

DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO E CRIATIVO EM MATEMÁTICA: Uma análise a partir do Curso de Férias Mentalidades Matemáticas

Development of critical and creative thinking in Mathematics: an analysis from the mathematical mindsets vacation course

Mateus Gianni Fonseca¹
Cleyton Hércules Gontijo²

Resumo: Trata-se de uma pesquisa com o objetivo de identificar potencialidades do curso de férias do Programa Mentalidades Matemáticas para o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática. Para isso, analisou-se de forma qualitativa produções escritas de estudantes e relatos de professores que participaram de uma das edições do curso de férias do Programa Mentalidades Matemáticas. Por resultados, foram encontrados indícios de maior engajamento dos estudantes nas atividades e a presença de categorias componentes do pensamento crítico e criativo em matemática em suas produções. Considerando os resultados encontrados, sugere-se que o planejamento das atividades do curso de férias considere, desde o planejamento, a intencionalidade de desenvolver o pensamento crítico e criativo em matemática como forma de ampliar as potencialidades do referido programa.

Palavras-chave: pensamento crítico e criativo em matemática; Mentalidades Matemáticas; problemas abertos.

Abstract: This is research with the aim of identifying the potential of the Mathematical Mentalities Program holiday course for the development of critical and creative thinking in mathematics. To this end, written productions from students and reports from teachers who participated in one of the editions of the Summer Course of the Mathematical Mentalities Program were qualitatively analyzed. As a result, evidence was found of greater student engagement in activities and the presence of component categories of critical and creative thinking in mathematics in their productions. Considering the results found, it is suggested that the planning of vacation course activities consider, from the planning stage, the intention of developing critical and

¹ Doutor em Educação (Educação Matemática). Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília. Mateus.fonseca@ifb.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3373-2721>

² Doutor em Psicologia. Professor do Departamento de Matemática da Universidade de Brasília. Cleyton@mat.unb.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6730-8243>

creative thinking in mathematics as a way of expanding the potential of the said program.

Keywords: *critical and creative thinking in mathematics; mathematical mindsets; open problems.*

1. Introdução

O reconhecimento do acesso aos bens educacionais como um direito fundamental do ser humano é um sinalizador de que os avanços científicos e tecnológicos decorrem de uma ação conjunta, onde cada sujeito é, ao mesmo tempo, produtor e consumidor de conhecimentos, cuja participação ativa no mundo favorece o próprio desenvolvimento e o desenvolvimento social. Conforme a Declaração de Budapeste (Unesco, 1999, p. 9), a:

igualdade de acesso à ciência não é apenas um requisito social e ético para o desenvolvimento humano, como também uma necessidade para descobrir-se todo o potencial das comunidades científicas em todo o mundo e para orientar-se o progresso científico em direção à satisfação das necessidades da humanidade.

Todavia, a despeito do reconhecimento do direito à educação e do acesso ao conhecimento produzido historicamente pela humanidade, observamos que muitos estudantes não têm as suas condições de aprendizagem devidamente garantidas e, por conseguinte, os seus direitos têm sido frustrados. Um sinalizador dessa situação é encontrado nos dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica – Saeb que mostram a baixa proficiência dos estudantes brasileiros nas áreas de Língua Portuguesa e Matemática que, apesar de avançarem nas etapas de escolarização, parecem não avançar nas aprendizagens.

Os dados do Saeb 2021 (Inep, 2022), estruturados em uma escala de notas que varia de 0 a 500 pontos, com 11 níveis de proficiência (de 0 a 10), revelam que os estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental apresentaram média de proficiência em matemática de 216,85 pontos. Os estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, nessa mesma disciplina, obtiveram média de 256 pontos no respectivo teste. No Ensino Médio, a média foi de 269,8 pontos. Destaca-se, em relação ao 5º ano do Ensino Fundamental, que 74,31% dos estudantes que responderam ao teste obtiveram médias até o nível 5 da escala de proficiência. Em relação ao 9º ano do Ensino Fundamental, 91,73% dos estudantes ficaram até o nível 5 da escala; enquanto no 3º ano do Ensino Médio, 92,35% dos estudantes ficaram com médias até o nível 5 da escala. Essas informações sugerem que a maioria dos estudantes brasileiros estão concluindo a educação básica sem o domínio das habilidades matemáticas necessárias para o prosseguimento dos estudos em nível superior, bem como para a empregabilidade e o exercício pleno da cidadania.

Conforme destaca a Unesco (2016, p. 4):

um ensino de ciências e de matemática pertinente e de qualidade permite desenvolver a reflexão crítica e a criatividade, auxilia os aprendizes a

compreender o debate público sobre as políticas e a tomar parte nele, encoraja as mudanças de comportamento apropriadas para se engajar no mundo de uma forma mais perene, e estimula o desenvolvimento socioeconômico.

E, nessa mesma linha, a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2018), documento orientador para a formulação dos currículos da educação básica brasileira, reforça a importância da análise crítica e da criatividade dos estudantes como parte das competências que devem ser desenvolvidas ao longo do processo de escolarização, pois, estas colaboram nas atividades investigativas ao elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções apropriadas para as situações investigadas.

Considerando o exposto, torna-se urgente o desenvolvimento de ações que favoreçam as aprendizagens, sejam elas no âmbito das políticas públicas governamentais; nas escolas a partir da construção de projetos pedagógicos; ou ainda por meio de parcerias entre o setor público e instituições voltadas para a promoção dos direitos humanos e educacionais.

No que diz respeito às parcerias entre instituições preocupadas com o desenvolvimento educacional, este trabalho teve por objetivo identificar potencialidades do Programa Mentalidades Matemáticas, coordenado no Brasil pelo Instituto Sidarta, para o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática de estudantes dos anos iniciais do ensino fundamental. Para isso, analisaram-se produções escritas e relatos de professores que participaram de uma das edições do curso de férias do Programa Mentalidades Matemáticas.

2. O pensamento crítico e criativo em matemática

Desenvolver atividades escolares que explorem a matemática de forma mais aberta e criativa pode favorecer o desenvolvimento de atitudes e crenças positivas em relação à disciplina, despertando o interesse pela investigação matemática e pela produção de diferentes resoluções para as situações-problema trabalhadas em sala de aula, acolhendo e valorizando os saberes e fazeres que se manifestam na ação dos estudantes. Para este trabalho, entende-se matemática criativa sob duas perspectivas: a primeira relacionada ao tipo de tarefa proposta em sala de aula e a segunda relacionada à expressão do pensamento dos estudantes.

Considera-se que uma tarefa matemática é criativa quando ela favorece aos estudantes a construção de um variado conjunto de respostas apropriadas para solucioná-la ou quando ela admite respostas diferenciadas, consideradas válidas a partir dos argumentos que as sustentam. Os tipos de tarefas que mais correspondem a essa descrição são os chamados de problemas abertos, isto é, problemas que admitem mais de uma solução e/ou mais de um caminho para obter a solução (Fonseca; Gontijo, 2021; Mihajlović; Dejić, 2015; Schleicher, 2019). A opção por este tipo de tarefa está no fato de permitir aos estudantes uma produção autoral, que foge da reprodução de modelos apresentados pelo professor ou pelos colegas durante as aulas. Fonseca e Gontijo (2021)

destacam que os problemas apresentados para os estudantes podem ser baseados em informações do contexto sociocientífico ou em estruturas formais típicas da matemática (mostre, prove etc.), uma vez que o potencial destas atividades para com o pensamento crítico e criativo em matemática se encontra na possibilidade de produzir diferentes estratégias de solução, ou mesmo encontrar diferentes soluções. A potencialidade da resolução de problemas para estimular o pensamento criativo foi destacada por Gontijo (2020, p. 157), enfatizando que

A decisão sobre o tipo de método e/ou procedimento que será utilizado poderá ser tomada a partir dos conhecimentos e das experiências anteriores que os alunos apresentam, especialmente aqueles decorrentes do trabalho já desenvolvido para resolver problemas similares ou com os quais tiveram contato. Salientamos a necessidade de propiciar aos alunos a oportunidade de construir os seus próprios modelos, testá-los para, então, chegar à solução. Será necessário também construir uma estratégia para comunicar aos colegas e ao professor a sua experiência de resolver o problema, explicando o processo mental utilizado e a forma como revisou as estratégias selecionadas para chegar à solução.

Sob o mesmo entendimento, Boaler (2018, p. 155) destaca que

Quando os alunos estão trabalhando em tarefas matemáticas abertas, eles não são apenas encorajados a ver a matemática como uma disciplina de crescimento, também são colocados no papel de investigador. Eles não estão mais procurando uma resposta; eles estão explorando ideias, fazendo conexões e valorizando o crescimento e a aprendizagem. Enquanto estão fazendo essas investigações, eles aprendem matemática formal – os métodos e fórmulas estipulados nos padrões curriculares. A diferença é que os alunos aprendem os métodos tradicionais quando encontram uma necessidade para eles, o que dá motivação e entusiasmo para aprendê-los.

Admite-se que a matemática enxergada e trabalhada sob a perspectiva apontada por Boaler (2018), possui potencial para o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática, o qual, segundo Fonseca e Gontijo (2020, p. 971-972), caracteriza-se pela

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).

Ressalta-se que o pensamento crítico e criativo em matemática faz uso da alternância entre criar e criticar, como atividades que ocorrem simultaneamente (por vezes inconsciente) no processo de fazer matemática (Fonseca; Gontijo, 2020; Lipman, 2003; Wechsler *et al.*, 2018). Nesse processo, conseguimos acessar a expressão do pensamento dos estudantes por meio das suas produções escritas e/ou pela oralização das trajetórias mentais percorridas para solucionar as situações-problema. Por meio dessas ações, podemos analisar a segunda perspectiva que anunciamos acerca do que é entendido por matemática criativa. Operacionaliza-se essa análise, observando os três

traços latentes do pensamento criativo citados no conceito proposto por Fonseca e Gontijo (2020): a fluência, a flexibilidade e a originalidade de pensamento (Alencar, 1990; Dacey; Conklin, 2013; Fonseca; Gontijo, 2020).

Tendo um problema aberto como tarefa para solucionar, dizemos que a fluência se relaciona com a quantidade de ideias geradas, ou seja, o estudante demonstra maior fluência na medida que é capaz de produzir muitas respostas para um mesmo problema. A flexibilidade diz respeito à capacidade de gerar respostas que podem ser caracterizadas em grupos diferentes, isto é, diferem entre si de forma estrutural, revelando caminhos distintos para alcançar o resultado. A originalidade se caracteriza pela apresentação de uma resposta e/ou caminho resolução que se destaca por não ter outras que se assemelhem a ela, pelo seu caráter singular, isto é, são diferentes em estrutura ou composição de todo o conjunto de respostas que os seus pares (colegas de turma, por exemplo) produziram (Fonseca, 2015).

Para Gontijo (2007), a manifestação do pensamento criativo em matemática pode ocorrer de formas variadas, incluindo produções numéricas, textuais, gráficas ou ainda uma sequência de ações que conjuga diferentes formas de expressão. Para que os estudantes possam expressar o pensamento por meio de diferentes representações, é fundamental que as abordagens de ensino utilizadas em sala de aula contemplem representações contextuais (ideias matemáticas em situações e contextos cotidianos, do mundo real, imaginários ou geométricos), visuais (diagramas, figuras, linhas numéricas, gráficos e outros desenhos matemáticos), verbais (usar palavras e frases para interpretar, discutir, definir ou descrever ideias matemáticas), físicas (usar objetos ou gestos concretos para mostrar, estudar, agir ou manipular ideias matemáticas – por exemplo, balões, azulejos, cubos, tiras de papel, braços etc.) e simbólicas (registro das ideias matemáticas usando numerais, variáveis, equações, tabelas e outros símbolos) (NCTM, 2017).

O uso dessas diferentes representações pode favorecer, além do pensamento crítico e criativo, o desenvolvimento de atitudes positivas sobre o fazer matemática, gerando maior engajamento dos estudantes nas atividades propostas. Boaler (2018, p. 87) diz que

Existe uma necessidade imperativa de que a matemática mude de uma matéria elitista focada no desempenho e usada para graduar e separar estudantes (e professores) e passe a ser uma matéria aberta focada na aprendizagem, tanto para estudantes bem-sucedidos, que atualmente estão se afastando da matemática em números recordes, como para estudantes malsucedidos, a quem estamos negando o acesso a ideias que eles são plenamente capazes de aprender.

A autora chama a atenção para a necessidade de adoção de estratégias equitativas que beneficiem todos os estudantes no processo de aprendizagem da matemática, apontando 6 estratégias que podem contribuir com essa perspectiva: 1) oferecer conteúdo de alto nível para todos os alunos; 2) mudar ideias acerca de quem pode ter êxito em matemática; 3) incentivar os estudantes a pensar profundamente sobre a matemática; 4) ensinar os estudantes a trabalhar juntos; 5) encorajar estudantes de grupos minoritários (mulheres, negros etc.) a aprender matemática e ciências; e 6)

eliminar (ou ao menos mudar) a natureza das tarefas de casa. Essas estratégias contribuem para mudar as mensagens sobre quem é capaz de aprender matemática, o que proporciona mais oportunidades de investigação. Por conseguinte, isso pode gerar representações positivas sobre o sucesso e o valor da persistência e do trabalho nas atividades matemáticas.

Considera-se que tais estratégias se alinham ao conceito de pensamento crítico e criativo em matemática (Fonseca; Gontijo, 2020), pois favorecem um clima de sala de aula mais propício à geração de ideias; o empoderamento de todos os estudantes; o desenvolvimento da capacidade de fazer matemática e a capacidade de gerar ideias e testá-las.

3. Método

Trata-se de pesquisa qualitativa (Garnica, 2004; Gil, 2008; Minayo, 2002), na qual analisaram-se os registros escritos de 9 estudantes do 4º e 5º ano – média de 10 anos de idade, que participaram de uma edição do curso férias Mentalidades Matemática, em Cotia/SP, bem como analisaram-se os estudos de casos produzidos pelos professores no atendimento a esses estudantes. Os dados foram coletados a partir de dois instrumentos: (a) Teste do Serviço de Recursos de Avaliação de Matemática (Mars); e (b) Estudos de Caso produzidos pelos professores regentes durante o curso. Todos os registros foram analisados de forma interpretativa à luz da análise de conteúdo (Bardin, 2015). O curso de férias foi realizado em janeiro de 2020.

O teste Mars se assemelha a um modelo de avaliação de larga escala, oriundo da parceria entre o Shell Center for Mathematical Education - University of Nottingham e a University of California at Berkeley, que tem por objetivo contribuir para que as lideranças locais produzam informações que as subsidiem em melhorias para o ensino de matemática. Originalmente, o teste foi redigido em língua inglesa e, para o curso de férias no Brasil, foi produzida a sua versão em português. É constituído por 4 tarefas e foi aplicado duas vezes, uma como pré-teste e outra como pós-teste.

A primeira tarefa, “BOTÕES”, tem por objetivo avaliar as habilidades de “descrever, estender e fazer generalizações sobre um padrão numérico” e foi composta por 4 itens. A segunda tarefa, “CAIXAS”, tem por objetivo avaliar as habilidades de compreensão de uma situação matemática e explicação do raciocínio envolvido na resolução dos 4 itens que a compõem. A terceira tarefa, “HEXÁGONOS SEGUIDOS”, composta por 4 itens, tem por objetivo avaliar as habilidades de encontrar um padrão em uma sequência de diagramas e usar o padrão para fazer uma previsão. A quarta tarefa, “QUANTOS CUBOS”, também com 4 itens, buscou avaliar habilidades relacionadas à determinação de volume.

Quanto aos estudos de caso, os professores regentes observaram cautelosamente os estudantes participantes da amostra e redigiram textos com suas impressões acerca das aprendizagens desenvolvidas ao longo do curso de férias. Registraram as percepções sobre os estudantes no início do programa; as percepções no decorrer do programa (as

evidências de mudança de atitudes frente à matemática; e o que julgavam que tinha contribuído para as mudanças percebidas) e as percepções ao término, indicando os impactos que acreditavam que o programa poderia gerar para os estudantes após o período do referido curso.

4. Resultados e discussões

Um primeiro aspecto a ser considerado é a coerência entre as atividades desenvolvidas no curso de férias e as bases teóricas que o fundamentam, sustentado três campos diferentes de conhecimento: educação matemática, neurociência e psicologia, com destaque para os trabalhos de Boaler (2018, 2020) e seus colaboradores (Boaler; Munson; Williams, 2020). Os itens dos testes, bem como os registros nos diários de campo dos professores, sinalizam que a proposta pedagógica do programa Mentalidades Matemática se materializou no curso. Tal proposta visa

promover uma matemática mais aberta, criativa, visual e equitativa, promovendo maior engajamento de alunos e alunas, apoiando o desenvolvimento de uma cultura de mentalidade de crescimento e de comunidades de aprendizagem, nas quais todo mundo pode aprender matemática em altos níveis³.

Reforça-se que o princípio do Programa Mentalidades Matemáticas que envolve o “uso de diversas formas de representações visuais – uso de código de cores, tabelas, gráficos”⁴ materializou-se nas atividades desenvolvidas nos itens dos testes e nos registros dos professores. Tais aspectos relacionam-se com os apontados por Gontijo (2007) como formas de expressar a criatividade em matemática e pelo NCTM (2017) como representações importantes para a aprendizagem matemática.

A seguir, consta quadro síntese dos resultados encontrados a partir da análise de cada uma das tarefas, comparando as produções escritas dos testes, antes e depois da realização do curso de férias em análise.

As sínteses geradas a partir da comparação entre os testes realizados antes e depois do curso de férias, permitem certas inferências como a presença de indícios de (a) motivação/engajamento – o que pode ter sido resultado de bom clima de sala de aula; (b) persistência – o que pode ter sido resultado do desenvolvimento de autoconceito e da capacidade de fluência e de flexibilidade, na medida que buscou gerar respostas diferentes; (c) originalidade – o que pode ter sido resultado do estímulo ao longo do curso para que produzisse respostas a partir das próprias análises; (d) argumentação – o que pode ter sido resultado do estímulo ao longo do curso para que cada estudante comunicasse acerca de suas produções. Em suma, houve um aumento no número de

³ Disponível em: < <https://mentalidadesmatematicas.org.br/sobre/>>. Acesso em 7 mar. 2024.

⁴ Disponível em: < <https://mentalidadesmatematicas.org.br/sobre/>> . Acesso em 7 mar. 2024.

soluções corretas e uma descrição mais apurada das justificativas relativas aos processos de pensamento que levaram à produção das respostas.

Quadro 1 - Síntese da análise das produções escritas Testes MARS – curso de férias MM

NÚMERO DA TAREFA	PADRÕES ENCONTRADOS EM COMPARAÇÃO PRÉ E PÓS TESTE
1	Houve maior ou mesmo número de respostas corretas entre cada par de itens do pré e do pós-teste. Houve maior ou mesmo número de respostas buscando a descrição do padrão. Não houve itens deixados sem respostas no pós-teste, o que pode refletir maior motivação e engajamento dos estudantes nas resoluções da tarefa.
2	Houve maior ou mesmo número de respostas corretas entre cada par de itens pré e pós. Houve maior número de respostas utilizando a figura para a identificação de padrão. No pós-teste, apenas no item 4 um estudante não apresentou resposta, o que pode ser oriundo de maior motivação dos estudantes.
3	Houve maior ou mesmo número de respostas corretas entre cada par de itens pré e pós. Houve maior ou mesmo número de respostas buscando a descrição do padrão. Nenhum estudante deixou de responder ao item 1 e houve redução no número de respostas em branco no item 2, o que pode ser oriundo de maior motivação dos estudantes.
4	Houve maior ou mesmo número de respostas corretas entre cada par de itens pré e pós. Em todos os itens, os estudantes demonstraram empenho em encontrar a solução.

Fonte: elaboração dos pesquisadores, com base no banco de dados do Instituto Sidarta

A despeito dos diferentes objetivos que norteiam a oferta de diferentes cursos extracurriculares no campo da matemática, nota-se um efeito positivo quase imediato à sua realização no desempenho dos estudantes, tanto em atividades “corriqueiras” do cotidiano escolar quanto naquelas que envolvem o pensamento criativo. Esses resultados são compatíveis com os encontrados por Fonseca (2019) após um programa de intervenção em criatividade com estudantes do ensino médio.

E, especificamente, sobre os meios utilizados pelos estudantes, destaca-se que fizeram uso de diferentes estratégias de registros, como desenhos, esquemas e operações

– permitindo interpretar que há indícios de fluência, flexibilidade e originalidade. A seguir, algumas soluções propostas depois do curso em análise⁵.

2. De quantos botões brancos o Gabi precisa para o Padrão 5 e o Padrão 6?

Padrão 5 16 × Padrão 6 19 ×

Explique como você descobriu isso. 2
S.C

EU PRESTEI BASTANTE ATENÇÃO
EM BAIXO ELE AUMENTA 2 E 2 E EM ✓
LIMA TEM O MESMO NÚMERO DO PADRÃO.

3. Ao todo, quantos botões Gabi precisa para criar o Padrão 11? 36 Botões × 0

Explique como você descobriu isso. 0

Eu descobri pensando de 2 em 2 até
chegar ~~em~~ no número 11, e depois eu ^
fiz de 4 até o 11 pensando as partes de simon.

4. Gabi acha que precisa de 69 botões para criar o Padrão 24.
Como você sabe que ela não está correta?

não porque existem 24 $\leftarrow \begin{matrix} + \\ 0 \end{matrix} \rightarrow$ e eu
fiz a conta + os botões pretos ✓

Figura 1 - Exemplos de soluções após o curso MM - tarefa 1

Fonte: Recorte dos pesquisadores, com base no banco de dados do Instituto Sidarta

2. De quantos palitos de dente João precisa para construir 5 hexágonos? 26 Palitos ✓

Explique como você descobriu isso.

Eu descobri porque eu vi na tabela
e os números pulam de 5 em 5. ✓

3. De quantos palitos de dente João precisa para construir 12 hexágonos? 66 ×

Explique como você descobriu isso.

Eu descobri olhando nos exemplos ^

⁵ Em respeito aos direitos da Instituição, não foram incluídos todos os itens realizados no curso.

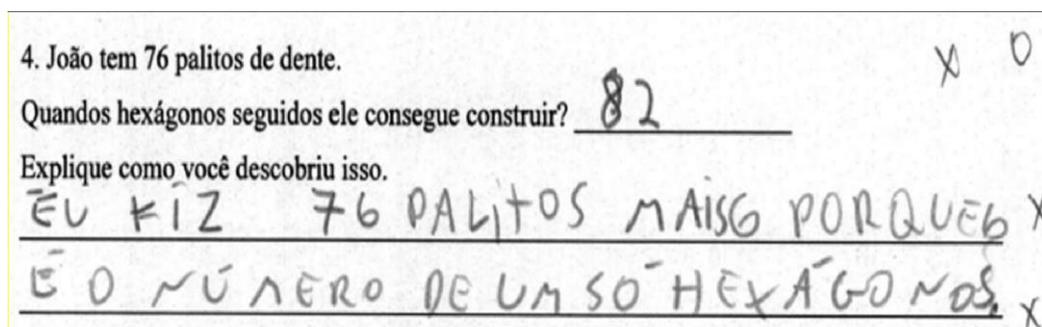


Figura 2 - exemplos de soluções após o curso MM - tarefa 2

Fonte: Recorte dos pesquisadores, com base no banco de dados do Instituto Sidarta

Dessa forma, quanto à análise dos textos de estudos de caso produzidos pelos professores⁶ regentes foi possível encontrar elementos em comum, o que permitiu a separação em categorias, conforme apresentadas a seguir:

- Indícios de estruturação de clima de sala de aula favorável ao desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática. Exemplos:

“é preciso empoderar os estudantes com mensagens mentalidades de crescimento sobre seu valioso lugar na matemática”.

“Cubo Pintado demonstrou resistência em compartilhar seus pensamentos aos demais participantes. Observamos tal comportamento, a instrutora [A] comentou com [Aluna A]: “essa atividade é tão desafiadora!!! Seria ótimo te ver contribuindo com os seus parceiros”. Inicialmente de nada adiantou, mas, após alguns minutos, todo o grupo estava empenhado em experimentar e testar diferentes estratégias para descobrirem as quantidades propostas pela atividade. Momentos depois, o grupo de [Aluna A] chama as instrutoras para compartilhar suas descobertas: “[A], achamos o número dos cubinhos que fazem parte do cubão!” - disse [Aluna A], toda empoderada ao levantar as hipóteses do grupo usando os amigos como recurso de aprendizagem, já que fez questão de elucidar que só chegou ao resultado do desafio com o trabalho em grupo”.

“fomos criando um ambiente de confiança entre ele/colegas/instrutores.”

⁶ Análise realizada a partir do banco de dados do Instituto Sidarta.

- Estímulo à motivação, engajamento e ao autoconceito. Exemplo:

“Confiante e engajado, compartilhou o seu desejo para o futuro: Instrutora, depois desse Curso de Férias vou ser muito mais inteligente, vou conseguir uma bolsa no Sidarta e vou ser seu aluno!”.

“Começa a interagir no diário fazendo perguntas e respondendo às perguntas dos Educadores”.

“Quebra de estereótipos: mulher faz matemática sim. Matemáticas podem se colocar, arrumar o cabelo e ter múltiplas habilidades. Valorização e apropriação cultural e racial”.

“Era muito preocupada em desenvolver as tarefas, e logo que percebia qualquer tipo de resistência nos procurava para intervir no grupo. Aos poucos fomos integrando seus questionamentos diretamente aos grupos e a forma com que conseguiu se perceber, sendo recurso ao outro e buscando dele da mesma forma, fez com que fosse capaz de trabalhar com qualquer colega da turma que fizesse parte de seu grupo, como membro efetivo de uma comunidade de aprendizagem”.

- Indícios de fluência, flexibilidade e originalidade durante as criações realizadas ao longo do curso (traços latentes).

“Começa a interagir no diário fazendo perguntas e respondendo às perguntas dos Educadores”.

“Nas Conversas Numéricas sentia necessidade de expor suas próprias ideias na lousa com sua própria grafia utilizando algoritmos. Suas argumentações tornaram-se ferramentas de divulgação de suas novas estratégias de cálculo, demonstrando assim que seus pensamentos podiam ser expressos por representação visual ou numérica, sendo as instrutoras suas escribas. Também observamos que passou a registrar seus pensamentos matemáticos e a comentar as ideias de seus colegas, mostrando-se atenta e interessada em entender as estratégias dos outros. Apresentando uma crescente nas Práticas de Mentalidades Matemáticas, como a Mentalidade de Crescimento ao ter segurança e autoconfiança ao se colocar perante ao grupo maior; Desafio e Esforço ao mostrar suas colocações mesmo não estando certa de sua resposta e expondo seu ponto de vista; Conexões e Colaborações ao incrementar ideias de acordo com as argumentações dos outros alunos, demonstrando seu envolvimento, falando diretamente entre eles e a docente como apenas um membro dessa comunidade matemática; e Avaliação ao receber e dar devolutivas verbais construtivas”.

“percebendo o erro como um recurso para elaboração de novas estratégias”.

“não se contentando com um único caminho para solucionar as atividades, gostava de ter sempre ter uma outra ou mais estratégias para compartilhar, tornando-se um pesquisador de estratégias, ampliando seus conhecimentos e compartilhando com os demais colegas da turma”.

“[Aluno B] descobriu que nem sempre temos uma resposta correta e podemos explorar ainda mais a atividade”.

“[Aluno B] não percebia que poderia expor suas conjecturas. Esta postura permaneceu por alguns dias. Aos poucos foi percebendo que neste curso de férias sua voz era escutada, que ele era o centro da sua aprendizagem (todos podem aprender matemática de alta complexidade e que acreditando em si mesmo, mudará o que você é capaz de fazer), Pedro iniciou um processo de interação maior e com mais qualidade”.

- Aproximações do curso com a teoria de criatividade em matemática, do feedback criativo e da aprendizagem dialógica.

“[Aluno C] estava atento em nossas mensagens de crescimento e ouviu quando dissemos que o uso das cores era importante para encontrar resultados”.

“interessou-se pelos seus erros e os dos outros, valorizando e investigando-os. ‘Você reservou o um?’; ‘Quero compartilhar meu erro!’”.

“Nesse momento as instrutoras favoreceram a troca entre os alunos, fazendo intervenções que levavam à reflexão, atuando como mediadoras do processo, em muitos momentos participando como membros da comunidade de aprendizagem”.

“Vemos uma menina que precisava se expressar, mas tinha medo do julgamento e agora está livre, pois errar faz parte de um processo de mentalidade de crescimento”.

Os relatos transcritos sinalizam que as diversas manifestações da criatividade (Gontijo, 2007), bem como os traços latentes do pensamento crítico e criativo em matemática, estão contempladas nas atividades programa mentalidades matemáticas, coerentes com as pontuações de Boaler (2018, p. 160), quando diz que

representar ideias matemáticas de diferentes formas é uma prática importante usada por matemáticos e solucionadores de problemas de alto nível. Quando estão trabalhando, os matemáticos

representam ideias de muitas maneiras distintas – com gráficos, tabelas, palavras, expressões e, menos conhecidos, desenhos e até rabiscos.

Sublinha-se que os resultados foram positivos, tanto na elevação de escores no pós-teste quanto na qualidade das produções dos estudantes. Para além das próprias atividades realizadas com os estudantes, que por si tinham potencial para estimular o pensamento crítico e criativo em matemática, infere-se que o fato dos professores fazerem um acompanhamento, registrando sua trajetória escolar dos estudantes em um diário de campo, pode ter desempenhado um papel fundamental para essa situação de sucesso, pois, o registro sistemático e analítico possibilitou intervenções pontuais nas dificuldades de aprendizagem e estímulos para que pudessem se engajar nas atividades propostas.

5. Considerações

Analisar potencialidades e aproximações de diferentes teorias e/ou práticas pedagógicas acerca do ensino de matemática contribui para o avanço da produção científica na área. Sobretudo, porque ao fazê-lo, busca-se encontrar novas possibilidades que contribuam para o melhoramento do conhecimento e da prática de matemática da população.

Esta pesquisa teve por objetivo levantar potencialidades do Programa Mentalidades Matemáticas, coordenado no Brasil pelo Instituto Sidarta, para o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática. Resultado que foi alcançado na medida que foram encontrados indícios que demonstram que a prática pedagógica adotada contribui para a motivação e o engajamento dos estudantes, bem como para as ações de criação e de crítica sobre a produção matemática.

Sugere-se que o planejamento de novas edições do curso considere, desde o início, a intencionalidade de estimular o pensamento crítico e criativo em matemática, contemplando problemas abertos e outras estratégias recomendadas para o desenvolvimento dessas habilidades de pensamento, como as que requerem a elaboração de problemas e as relativas às análises de objetos matemáticos para redefini-los em função de suas características e propriedades. A fim de favorecer uma análise mais apurada das produções dos estudantes, bem como a seleção das atividades que serão aplicadas, recomenda-se a utilização de rubricas para avaliar o pensamento crítico e criativo em matemática, como as propostas por Fonseca, Gontijo e Carvalho (2023).

6. Referências

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BOALER, J. **Mentalidades matemáticas: estimulando o potencial dos estudantes por meio da matemática criativa, das mensagens inspiradoras e do ensino inovador**. Porto Alegre: Penso, 2018.

BOALER, J. **Mente sem barreiras: as chaves para destravar seu potencial ilimitado de aprendizagem**. Porto Alegre: Penso, 2020.

BOALER, J.; MUNSON, J.; WILLIAMS, C. **Mentalidades matemáticas na sala de aula: ensino fundamental v. 2**. Porto Alegre: Penso, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

DACEY, J.; CONKLIN, W. **Creativity and the standards**. Huntington Beach: Shell Education, 2013.

FONSECA, M. G. **Aulas baseadas em técnicas de criatividade: efeitos na criatividade, motivação e desempenho em matemática com estudantes do ensino médio**. 2019. 175 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Brasília.

FONSECA, M. G. **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) - Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Brasília.

FONSECA, M. G. et al. (2019). Improving mathematical motivation from mathematical creativity workshops. In: **Proceedings of The 11th International Conference on Mathematical Creativity and Giftedness**. (p. 144-149). Universität Hamburg.

FONSECA, M. G.; GONTIJO, C. H. Pensamento crítico e criativo em Matemática em diretrizes curriculares nacionais. **Ensino em Re-vista**, v. 27, n.3, p. 956-978, 2020.

FONSECA, M. G.; GONTIJO, C. H. Pensamento crítico e criativo em Matemática: uma abordagem a partir de problemas fechados e problemas abertos. **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 14, p. 1-18, 2021.

FONSECA, M. G.; GONTIJO, C. H.; CARVALHO, A. T. de. Pensamento crítico e criativo em matemática: rubricas avaliativas. **Zetetiké**, Campinas, SP, v. 31, n. 00, p. e023005, 2023.

GARNICA, A. V. M. História Oral e Educação Matemática. Em BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (Orgs.) **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

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

GONTIJO, Cleyton Hércules. **Relações entre criatividade, criatividade em matemática e motivação em matemática de alunos do ensino médio**. 2007. 194 f. Tese (Doutorado em Psicologia) – Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília, Brasília.

GONTIJO, C. H. Relações entre criatividade e motivação em matemática: a pesquisa e as implicações para a prática pedagógica. In: GONTIJO, C. H.; FONSECA, M. G. (Org.). **Criatividade em Matemática: lições da pesquisa** (p. 153-172). Curitiba: CRV, 2020.

INEP. **Relatório de resultados do Saeb 2021**, volume 1. Brasília: Inep, 2022.

LIPMAN, M. **Thinking in education**. UK: Cambridge University Press, 2003.

MIHAJLOVIC, A.; DEJIC, M. Using open-ended problems and problem posing activities in elementary mathematics classroom. In: **Proceedings of The 9th International Conference on Mathematical Creativity and Giftedness**. (p. 34-41). University of Ploiesti, 2015.

MINAYO, M. C. de S. Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. In: MINAYO, M. C. de S. (Org.). **Pesquisa social: Teoria, método e criatividade** (p. 9 - 28). Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

NCTM. National Council of Teachers of Mathematics. Princípios para a Ação: assegurar a todos o sucesso em matemática. **Associação de Professores de Matemática**: Lisboa, 2017.

SCHLEICHER, A. Assessing creative thinking to empower learners. **Creating Creators: How can we enhance creativity in education systems?** Creativity Matters, 1, 10-12. Billund: The LEGO Foundation, 2019.

WECHSLER, S. M.; SAIZ, C.; RIVAS, S. F.; VENDRAMINI, C. M. M.; ALMEIDA, L. S.; MUNDIM, M. C.; FRANCO, A. Creative and critical thinking: Independent or overlapping components? **Thinking Skills and Creativity**, Amsterdam, v. 27, p. 114-122, 2018.

UNESCO. Declaração de Budapeste - **Declaração sobre a Ciência e o uso do conhecimento Científico**. Budapeste: UNESCO, 1999.

UNESCO. **Os desafios do ensino de matemática na educação básica**. Brasília: UNESCO; São Carlos: EdUFSCar, 2016.

7. AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Sidarta, que, mediante o Acordo de Cooperação Técnica nº 04/2022, celebrado entre o referido Instituto e o IFB (processo IFB n. 23098.002146.2021-96), permitiu acesso aos dados necessários para a realização da pesquisa e a escrita do presente artigo.