, dentre outras estratégias.

No capítulo 5, propusemos uma reelaboração de três problemas da prova de matemática do ENEM 2018. A reelaboração de problemas, em si, é uma estratégia metodológica para fomentar o pensamento criativo. E neste sentido o esforço empreendido no Capítulo já se justifica, pois, apresenta um exemplo de como fazer, ajudando a sanar uma dificuldade evidenciada por Fonseca e Gontijo (2020b) sobre lacunas em documentos oficiais em relação às orientações de como fomentar a criatividade e criticidade em matemática, sobre referências, definição ou mesmo exemplos.

Em particular, a reelaboração proposta na última questão, página 48, traz um elemento que se percebe no conceito de pensamento crítico em matemática proposto por Fonseca e Gontijo (2020b), mas, que não havia sido explorado exhaustivamente (e também não o fazemos) em outros trabalhos do grupo, a saber, a reflexão sobre a validade de uma resposta proposta a um problema dado por si ou por outrem – em Fonseca, Gontijo e Zanetti (2018) os alunos são instados a avaliar qual a dica mais eficiente para reduzir o número de possibilidades de resposta numa “força numérica” e em Fonseca, Gontijo e Souza (2019) os autores sugerem que se estimule a elaboração de respostas completas para que levem o aluno a refletir sobre os próprios resultados.

Nessa questão, os alunos são instados a procurar implicações à solução proposta para o problema original, o que já poderia gerar diversas reflexões sobre a adequação da resposta. Entretanto, acrescentou-se uma última hipótese, que correspondia ao fato de que um caminhão fosse ser guardado na garagem. Essa reelaboração do problema coloca-o em consonância, em última análise, com o que o sugere a OECD (2019, p. 25) como princípio a ser observado na elaboração das questões do Pisa 2022 onde descreve a capacidade de avaliar e melhorar ideias como a capacidade dos estudantes perceberem as limitações de uma ideia proposta a um problema e lhe sugerirem melhorias.

7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do projeto que resultou no presente trabalho consistia em propor um formulário para levantamento de informações sobre percepções de professores de matemática sobre Criatividade e Pensamento Crítico em Matemática. O instrumento proposto tem o mérito de enveredar por uma senda ainda não explorada pelos autores analisados.

O instrumento proposto pode contribuir à elaboração de programas de formação continuada nos estados e municípios, a partir da possibilidade de construção de diagnósticos com as reais necessidades de formação sobre criatividade e criticidade em matemática, o que certamente complementar as atividades de divulgação através de palestras e oficinas já desenvolvidas pelos pesquisadores do referido grupo.

O instrumento pode servir como uma espécie de síntese do conjunto de pesquisas desenvolvidas pelo grupo – apesar de não ter incorporado algumas formulações recentes, como as teses de doutorado de Carvalho (2019) e Fonseca (2019), respectivamente “Criatividade compartilhada em matemática: do ato isolado ao ato solidário” e “Aulas baseadas em técnicas de criatividade: efeitos na criatividade, motivação e desempenho em matemática com estudantes do ensino médio”.

Além do mais, a presente pesquisa oferece uma contribuição a respeito transposição das formulações teóricas para a prática através da proposição de exemplos de reelaboração de problemas e trabalho na perspectiva do pensamento divergente.

Por fim, mas não menos importante, essa empreitada permitiu ao pesquisador tomar conhecimento de tema, o que certamente resultou numa mudança de percepção das dinâmicas da sala de aula, da relação professor-aluno e, sobretudo, das possibilidades que abrem para contribuir para formação dos alunos num outro patamar de qualidade, que ao fim e ao cabo, consistia no objetivo principal não só do projeto, mas do Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (Profmat).

No que concerne às contribuições desse trabalho, apontamos a proposição de um instrumento para diagnóstico de concepções de professores de matemática sobre pensamento crítico e criativo em matemática a partir da perspectiva das pesquisas desenvolvidas por membros do Grupo Pi. O referido instrumento precisa ser validado e submetido a teste empírico, para determinação de fidedignidade e estabilidade dos seus itens,

Não obstante, o instrumento pode servir de ponto de partida para pesquisas semelhantes, inclusive aquelas que, eventualmente, se proponham a desenvolver expectativas de aprendizagem sobre o fomento do pensamento crítico e criativo em matemática.

Ademais, em alguma medida, o instrumento consiste no estado da arte das pesquisas desenvolvidas pelos membros do Grupo Pi sobre pensamento crítico e criativo em matemática.

Ao longo do desenvolvimento deste trabalho, puderam ser identificadas algumas possibilidades de melhoria e de continuação a partir de futuras pesquisas, as quais incluem: conclusão das etapas não realizadas da presente pesquisa, feitas as atualizações teóricas das formulações à época, acrescido de um instrumento de pós-teste; estudo documental sobre as orientações e normativas que balizam o trabalho dos profissionais da Educação nas escolas do estado do Tocantins, incluindo Regimentos e Instrumentos de Avaliações de Desempenho, em relação ao desenvolvimento das habilidades de pensamento crítico e criativo em matemática.

REFERÊNCIAS

ABRANCHES, Sérgio. A era do imprevisto. A grande transição do século XXI. Companhia das Letras, 2017. p. 358. (livro digital).

AKTAS, Meral Cansiz. Turkish high school teachers' conceptions of creativity in mathematics. *Journal of Education and Training Studies*, v. 4, n. 2, Fevereiro, 2016.

ALENCAR, Eunice. M. L. Soriano de.; FLEITH, Denise de Souza. Contribuições teóricas recentes ao estudo da criatividade. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, Jan-Abril, v.19, n.1, pp.1-8. 2003.

ALENCAR, E. M. L. S; FUKUDA, C. C.; OTAVIANO, A. B. N (2012). Estímulo à criatividade por professores de matemática e motivação do aluno. *Rev. Semestral da Ass. Bras. De Psicologia Escolar e Educacional*, v. 16, 61-69

ALENCAR, Eunice M. L. Soriano; RODRIGUES, Claudia Jorge Silva. Relação entre tempo de ensino, localidade da escola e características comportamentais consideradas desejáveis e indesejáveis por professores do ensino do primeiro grau. *Arquivo Brasileiro de Psicologia Aplicada*. Rio de Janeiro, 1978. p.75-93.

AMABILE, Teresa M.; HENNESSEY, Beth A. (2009). Creativity. *Annual Review of Psychology Creativity*. *Annual Review of Psychology*. Disponível em: <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.psych.093008.100416>. Acesso em

BORGES, Camilo Ferreira. **Atividades criativas e o relacionamento dos alunos com a matemática**. 2019. 76 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. (2018). Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192 Acesso em: 19 nov. 2020.

BRASIL. Ministério da Economia. Na era das máquinas, o emprego é de quem? Estimção da probabilidade de automação de ocupações no Brasil. Brasília: Rio de Janeiro: IPEA, mar. 2019. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=34650. Acesso em 13 nov. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anízio Teixeira. Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB): Metas intermediárias para a sua trajetória no Brasil, estados, municípios e escolas. Disponível em: http://download.inep.gov.br/educacao_basica/portal_ideb/o_que_sao_as_metas/Artigo_projecoes.pdf. Acesso em 20 nov. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Planilhas do Ideb. Taxa de aprovação, notas do Saeb, Ideb e projeções. <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/ideb/resultados>. Acesso em 13 out. 2020.

CARVALHO, Alexandre Tolentino de; FARIAS, Mateus Ribeiro de; FONSECA, Mateus Gianni; GONTIJO, Cleyton Hércules. **Criatividade em matemática**. Conceitos, metodologia e avaliação. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2019. p.122.

CARVALHO, Alexandre Tolentino de. Criatividade, desempenho escolar e clima para criatividade nas aulas de matemática: possíveis relações. In: GONTIJO, Cleyton Hércules; FONSECA, Mateus Gianni (Org.). **Criatividade em Matemática**: lições de pesquisa. Curitiba: CRV, 2020. p.13-57.

_____. **Relações entre criatividade, desempenho escolar e clima para criatividade nas aulas de matemática de estudantes do 5º ano do ensino fundamental**. 2015. 133 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

Carvalho, M. R. V. Perfil do professor da educação básica. Série Documental. (Relatos de Pesquisa, ISSN 0140-6551). 67 p. Brasília: INEP/MEC, 2018. Recuperado de <http://portal.inep.gov.br/documents/186968/486324/Perfil+do+Professor+da+Educa%C3%A7%C3%A3o+B%C3%A1sica/6b636752-855f-4402-b7d7-b9a43ccffd3e?version=1.5>

COSTA, Ildelice Lima; SILVA, Alessandra Lisboa da; GONTIJO, Cleyton Hércules. Ativando o pensamento crítico e criativo das crianças. Uma experiência com oficinas de criatividade em matemática. XIII Enem. Cuiabá-MT: 2019. <https://www.sbenmatogrosso.com.br/eventos/index.php/enem/2019/paper/view/1416/1919>

COSTA, Valter Magalhães. **Argumentações matemáticas sob uma perspectiva crítica**. Uma análise de práticas didáticas no ensino fundamental. 2017. 131 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo, Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática, Universidade de São Paulo, 2017.

DAMÁSIO, Bruno Figueiredo. Uso da análise fatorial exploratória em psicologia. Revista Avaliação Psicológica: Itatiba, v.11, n.2, abr./jun. 2012. Acesso em : http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-04712012000200007&lng=pt&nrm=iso . Data de acesso: 14 nov. 2020.

DAMÁSIO, Bruno Figueiredo; VALENTINI, Felipe. Variância Média Extraída e Confiabilidade Composta: Indicadores de precisão. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*: Brasília, v. 32, n. 2, pp. 1-7, abr./jun., 2016. Acesso em: <https://www.scielo.br/pdf/ptp/v32n2/1806-3446-ptp-32-02-e322225.pdf> . Data do acesso: 14 nov. 2020.

EL-MURAD; Jaafar; WEST, Douglas C. The definition and measurement of creativity. What do we know? *Journal of Advertising Research*. Cambridge University Press, 2004. p.188-201.

EUROPEAN COMMISSION. Creativity in schools: a survey of teachers in Europe. JRC Scientific and Technical Reports. Publications Office of the European Union: Luxembourg, 2010.

FARIAS, Mateus Pinheiro de. Criatividade em matemática: em cena as práticas docentes, a motivação estudantil e os conhecimentos matemáticos. In: GONTIJO, Cleyton Hércules; FONSECA, Mateus Gianni (Org.). **Criatividade em Matemática**: lições de pesquisa. Curitiba: CRV, 2020. p.119-151.

_____. **Um modelo preditivo considerando a percepção de alunos do ensino médio acerca das práticas docentes, a motivação para aprender e o conhecimento em relação à matemática**. 2015. 75 f. Dissertação (Mestrado em Educação) Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, 2015.

FERNANDES, Alcione M.; MARINHO, Rodrigo M. Concepções de professores sobre criatividade e pensamento crítico em matemática: proposição de formulário. Arraias-TO: 2020. No prelo.

FIORENTINI, Dário; LORENZATO, Sérgio. **Investigação em Educação Matemática**. Percursos teóricos e metodológicos – 3a ed. ver. -. Autores Associados, 2009. (Coleção formação de professores)

FONSECA, Mateus Gianni. Testes de criatividade em matemática para estudantes concluintes da educação básica. In: GONTIJO, Cleyton Hércules; FONSECA, Mateus Gianni (Org.). **Criatividade em Matemática**: lições de pesquisa. Curitiba: CRV, 2020a. p.91-118.

_____. Construção e validação de instrumento de medida de criatividade no campo da matemática para estudantes concluintes da educação básica. 2015. 104 f. Dissertação (Mestrado em Educação) Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, 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.

FONSECA, Vitor da. (1998). *Aprender a aprender: a educabilidade cognitiva*. Porto Alegre: Artmed.

FONSECA, Mateus Gianni; GONTIJO, Cleyton Hércules (Org.). **Criatividade em Matemática: lições de pesquisa**. Curitiba: CRV, 2020a. p.91-118.

FONSECA, Mateus Gianni; GONTIJO, Cleyton Hércules. Pensamento crítico e criativo em matemática em Diretrizes Curriculares Nacionais. *Ensino em Re-Vista*. Uberlândia-MG. v.27, n.3, pp.956-978. Set./dez. 2020b.

FONSECA, Mateus Gianni; GONTIJO, Cleyton Hércules; SOUZA, Juliana Campos Sabido de. Resolução de Problemas em matemática. Colocando o pensamento crítico em ação. In: NEVES, Regina da Silva; DORR, Raquel Carneiro (Org.). *Formação de professores de matemática. Desafios e perspectivas*. Curitiba: Appris, 2019. 201p.

FUNDAÇÃO LEMANN. QEdU. Distribuição dos alunos por nível de proficiência. 2018? <https://www.qedu.org.br/brasil/proficiencia>

GONÇALVES, Maria Fátima Oliveira dos Reis. **Aprender a ser crítico com a matemática**. Educação matemática crítica na sala de aula. 2014. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática no 3º Ciclo do Ensino Básico e Secundário) – Universidade da Madeira, 2014.

GONTIJO, Cleyton Hércules; SILVA, Erondina Barbosa; CARVALHO, Rosália Policarpo Fagundes de. A criatividade e as situações didáticas no ensino e aprendizagem da matemática. *Linhas Críticas*, Brasília, v. 18, p. 29-46, 2012.

GONTIJO, Cleyton Hércules. **Resolução e formulação de problemas: caminhos para o desenvolvimento da criatividade em Matemática**. In: SIPEMAT, 2006a, Recife. **Anais...** Recife: < <https://docplayer.com.br/20853282-Resolucao-e-formulacao-de-problemas-caminhos-para-o-desenvolvimento-da-criatividade-em-matematica-1.html> > Acesso em 02 set. 2020.

_____. Estratégias para o desenvolvimento da criatividade em Matemática. *Linhas Críticas*, Brasília, v.12, n. 23, p. 229-244, 2006b.

_____. **Relações entre criatividade, criatividade em matemática e motivação em matemática de alunos do ensino médio**. 2007a. 206 f. Tese (Doutorado em

Psicologia) – Instituto de Psicologia, Programa de Pós-Graduação em Psicologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

_____. Criatividade em matemática: identificação e promoção de talentos criativos. *Revista Educação, Santa Maria*, v. 32, p. 481-494, 2007b.

GIL, Antônio Carlos (2006). Métodos e técnicas de pesquisa social. (6ª ed.). São Paulo: Atlas.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Resumo técnico**: Resultados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Versão Preliminar). Brasília-DF: Inep/MEC, 2020. 82 p.

INSTITUTO AYRTON SENNA. Guia: criatividade e pensamento crítico. Disponível em: <https://institutoayrtonsenna.org.br/pt-br/conteudos/guias-tematicos.html> Acesso em: 20 nov. 2020.

LEIKIN, Roza; SUBOTNIK, Rena; PITTA-PANTAZI, Demetra; SINGER, Florence Mihaela; PELCZER, Ildiko. Teachers' views on creativity in mathematics education: an international survey. *ZDM Mathematics Education*, n. 45, pp. 309-324, Abril/2013.

LORENZO-SEVA, Urbano; FERRANDO, Pere J. FACTOR: a computer program to fit the exploratory factor analysis model. *Behavior Research Methods*. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.3758/BF03192753> . Acesso em :14 nov. 2020.

MANN, Eric Louis. **Mathematical creativity and school mathematics**. Indicators of mathematical creativity in middle school students. 2005. 130 f. Tese (Doutorado em filosofia) – Universidade de Connecticut, Estados Unidos, 2005.

MCKINSEY & COMPANY. Transformation practice. The future of work in Japan: accelerating automation after COVID-19. 2020. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/asia-pacific/the-future-of-work-in-japan-accelerating-automation-after-covid-19#>

NAKANO, Tatiana de Cássia. Investigando a criatividade junto a professores. Pesquisas brasileiras. *Revista da Associação Brasileira de Psicologia Escolar Educacional*, v.13, nº1, janeiro/ junho, 2009, p. 45-53.

NOGUEIRA, Jair Pinheiro. Explorando a curiosidade e a criatividade como motivadores do interesse em matemática. 2014.127 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal de Goiás, 2014.

OCDE. **Desenvolvimento da criatividade e do pensamento crítico dos estudantes**: o que significa na escola,

2020. Disponível em: < <https://fundacaosantillana.org.br/wp-content/uploads/2020/07/DesenvolvimentoCriatividadePensamentoCritico.pdf>

Acesso em: 02 set. 2020.

OLIVEIRA, Andreia Maria Pereira de; ORTIGÃO, Maria Isabel Ramalho. **Abordagens teóricas e metodológicas em educação matemática**. Livro eletrônico. Brasília: SBEM, 2018. (Coleção SBEM, 13)

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. PISA 2021 creative thinking framework. Third draft. Abril, 2019. <https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA-2021-creative-thinking-framework.pdf>. Acesso: 05/05/2020.

PANAOURA, Georgia; PANAOURA, Areti. Teachers' awareness of creativity in mathematical teaching and their practice. IUMPST: The Journal. v.4, Jun. 2014.

PASQUALI, Luiz. Psicometria. Teoria dos testes na psicologia e na educação. Rio de Janeiro, Petrópolis: Editora Vozes, 2017.

PASQUALI, Luiz. (Org.). Instrumentos psicológicos: manual prático de elaboração. Brasília: LabPAM/IBAPP, 1999.

SANTOS, Neildes Alves. Construções de figuras geométricas com restrições usando redes de pontos: uma proposta para o desenvolvimento da criatividade geométrica. 2017. 101 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – Instituto de Matemática, Universidade Federal da Bahia, 2017.

SOARES, José Francisco; XAVIER, Flávia Pereira. Pressupostos educacionais e estatísticos do Ideb. Revista Educação e Sociedade, v. 34, n. 124, pp. 903-923, jul./set. 2013

STAUFFER, Bri. What are the 4 C's of 21st Century Skills? Applied Education Systems, 7/5/2020. <https://www.aeseducation.com/blog/four-cs-21st-century-skills>

VIEIRA, Kelmara Mendes; DALMORO, Marlon. Dilemas na Construção de Escalas Tipo Likert. O número de itens e a disposição influenciam nos resultados? XXXII Encontro da ANPAD. Rio de Janeiro/RJ: 6 a 10 de setembro de 2008.

VOLVO. Ficha técnica. FH6X4T. Departamento de engenharia de vendas. 03 mar. 2018 Disponível em: <https://www.volvotrucks.com/content/dam/volvo/volvo-trucks/markets/brazil/trucks/volvo-fh/datasheets/fh6x4-T.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2020.

WORLD ECONOMIC FORUM. The future of Jobs: employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution. Janeiro de 2016. Acesso em: 30/03/2020.

APÊNDICE A - INSTRUMENTO.

Concepções sobre Criatividade e Pensamento Crítico em Matemática: Proposição e Validação de Formulário.

1) Entre 2015 e 2020, atuou em sala de aula como professor de matemática do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental ou no Ensino Médio?

- sim
 não

Dados do respondente

2) Gênero?

- masculino
 feminino

3) Idade?

- Menos de 25 anos
 De 25 a menos de 30 anos
 De 30 a menos de 35 anos
 De 35 a menos de 40 anos
 De 40 anos ou mais

4) Maior grau de instrução concluído?

- Graduação
 Especialização Lato Sensu
 Especialização Strito Sensu
 Doutorado

5) Tempo de atuação como professor de matemática?

- Menos de 5 anos
 De 5 a menos de 10
 De 10 a menos de 15
 De 15 a menos de 20 anos
 De 20 anos ou mais.

Concepções sobre Criatividade

6) A criatividade é um dom que nasce com as pessoas criativas.

Qual o seu nível de concordância com a afirmação acima?

Não Concordo 1 2 3 4 5 Concordo

7) É possível desenvolver a criatividade de qualquer pessoa

Qual o seu nível de concordância com a afirmação acima?

Não Concordo () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Concordo

8) A Criatividade pode ser desenvolvida em todas as disciplinas do Currículo

Qual o seu nível de concordância com a afirmação acima?

Não Concordo () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Concordo

9) O professor pode fomentar a criatividade em matemática dos seus alunos em sala de aula.

Qual o seu nível de concordância com a afirmação acima?

Não Concordo () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Concordo

Criatividade em Matemática

10) Em sala de aula, a criatividade em matemática na resolução de problemas está associada à capacidade de apresentar várias possibilidades de soluções apropriadas.

Qual o seu nível de concordância com a afirmação acima?

Não Concordo () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Concordo

11) Em sala de aula, a criatividade em matemática na resolução de problemas está associada à capacidade de se concentrar em diferentes aspectos do problema, conseguir abordagens diferenciadas na busca de soluções apropriadas ou relacionar conceitos de diferentes áreas da matemática na busca de soluções apropriadas.

Qual o seu nível de concordância com a afirmação acima?

Não Concordo () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Concordo

12) Em sala de aula, a criatividade em matemática pode ser estimulada através do trabalho com resolução de problemas abertos, que permitam diversas soluções.

Qual o seu nível de concordância com a afirmação acima?

Não Concordo () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Concordo

13) Em sala de aula, a criatividade em matemática pode ser estimulada através valorização dos alunos que apresentam perspectivas e abordagens diferentes para a resolução de problemas, inclusive com pontuação extra.

Qual o seu nível de concordância com a afirmação acima?

Não Concordo () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Concordo

14) Em sala de aula, a criatividade em matemática pode ser estimulada quando o próprio professor procura diversificar caminhos, técnicas e abordagens na resolução de problemas.

Qual o seu nível de concordância com a afirmação acima?

Não Concordo () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Concordo

17) Em sala de aula, a criatividade em matemática pode ser estimulada quando o professor promove a participação e o envolvimento dos alunos por meio de desafios, jogos e charadas matemáticas.

Qual o seu nível de concordância com a afirmação acima?

Não Concordo () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Concordo

18) Em sala de aula, a criatividade em matemática pode ser estimulada através de atividades de elaboração ou reelaboração de situações-problema e desafios em matemática por parte dos próprios alunos.

Qual o seu nível de concordância com a afirmação acima?

Não Concordo () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Concordo

19) Em sala de aula, a criatividade em matemática pode ser estimulada através do trabalho com jogos, o uso de celulares e aplicativos por parte dos alunos.

Qual o seu nível de concordância com a afirmação acima?

Não Concordo () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Concordo

20) Em sala de aula, a criatividade em matemática pode ser estimulada através do trabalho com pesquisas sobre temas de interesse dos alunos.

Qual o seu nível de concordância com a afirmação acima?

Não Concordo () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Concordo

Avaliação da Criatividade em sala de aula

21) É possível avaliar os alunos em sala de aula em relação à criatividade em matemática.

Qual o seu nível de concordância com a afirmação acima?

Não Concordo () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Concordo

22) A avaliação dos alunos em sala de aula em relação à criatividade em matemática permite verificar a adequação do Currículo Escolar para o desenvolvimento da criatividade dos nossos jovens.

Qual o seu nível de concordância com a afirmação acima?

Não Concordo () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Concordo

23) É muito importante avaliar os níveis de criatividade dos alunos para que o professor possa intervir de modo a favorecer o desenvolvimento da capacidade de agir criativamente diante de uma situação matemática

Qual o seu nível de concordância com a afirmação acima?

Não Concordo () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Concordo

Barreiras ao desenvolvimento da Criatividade em sala de aula

24) O que impede que o professor trabalhe visando o desenvolvimento da criatividade em matemática é a necessidade de cumprimento do Currículo Escolar ou de preparação para as avaliações externas.

Qual o seu nível de concordância com a afirmação acima?

Não Concordo () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Concordo

25) O que impede que o professor trabalhe visando o desenvolvimento da criatividade em matemática é a deficiência na sua própria formação.

Qual o seu nível de concordância com a afirmação acima?

Não Concordo () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Concordo

26) O que impede que o professor trabalhe visando o desenvolvimento da criatividade em matemática é o receio de que a aprendizagem dos conteúdos fique prejudicada

Qual o seu nível de concordância com a afirmação acima?

Não Concordo () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Concordo

27) O que impede o desenvolvimento da criatividade do aluno em matemática na sala de aula é a ausência de cenários nos quais ele perceba as diversas áreas onde a matemática é aplicada.

Qual o seu nível de concordância com a afirmação acima?

Não Concordo () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Concordo

Pensamento Crítico

28) Em qualquer disciplina o professor pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico dos seus alunos.

Qual o seu nível de concordância com a afirmação acima?

Não Concordo () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Concordo

29) O pensamento crítico é a capacidade de refletir sobre estratégias criadas para resolver um problema, analisando-as, questionando-as e interpretando-as a fim de apresentar a melhor solução possível.

Qual o seu nível de concordância com a afirmação acima?

Não Concordo () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Concordo

30) O pensamento crítico é a capacidade de analisar, questionar e interpretar os fenômenos e as relações sociais, as instituições e o papel da ciência na construção da realidade, permitindo que o indivíduo se posicione sobre eles de forma autônoma.

Qual o seu nível de concordância com a afirmação acima?

Não Concordo () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Concordo

APÊNDICE B – VALIDAÇÃO POR ESPECIALISTAS.

O presente instrumento foi desenvolvido para ser aplicado como parte de uma pesquisa de mestrado cujo título é “Concepções sobre Criatividade e Pensamento Crítico em Matemática e Repercussão no Ensino e na Aprendizagem: Proposição e Validação de Questionário”.

Nome: _____

Instituição: _____

A finalidade do formulário no Anexo I é permitir o levantamento de informações por estados e municípios junto a professores, visando subsidiar políticas públicas de formação continuada que fomentem a Criatividade e o Pensamento Crítico em Matemática em sala de aula. Após analisar cada um dos 30 itens do formulário do Anexo I quanto à adequação ou inadequação à finalidade mencionada acima, relate a seguir somente os itens que julgue inadequados e, sucintamente, os porquês de tal avaliação – se necessário, apense mais folhas para suas considerações.

APÊNDICE C - INSTRUMENTO.

Concepções sobre Criatividade e Pensamento Crítico em Matemática: Proposição de Instrumento

1. Nome completo: _____

2. Contato: e-mail _____

3. Contato: telefone _____

4. Nos últimos doze meses, atuou em sala de aula como professor de matemática do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental?

sim

não

5. Nos últimos doze meses, atuou em sala de aula como professor de matemática no Ensino Médio?

sim

não

6. Gênero?

masculino

feminino

outro

7. Idade? (Informe quantos anos completos até a presente data.)

R.: _____

8. Maior grau de instrução alcançado?

Graduação

Especialização Lato Sensu

Mestrado

Doutorado

9. Tempo de atuação como professor de matemática? (Informe o total de anos completos atuando em sala de aula como professor de matemática até a presente data)

R.: _____

10. Dentre as disciplinas abaixo, quais são mais adequadas para se desenvolver a criatividade? Selecione quantas quiser.

- | | | |
|---------------------|-----------------------|----------------|
| a) Artes; | d) Geografia; | i) Redação; |
| b) Biologia; | e) História; | j) Sociologia; |
| c) Educação Física; | f) Língua Inglesa; | k) Química. |
| d) Filosofia | g) Língua Portuguesa; | |
| c) Física; | h) Matemática; | |

Para os itens a seguir, você deverá indicar o quanto concorda com cada uma das afirmações.

Para ajudar a sua avaliação, use a seguinte escala:

- (1) discordo totalmente
- (2) discordo parcialmente
- (3) sou indiferente
- (4) concordo parcialmente
- (5) concordo totalmente

11. A criatividade é um dom que nasce com as pessoas.

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5

12. É possível desenvolver a criatividade de qualquer pessoa

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5

13. A Criatividade pode ser desenvolvida em todas as disciplinas do currículo escolar.

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5

14. O professor pode incentivar em sala de aula a criatividade em matemática dos seus alunos.

1 2 3 4 5

Neste bloco, você deverá indicar o quanto concorda com cada uma das afirmações sobre como a criatividade em matemática se manifesta na resolução de problemas. Da 14ª a 18ª, as afirmações completam a seguinte frase: “A criatividade em matemática se manifesta na resolução de problemas por meio da...”

15. Capacidade de apresentar várias possibilidades de soluções apropriadas.

1 2 3 4 5

16. Capacidade de se concentrar em diferentes aspectos do problema.

1 2 3 4 5

17. Capacidade de promover diferentes abordagens na busca de soluções apropriadas.

1 2 3 4 5

18. Capacidade de relacionar conceitos de diferentes áreas na busca de soluções apropriadas.

1 2 3 4 5

19. A partir de um conjunto dado, criar diversos subconjuntos pela identificação de propriedades ou atributos comuns de seus elementos.

1 2 3 4 5

Neste bloco, você deverá indicar o quanto concorda com cada uma das afirmações sobre como a criatividade em matemática pode ser estimulada na resolução de problemas. Da 20ª até 28ª, as afirmações completam a seguinte frase: “A criatividade em matemática pode ser estimulada por meio...”

20. Do trabalho com a resolução de problemas abertos, que possibilitam diversos caminhos para encontrar soluções.

1 2 3 4 5

21. Da valorização de diferentes perspectivas e abordagens utilizadas pelos alunos para resolver um problema.

1 2 3 4 5

22. Da diversificação de caminhos, técnicas e abordagens no trabalho com os conteúdos.

1 2 3 4 5

23. Do trabalho com desafios matemáticos.

1 2 3 4 5

24. Da valorização de diferentes perspectivas e abordagens utilizadas pelos alunos nas avaliações.

1 2 3 4 5

25. Da promoção da participação e o envolvimento dos alunos por meio de jogos e charadas matemáticas.

1 2 3 4 5

26. De atividades nas quais os alunos elaboram problemas de matemática.

1 2 3 4 5

27. De atividades nas quais os alunos reelaboram problemas de matemática.

1 2 3 4 5

28. Do compartilhamento das soluções dos alunos com a turma.

1 2 3 4 5

Neste bloco, você deverá indicar o quanto concorda com cada uma das afirmações sobre como a criatividade em matemática pode ser medida. Da 30ª a 32ª completam a seguinte frase: “A criatividade em matemática de um aluno pode ser avaliada...”

29. É possível medir a criatividade dos alunos em matemática.

1 2 3 4 5

30. Contando – se o número de soluções válidas que ele constroi para um problema.

1 2 3 4 5

31. Comparando – se a frequência de uma solução para um problema em relação às soluções do restante da turma.

1 2 3 4 5

32. Observando – se a capacidade de propor algoritmos incomuns para resolver problemas

1 2 3 4 5

Neste bloco, você deverá indicar o quanto concorda com cada uma das afirmações sobre possíveis barreiras a que o pensamento criativo seja estimulado em sala de aula. Da 33ª a 36ª, as afirmações completam a seguinte frase: “ O que compromete o desenvolvimento da criatividade em matemática é”

33. O cumprimento do currículo escolar.

1 2 3 4 5

34. A preparação dos estudantes para os exames externos.

1 2 3 4 5

35. A falta de formação específica.

1 2 3 4 5

36. O foco específico na aprendizagem dos conteúdos

1 2 3 4 5

Neste bloco, você deverá indicar o quanto concorda com cada uma das afirmações sobre como se manifesta o pensamento crítico na resolução de problemas. Da 37^a a 43^a, as afirmações completam a seguinte frase: “o pensamento crítico em matemática é a capacidade do aluno...”

37. Identificar, num conjunto de informações dadas no enunciado, aquelas que serão úteis para solucionar um problema.

1 2 3 4 5

38. Identificar uma estratégia adequada para solucionar um problema

1 2 3 4 5

39. Identificar parâmetros que devem ser obedecidos para a resolução de um problema

1 2 3 4 5

40. Refletir sobre a validade de soluções propostas para um problema.

1 2 3 4 5

41. Inferir sobre alterações nos resultados caso algumas condições sejam alteradas no enunciado

1 2 3 4 5

42. Criar critérios para apontar a melhor dentre as soluções propostas para um problema

1 2 3 4 5

43. Refletir sobre a validade de soluções propostas por outras pessoas para um problema

1 2 3 4 5

Neste bloco, você deverá indicar o quanto concorda com cada uma das afirmações sobre como o pensamento crítico pode ser estimulado em sala de aula. Da 44^a a 52^a, inclusive, as afirmações completam a seguinte frase: “O pensamento crítico em matemática pode ser estimulado quando o professor...”

44. Questiona os alunos sobre os argumentos utilizados por eles na solução de um problema

1 2 3 4 5

45. Questiona os alunos sobre a validade das soluções apresentadas para um problema.

1 2 3 4 5

46. Estimula os alunos a que compartilhem suas soluções com a turma

1 2 3 4 5

47. Propõe problemas em cuja solução o aluno precisa adequar a resposta a parâmetros previamente estabelecidos.

1 2 3 4 5

48. Discute respostas parcialmente corretas evidenciando a necessidade de considerar parâmetros previamente estabelecidos no enunciado

1 2 3 4 5

49. Orienta os alunos a identificarem no enunciado os parâmetros e requisitos que se deve levar em consideração na resolução de um problema.

1 2 3 4 5

50. Orienta os alunos a produzirem respostas completas para um problema.

1 2 3 4 5

51. Orienta os alunos a que verifiquem se as respostas produzidas para um problema são absurdas, com base nos parâmetros e requisitos presentes no enunciado

1 2 3 4 5

Neste bloco, você deverá indicar o quanto concorda com cada uma das afirmações sobre possíveis barreiras a que o pensamento crítico seja estimulado em sala de aula.

52. Em qualquer disciplina o professor pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico dos seus alunos.

1 2 3 4 5

53. A falta de formação específica sobre pensamento crítico em matemática compromete o planejamento do professor para estimular a criatividade dos estudantes

1 2 3 4 5

54. O cumprimento do currículo escolar compromete o desenvolvimento de atividades que estimulam o pensamento crítico em matemática

1 2 3 4 5

55. A preparação dos estudantes para os exames externos compromete o desenvolvimento de atividades que estimulam o pensamento crítico em matemática.

1 2 3 4 5