



Estímulo à criatividade, à motivação e ao desempenho em matemática de estudantes do ensino médio a partir de aulas baseadas em técnicas de criatividade

Mateus Gianni Fonseca ^a

Cleyton Hércules Gontijo ^b

^a Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília, Câmpus Ceilândia, Brasília, DF, Brasil.

^b Universidade de Brasília, Departamento de Matemática da UnB, Programa de Pós-graduação em Educação da UnB, Brasília, DF, Brasil.

Received for publication 22 Mar. 2021. Accepted after review 29 Apr. 2021

Designated editor: Claudia Lisete Oliveira Groenwald

RESUMO

Contexto: A criatividade tem sido destacada por diferentes países e organizações na defesa de uma educação conectada ao atual momento de progresso científico e tecnológico que vivemos e, em especial, quando analisamos a área da matemática. **Objetivos:** A partir desta pesquisa esperamos responder às seguintes perguntas: (a) a tríade criatividade, motivação e desempenho em matemática de estudantes do último ano do ensino médio é influenciada positivamente a partir de um curso extracurricular de matemática cujas aulas são baseadas em técnicas de criatividade? E (b) quais diferenças quanto às percepções dos estudantes em relação à matemática a partir do tipo de aulas que receberam ao longo do curso (aulas convencionais e aulas baseadas em técnicas de criatividade)? **Design:** Para tanto, foi estruturada uma pesquisa experimental onde comparamos os resultados obtidos junto a aulas convencionais a um dado grupo controle e junto a aulas baseadas em técnicas de criatividade a um dado grupo experimental. **Ambiente e participantes:** A amostra foi composta por 41 estudantes do último ano do ensino médio de uma escola pública do Distrito Federal, Brasil, selecionados ao acaso a partir de ampla divulgação. **Coleta e análise de dados:** Inicialmente, os estudantes foram submetidos a pré-testes (criatividade em matemática, motivação em matemática e desempenho em matemática). Em seguida, participaram de aulas de matemática (convencionais ao grupo controle e baseadas em técnicas de criatividade ao grupo experimental), sendo que ao fim de cada encontro preencheram uma etapa do diário de bordo. Por fim, foram submetidos a pós-testes para comparação direta com os testes realizados inicialmente, bem como participaram de uma roda de conversa. Dessa forma, a análise contou com aspectos quantitativos no que se refere aos resultados dos testes; e com aspectos qualitativos no que se refere ao estudo do material escrito nos diários e das falas oralizadas durante a

Autor correspondente: Mateus Gianni Fonseca. Email: mateus.fonseca@ifb.edu.br

roda de conversa. **Resultados:** Embora ambos os grupos tenham alcançado elevação nos escores das três variáveis investigadas, resultados estatisticamente significativos foram percebidos apenas junto ao grupo experimental, o qual teve maior incremento em todas as variáveis. Além disso, encontramos aceitação por parte do alunado acerca das aulas baseadas em técnicas de criatividade. **Conclusões:** Isso permite sugerir que o modelo de aula investigado nesta pesquisa pode favorecer tanto a capacidade de pensamento criativo como também a motivação e o conseqüente desempenho em matemática.

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

Stimulating High School Student Creativity, Motivation, and Mathematics Performance with Classes Based on Creativity Techniques

ABSTRACT

Background: Several countries and organisations highlight creativity when advocating an education connected to the current moment of scientific and technological progress we live, especially in the mathematics field. **Objectives:** We aim to answer the following questions: (a) Is senior high school students' creativity, motivation, and mathematics performance triad positively influenced by extracurricular mathematics classes based on creativity techniques? And (b) What are the different students' perceptions of mathematics based on the type of classes they received throughout the course (conventional classes and classes based on creativity techniques)? **Design:** To this end, we structured an experimental study to compare the results obtained from conventional classes to a control group and from classes based on creativity techniques to an experimental group. **Settings and participants:** The sample consisted of 41 senior high school students of a public school in the Federal District, Brazil, randomly selected after wide dissemination. **Data collection and analysis:** Initially, students underwent pre-tests (creativity in mathematics, motivation in mathematics, and performance in mathematics). Then, they participated in mathematics classes (conventional to the control group and based on creativity techniques to the experimental group). At the end of each class, they completed one step of the logbook. Finally, they were submitted to post-tests for direct comparison with the tests initially performed and participated in a conversation roundtable. Thus, the analysis included quantitative aspects of the results of the tests; and qualitative aspects of the study of the material written in the diaries and oral speeches during the conversation roundtable. **Results:** Although both groups increased their scores for the three variables investigated, statistically significant results were perceived only with the experimental group, which had all variables increased. We also found that the students recognised the classes based on creativity techniques as being good. **Conclusions:** This suggests that the class model investigated in this research may favour students' creative thinking ability and motivation, consequently increasing their performance in mathematics.

Keywords: Mathematics education; Creativity techniques; Creativity in mathematics; Motivation in mathematics; Performance in mathematics.

INTRODUÇÃO

Um grande esforço tem sido empreendido pelos sistemas educacionais de alguns países para estimular a criatividade de seus estudantes de modo a contribuir para a formação de cidadãos para lidarem com o incerto no âmbito profissional, acadêmico e pessoal. Se empresários são criativos, podem alavancar seus ganhos financeiros propondo novos produtos ou novas abordagens de *marketing*, por exemplo, fortalecendo seus negócios; se líderes comunitários são criativos, podem gerar diferentes ideias que contribuam com o desenvolvimento local/regional ou mesmo conquistar o apoio de novos colaboradores; se crianças e jovens são criativos, podem pensar de diferentes maneiras sobre os saberes desenvolvidos dentro e fora da escola, entre outros. Enfim, criatividade pode fortalecer a economia, a organização social, a vida escolar e cotidiana, dentre outros contextos. E em um mundo extremamente dinâmico, onde as atualizações são cada vez mais rápidas, eis a necessidade de que isso seja trabalhado desde a infância indivíduo. E a educação escolar influencia no processo de pensamento criativo (Alencar & Fleith, 2003a; Amabile, 2012; Wechsler, 1998).

A criatividade tem sido defendida como uma importante habilidade para o século XXI por diferentes Instituições – sejam aquelas ligadas ao mercado de trabalho e desenvolvimento tecnológico, como o Fórum Econômico Mundial (WEF, 2018) – sejam aquelas interessadas na formação escolar mais ampla como as diretrizes educacionais de países como Austrália, Inglaterra e Brasil, ainda que este último esteja em ritmo de construção. Vale mencionar que a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), responsável pela realização do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) incluiu no teste previsto para o ano de 2021 tarefas que visam avaliar o pensamento criativo – o que permite inferir se tratar de mais uma instituição mundial que corrobora com a necessidade de formar indivíduos mais criativos no presente século, bem como que essa habilidade pode ser desenvolvida desde a idade escolar.

Embora haja um esforço para inserir atividades que estimulem a criatividade na formação escolar dos jovens na atualidade, o assunto ainda é tratado com menor proporção quando são considerados os campos particulares do saber. Nesta pesquisa, optou-se por investigar a criatividade especificamente no campo da matemática.

Diversos trabalhos como de Fonseca (2019; 2015), Gontijo (2007), Haylock (1987), Kattou et al. (2013) Kwon, Park e Park (2006), Leikin e Pantazi (2013), Lev-Zamir e Leikin (2013), Mann (2005), Nadjafikhaha e Yaftiam (2013), Pinheiro e Vale (2013), Sriraman (2004) e Valdés (2010), entre outros, defendem a necessidade e a importância de se promover uma educação matemática preocupada com o desenvolvimento da criatividade. Estimular o pensamento criativo por parte do aluno é uma forma de prepará-lo para buscar soluções para os novos desafios que surgirão em sua vida, pois, contribuirá para o desenvolvendo de habilidades para resolver problemas a partir dos conhecimentos já construídos, utilizando diferentes estratégias nesse processo.

Além disso, investir no desenvolvimento da criatividade no campo da matemática pode contribuir para reduzir a ansiedade dos estudantes em relação a essa disciplina escolar (Tobias, 2004), aumentar a motivação para com o estudo nessa área de saber (Fonseca; Gontijo; Zanetti, 2018; Gontijo, 2007), contribuir para maior capacidade de resolução de problemas, entre outros. Certamente, a criatividade em matemática também colabora para repensar o espaço da sala de aula, pois, o pensamento criativo caminha junto com o pensamento crítico (Lipman, 2003), levando a questionamentos que podem estabelecer novas formas de organizar o trabalho pedagógico, a aula e os demais espaços escolares.

A fim de verificar como a forma de organizar o trabalho pedagógico com a matemática poderia favorecer o desenvolvimento da criatividade em matemática dos estudantes, desenvolvemos uma pesquisa a partir dos seguintes questionamentos:

1. A tríade criatividade, motivação e desempenho em matemática de estudantes do último ano do ensino médio é influenciada positivamente a partir de um curso extracurricular de matemática cujas aulas são baseadas em técnicas de criatividade?
2. Quais diferenças quanto às percepções dos estudantes em relação à matemática a partir do tipo de aulas que receberam ao longo do curso (aulas convencionais e aulas baseadas em técnicas de criatividade)?

Questões essas que culminaram na construção do seguinte objetivo: analisar o desempenho de dois grupos de estudantes do último ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública de ensino do Distrito Federal (Brasil) em relação à criatividade, motivação e desempenho em matemática a partir de dois

cursos extracurriculares de matemática que, apesar de tratarem do mesmo assunto, foram operacionalizados a partir de estratégias metodológicas distintas (aulas convencionais – grupo controle; e aulas baseadas em técnicas de criatividade – grupo experimental).

CRIATIVIDADE EM MATEMÁTICA

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

Como exemplo de definições, vale citar Laycock (1970), que definiu a criatividade matemática como uma habilidade para analisar problemas sob diferentes perspectivas, a fim de gerar respostas múltiplas. Outra proposição de definição foi apresentada por Ervynck (1991), que argumentou que a criatividade na matemática não se desenvolve "no vácuo" (p. 42), mas a partir de uma combinação de elementos conhecidos e desconhecidos.

Aiken (1973) dizia que o fazer matemática implica na necessidade do pensamento criativo, conquanto esse pode ser obtido a partir de conhecimento e habilidades de abordagens inovadoras e de combinar ideias de diferentes formas para resolver problemas. Tal concepção pôde ser corroborada anos depois por Leikin e Pantazi (2013) ao ponderarem que a criatividade relativa¹ é algo importante para que o estudante vivencie o cotidiano de um matemático profissional, guardadas as devidas proporções, no que se refere à produção de conhecimento matemático a partir de suas observações e análises. Assim, possibilitar ao estudante momentos de pesquisa e discussão sobre os objetos matemáticos e, também tempo para a incubação das ideias, favorecerá o surgimento de insights que podem levá-lo a uma forma singular de fazer matemática ou de apresentar formas alternativas para solucionar os problemas nesse campo do conhecimento. A ausência de tempo para essas fases durante o

¹ As autoras apresentam de forma distinta a “criatividade absoluta” e a “criatividade relativa”. A primeira se refere a grandes realizações, grandes feitos reconhecidos pela comunidade e que, portanto, possuem potencial de provocar mudanças no mundo. Enquanto que a segunda é uma criatividade de menor proporção, onde o indivíduo gera suas próprias ideias, mas que, ainda que essas sejam novas para si, não necessariamente serão novas para os outros.

cotidiano escolar é uma das barreiras para instalar um ambiente favorável à criatividade em sala de aula.

Dois aspectos destacados por Haylock (1997) nos parecem importantes na construção de um conceito de criatividade em matemática e de identificação da pessoa criativa nessa área do conhecimento, que é a necessidade de conhecimento sólido sobre a matemática, além de ter flexibilidade de pensamento. Outros autores também propuseram conceituações para criatividade em matemática e embora haja certa convergência entre esses, alguns aspectos se diferenciam em suas formulações. Um exemplo é o conceito proposto por Gontijo (2007, p. 37), quem pontuou que criatividade em matemática é

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

E essa é a concepção de criatividade adotada para o desenvolvimento da presente pesquisa.

Ressalta-se que, ao fazer referência à criatividade em matemática, alguns elementos da teoria geral da criatividade devem ser considerados tanto para a realização de atividades que favoreçam o seu desenvolvimento quanto para avaliar em que extensão essa criatividade foi ampliada. Nesse sentido, três características do pensamento criativo devem ser consideradas no estudo da criatividade em matemática: fluência, flexibilidade e originalidade. Essas se caracterizam:

pela abundância de ideias diferentes produzidas sobre um mesmo assunto (fluência), pela capacidade de alterar o pensamento ou conceber diferentes categorias de respostas (flexibilidade), por apresentar respostas infrequentes ou incomuns (originalidade) (Gontijo, 2007, p. 37).

Destacamos duas abordagens que consideramos complementares à abordagem usada na pesquisa, que são o conceito de criatividade mini-c, proposto por Beghetto e Kaufman (2007), para designar uma interpretação original e experiências, ações e eventos que são significativos no nível pessoal e, o conceito de criatividade relativa, proposto por Leikin e Pantazi (2013). Esses conceitos evidenciam a existência de um nível de criatividade intrapessoal que pode favorecer o aprendizado na medida em que o sujeito descobre aparatos novos para si, ainda que esses não representem novidades para o grande público.

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

MOTIVAÇÃO EM MATEMÁTICA E CRIATIVIDADE EM MATEMÁTICA

Em diferentes modelos teóricos que buscam explicar o fenômeno da criatividade, como a Teoria do Investimento em Criatividade (Sternberg; Lubart, 1991), o Modelo Componencial de Criatividade (Amabile, 2012) e a Perspectiva de Sistemas de Criatividade (Csikszentmihalyi, 1999), um elemento comum que caracteriza uma pessoa criativa é a motivação que a move na produção de ideias e produtos inovadores.

Segundo Gontijo (2020), Fonseca, Gontijo, Zanetti e Carvalho (2019), Grégoire (2016) e Kanhai e Singh (2017), dentre outros, a motivação em matemática parece ser elemento necessário para que o sujeito se arrisque na tomada de decisões para apresentar ideias não usuais e assim se envolva em possibilidades de construção de respostas criativas.

Acerca da importância da motivação no processo criativo, destacamos os resultados de um programa de estímulo à criatividade no campo da matemática desenvolvido por Petrovici e Havârneanu (2015). Esse programa contou com a participação de estudantes com idades entre 10 e 12 anos de uma escola urbana em Iasi, Romênia. Tratou-se do desenvolvimento de uma atividade extracurricular que contava com workshops semanais a partir de

diferentes tipos de problemas escolhidos criteriosamente para esse fim. Os autores relataram que a maior dificuldade para o desenvolvimento dos estudantes nesse programa fora a falta de motivação, visto que era uma atividade extracurricular. No entanto, houve rendimento positivo de todos os estudantes a partir de atividades que promoviam a motivação, o que contribuiu para reforçar como estudantes motivados em matemática podem estar mais propícios a manifestar seus fazeres nessa área de saber. Os autores defenderam que atividades como as realizadas em seus experimentos servem, sobretudo, para estimular a motivação extrínseca, ainda que a participação inicial no projeto demonstre a existência de motivação intrínseca também. Nesse aspecto, a presente pesquisa, em especial, se aproxima do que fora proposto por esses autores.

Outro exemplo que evidencia a importância da motivação em matemática para uma produção criativa nessa área é a pesquisa desenvolvida por Gontijo (2020), com 100 estudantes brasileiros oriundos de uma escola privada, matriculados no último ano do ensino médio. O autor buscou compreender as relações de criatividade em matemática e motivação em matemática dentre outros fatores. Com a aplicação de instrumentos específicos, tais como escala de motivação em matemática e teste de criatividade em matemática, o autor encontrou correlações positivas e significativas entre as duas variáveis em discussão.

Vale frisar que Gontijo (2007) descreve a motivação em matemática como um rol de hábitos e costumes, que incluem

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

E com base nesse conceito compreende-se motivação em matemática, nesta investigação, como a disposição que o sujeito possui de empreender hábitos e costumes na medida em que estuda matemática, sozinho ou em grupo;

que pensa e reflete sobre a matemática e suas diferentes aplicações e em meio a variados contextos; e que faz matemática, seja dentro ou fora da escola.

DESEMPENHO EM MATEMÁTICA E CRIATIVIDADE EM MATEMÁTICA

Pode-se dizer que proficiência se refere a uma medida que “representa um determinado traço latente (aptidão) de um aluno”². E, dessa forma, a proficiência pode ser aferida em diferentes áreas de saber. Para esta pesquisa, considera-se a proficiência em matemática como a capacidade de demonstrar a aprendizagem de conceitos matemáticos e de aplicá-los na resolução de diferentes tipos de problemas. E, nesta pesquisa, a proficiência foi apurada a partir do desempenho dos estudantes em testes de matemática.

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

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

Como exemplo de pesquisa que examinou a relação entre criatividade em matemática e o conhecimento em matemática, citamos o trabalho de Walia (2012), que investigou essa relação em alunos da escola de Kurukshetra, na Índia (etapa escolar equivalente ao 8º ano), envolvendo uma amostra composta por 99 estudantes do sexo masculino e 81 estudantes do sexo feminino selecionados randomicamente. O pesquisador encontrou uma correlação positiva e significativa entre as duas variáveis em análise.

Outro estudo que investigou as relações entre criatividade em matemática e conhecimento em matemática, foi realizado por Kattou et al. (2013). Os autores coletaram dados de 359 estudantes do 4º, 5º e 6º ano em

² Disponível em: <<http://www.portalavaliacao.caedufff.net/pagina-exemplo/medidas-de-proficiencia/>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

Nicosia, Chipre. Após a aplicação de testes de habilidades matemáticas e de testes de criatividade em matemática, foi encontrada correlação positiva e significativa entre as duas variáveis. A partir de uma análise fatorial, o estudo sugeriu ainda que a criatividade em matemática é um subcomponente das habilidades matemáticas. Nesse caso, reforçando uma ligação direta entre criatividade e desempenho em matemática.

Dessa maneira, tomando que a criatividade é uma característica desejada nos cidadãos na atualidade e, que ela auxilia no fazer matemática, o uso de técnicas de desenvolvimento de criatividade se torna elemento importante a ser incluído na organização do trabalho pedagógico com os estudantes, tendo em vista a ênfase que estas dão à geração de novas ideias para resolver diferentes problemas – sendo esse o foco da presente pesquisa.

METODOLOGIA

Essa investigação seguiu os pressupostos da pesquisa experimental (Gil, 2008; Creswell, 2010), visto o objetivo de comparar o rendimento de dois grupos de estudantes distintos em relação à criatividade, à motivação e ao desempenho em matemática. Para tanto, partiu-se de modelos de aulas distintos entre si, um desenvolvido por meio de uma abordagem mais convencional (turma controle) e outro baseado em aulas com técnicas de criatividade, isto é, aulas que tinham por propósito valorizar a elaboração de conjecturas e a heurística na aplicação de estratégias para encontrar soluções diferentes para os problemas (turma experimental).

INSTRUMENTOS

Escala de Motivação em Matemática

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

Calculo o tempo que vou gastar ao sair de casa para chegar ao destino que pretendo.

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

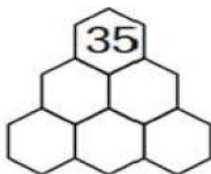
Tento resolver um mesmo problema matemático de maneiras diferentes.

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

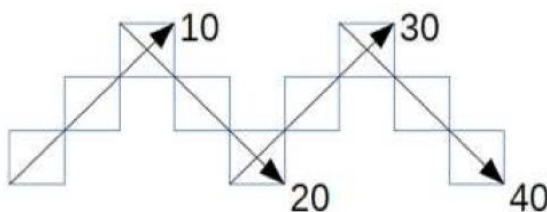
Teste de Desempenho Criativo no Campo da Matemática

No que se refere ao Teste de Desempenho Criativo no Campo da Matemática – TDCCM (Fonseca, 2015; Fonseca, 2020), cabe registrar tratar-se de instrumento que permite identificar traços latentes da criatividade, expressos por meio da fluência, flexibilidade e originalidade de pensamento, manifestados a partir do registro escrito de soluções para problemas abertos. O TDCCM possui duas versões, A e B, com cinco itens cada uma, as quais foram estruturadas como possibilidades de serem utilizadas como pré e pós teste, pois embora sejam independentes, guardam entre si objetivos e graus de dificuldade similares em função do paralelismo existente entre os seus itens. A seguir, um par de exemplos (item 1 de ambas as versões do teste):

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



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



Teste de Desempenho em Matemática

O Teste de Desempenho em Matemática (TDMat), versões A e B, foram compilados por Fonseca (2019), a partir da seleção de itens já validados e utilizados em avaliações oficiais de larga escala como o ENEM. O TDMat teve por propósito registrar o desempenho dos alunos em provas de matemática antes e após a realização do curso extracurricular.

Roda de Conversa

Trata-se de, segundo Melo e Cruz (2014), de um método de coleta de impressões dos participantes a partir da discussão em grupo sobre algo. Em termos práticos, é um instrumento de coleta no qual o pesquisador pode, a partir de um roteiro e um clima de liberdade entre os participantes, promover uma conversa para registrar opiniões, sentimentos, anseios, isto é, o que está no pensamento desses e que não é captado por meio da aplicação de testes, escalas e inventários. Realizou-se, portanto, uma roda de conversa no final da realização do curso extracurricular com cada grupo.

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

Diário de Bordo

Em complemento às rodas de conversa no que tange à captação de dados qualitativos dos grupos participantes da pesquisa, o diário de bordo permitiu que cada sujeito expressasse suas percepções, suas reflexões e sentimentos de maneira individual, por escrito, em formulários disponibilizados para esta finalidade. Este instrumento continha quatro perguntas: (a) descrever as atividades realizadas; (b) indique as suas dúvidas e/ou questionamentos; (c) faça uma avaliação da aula; e (d) como você se sentiu nessa aula?

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

Levantamento de Amostra e Coleta de Dados

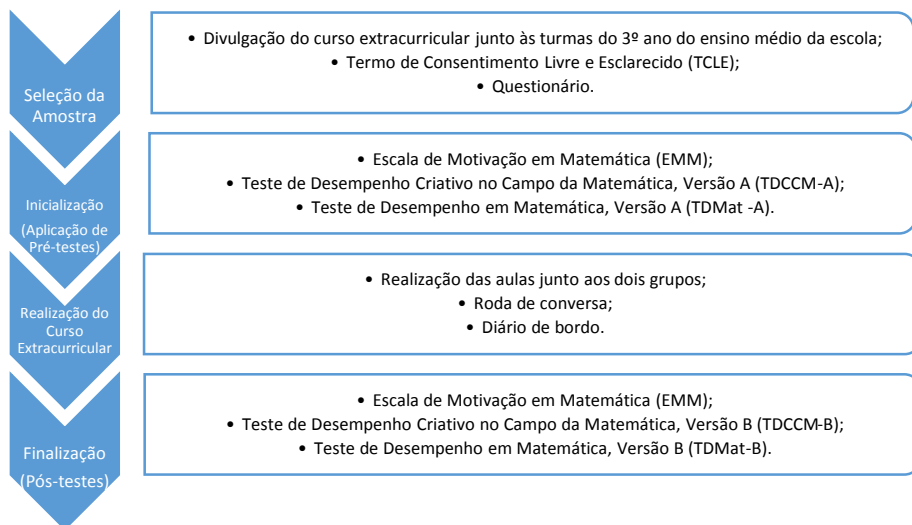
Para melhor explicitação do percurso metodológico adotado quanto ao levantamento de amostra e a coleta de dados no trabalho de campo, segue fluxo de etapas que foram rigorosamente cumpridas junto às respectivas descrições (Figura 1).

Em síntese, estas fases tiveram como núcleo um “curso extracurricular”, planejado a partir de uma seleção de conteúdos de matemática. Este curso foi ofertado a duas turmas, a primeira foi submetida a aulas convencionais (grupo controle); enquanto a segunda recebeu aulas baseadas em técnicas de criatividade, estimulando assim o espaço de discussões, inserção de elementos motivacionais e de resolução de problemas abertos (grupo experimental).

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética/ Universidade de Brasília (processo nº 91925918.3.0000.5540; parecer nº 2.877.638). Cabe destacar que a escola foi selecionada adotando o critério de conveniência a qual, por sua vez, autorizou a realização da pesquisa tão logo foi apresentado o planejamento que se pretendia colocar em prática. Trata-se de instituição pública do Distrito Federal, Brasil, situada em área ocupada por população de baixa renda.

Figura 1

Descrição das fases da pesquisa



Quanto à primeira fase – levantamento de amostra, divulgou-se o curso extraclasse de matemática para todos os estudantes do terceiro ano do ensino médio da escola. Todos os que manifestaram interesse foram incluídos na amostra, sendo distribuídos aleatoriamente em dois grupos. As aulas do curso ocorreram no turno contrário das aulas regulares, em um total de 8 encontros com duração de 1h 40min cada.

Participaram da pesquisa 41 alunos: 20 alunos compuseram o grupo controle; e 21, o grupo experimental. A média de idade dos participantes foi de 16,90 ($dp = 0,81$), com idade mínima de 15 anos e máxima de 18. O curso extracurricular foi apresentado como parte de uma pesquisa, e por esta razão foram prestados os devidos esclarecimentos e coletadas assinaturas nos Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), os quais foram elaborados em duas versões: (a) para estudantes; e (b) para pais ou responsáveis. Nesta ocasião, também foi aplicado o questionário que tinha por propósito levantar algumas informações adicionais e de interesse da pesquisa.

Na segunda fase – aplicação de instrumentos diagnósticos (pré-testes) – foram aplicados os instrumentos selecionados com o intuito de: (a) conhecer melhor o perfil dos ingressantes em relação à forma como se relacionam com a

matemática (motivação - EMM), bem como o nível do desempenho em matemática relativo a conteúdos elementares dessa disciplina (TDMat, versão A); e (b) identificar o nível de criatividade dos estudantes (TDCCM, versão A) para subsidiar comparações com os instrumentos aplicados após conclusão do curso, de modo verificar o contraste em relação aos resultados dos grupos.

Ao prosseguir à terceira fase – concretização do curso –, o pesquisador atuou efetivamente em sala de aula conforme a dinâmica prevista no plano de ensino elaborado para cada grupo. No caso do grupo controle, as aulas foram baseadas em questões convencionais de matemática ligadas ao conteúdo estudado, sem maiores adaptações; enquanto aos estudantes do grupo experimental, o mesmo conteúdo fora trabalhado a partir de aulas baseadas em técnicas de criatividade, estimulando, portanto, o debate e a busca por diferentes questionamentos e soluções, valorizando, portanto, a fluência, a flexibilidade e a originalidade de pensamento. Os encontros do grupo experimental, por sua vez, partiram sempre de um questionamento aberto e que permitia, portanto, a adoção de múltiplos caminhos de resposta e/ou muitas respostas diferentes. A dinâmica das aulas seguiu estrutura comum, composta por (a) Aquecimento; (b) Aproximação com a tarefa; (c) Desenvolvimento da tarefa; (d) Construção de conceito/definição; e, (e) Sistematização, conforme apresentado por Gontijo, Zanetti e Fonseca (2019).

Na Tabela 1, é apresentada uma comparação entre o planejamento de um encontro para o grupo controle e para o grupo experimental. Vale ressaltar que ambos foram elaborados para aplicação em uma aula com duração de 1h40min, e com objetivo de revisar técnicas e procedimentos operatórios para solucionar expressões numéricas e equações do 1º grau.

Tabela 1

Planos experimental e controle

	Grupo experimental	Grupo Controle
Materiais	a. Material impresso para a realização da atividade (Enigmas). b. Quadro e pincel para geração coletiva de ideias (<i>Brainstorming</i>). c. Folha branca e caneta para geração individual/colaborativa de ideias (<i>Brainwriting</i>).	a. Quadro e pincel para uso do professor. b. Exercícios e problemas diversos.
Estratégias de Ensino e Aprendizagem	a. Aquecimento: Enigma da Adição (Em grupos de 4 ou 5 estudantes para construção mútua da resolução). Encontre o número formado por $\bigcirc \square \triangle$, sendo que:	Aula expositiva com explicação conceitual, apresentação de exemplos e

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

resolução de
exercícios de livro
didático.

b. Aproximação com a tarefa:

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

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

c. Desenvolvimento da tarefa:

I. Técnica de criatividade *Brainstorming*: O que devemos levar em consideração para resolver uma expressão numérica?

II. Técnica de criatividade *Brainwriting*³: Quais são as etapas/ modos/procedimentos para resolver uma equação do 1º grau?

d. Construção do conceito/

definição: A revisão de como se resolver expressões numéricas e equações do 1º grau ocorrerá durante a execução das técnicas de criatividade mencionadas na atividade anterior.

A sistematização das ideias geradas na aplicação das técnicas *Brainstorming* e *Brainwriting*³, é realizada de maneira coletiva, para propiciar aos estudantes analisar as ideias apresentadas e argumentar se estas

Sistematização

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

Após essa fase, cada participante possui 1 minuto para circular as três melhores ideias que estão em sua folha. Passa a folha adiante e circula as três melhores ideias da nova folha, e assim por diante até que a folha retorne ao autor inicial. A mesma ideia pode ser circulada mais de uma vez, caso mais de uma pessoa julgue que ela é uma das melhores ideias. Por fim, o grupo, deverá conversar sobre as ideias selecionadas em suas respectivas folhas e eleger as três melhores do grupo.

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

**Projeções Futuras /
Finalização**

são, ou não, apropriadas para resolver expressões numéricas e/ou equações do 1º grau. Além disso, eles podem expressar dúvidas que não foram esclarecidas durante a produção coletiva. Nessa fase foram trabalhadas também atividades de livros didáticos. Utilizando a técnica de criatividade *Braindrawing*, cada participante será incentivado a ir ao quadro e desenhar uma imagem e/ou esquema para representar uma equação do 1º grau. Após a apresentação/exposição dos desenhos, será realizada uma leitura coletiva com vistas a sistematizar os significados de cada um deles.

Momento destinado a correção de atividades e a responder dúvidas diversas.

Por fim, nos últimos encontros foi procedida a quarta e última fase da pesquisa de campo – aplicação de instrumentos diagnósticos (pós-testes) – a qual consistiu, assim como na segunda fase, na aplicação dos instrumentos (EMM, TDMat – versão B e TDCCM – versão B) aos estudantes dos dois grupos, de modo a obter novas informações sobre suas percepções motivacionais frente à matemática, o desempenho após um trabalho diferenciado entre as turmas, bem como os escores apresentados no teste específico de criatividade.

Procedimentos de aplicação dos instrumentos

O questionário e o TCLE foram entregues aos estudantes que demonstraram interesse em participar da pesquisa ainda na fase de divulgação pela escola. Estes documentos foram recolhidos no início das atividades do primeiro dia de aula do curso extracurricular.

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

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

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

Procedimentos de análise dos dados

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

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

Acerca dos testes de Mann-Whitney e Wilcoxon, tratam-se de testes estatísticos não-paramétricos que cumprem o mesmo papel do teste paramétrico *t* de student, porém, são utilizados para comparar dois grupos quando seu equivalente paramétrico (teste *t* de student) não pode ser utilizado, seja por se tratar de uma distribuição não-normal ou por possuir amostra pequena como ocorreu nesta pesquisa. A diferença entre os dois testes adotados nesta pesquisa reside no fato de que enquanto o teste de Mann-Whitney é utilizado para amostras não-pareadas (ex.: grupo controle X grupo experimental), o teste Wilcoxon é a alternativa para amostras pareadas (ex.: grupo controle pré-teste X grupo controle pós-teste) (Field, 2013). Em ambos os testes, o valor de $p < 0,05$ indica haver diferenças significativas na comparação entre os grupos em análise.

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

Vale destacar que as abordagens de cunho qualitativo e quantitativo foram utilizadas com vistas a conceber uma triangulação de resultados. Assim, achados oriundos da análise quantitativa foram analisados conjuntamente com os achados obtidos a partir da análise qualitativa, de forma a se complementarem. Neste artigo são apresentados os resultados quantitativos que foram gerados a partir da análise qualitativa dos instrumentos utilizados.

RESULTADOS E ANÁLISES

Os resultados são apresentados a partir de cada variável analisada mediante as aplicações dos testes mencionados.

Criatividade em Matemática

A tabela 2 apresenta os resultados da média e desvio padrão obtidos por cada grupo a partir da aplicação do TDCCM, versões A e B.

Tabela 2

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

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

Ao proceder a análise estatística dos dados pelo teste de Mann-Whitney, foi possível perceber que a separação inicial das turmas em grupos controle e experimental não produziu efeito sobre os escores de criatividade em matemática a partir da aplicação do TDCCM-A ($p = 0,416$), o que permite inferir que os estudantes de ambos os grupos apresentaram desempenho semelhante em relação a essa variável. O mesmo não ocorreu ao final da intervenção, quando o teste revelou haver diferença significativa entre os estudantes em função de pertencerem ao grupo controle ou ao grupo experimental ($p = 0,003$), com vantagens para o grupo experimental.

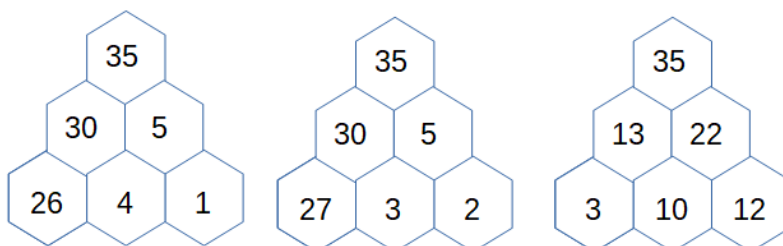
A partir disso, pode-se dizer que embora os grupos tenham apresentado resultados equivalentes inicialmente, essa situação não permaneceu ao final da intervenção. As médias obtidas pela turma B (grupo experimental) foram maiores e o desvio-padrão foi reduzido. Isso evidencia que as aulas baseadas em técnicas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

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

Para melhor exemplificar como a natureza das respostas foram alteradas a partir da intervenção, tomaremos como exemplo soluções apresentadas no item 1 do TDCCM, apresentado em seção anterior. Na versão A, tanto para o grupo controle quanto para o grupo experimental, as respostas foram similares, tais como na Figura 2.

Figura 2

Exemplos de respostas TDCCM-A



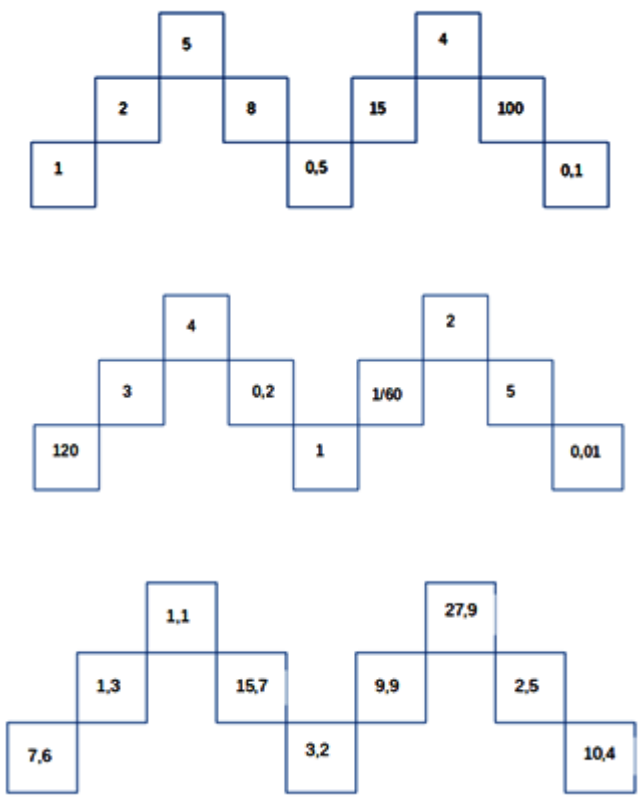
Podemos dizer que os estudantes apresentaram baixa fluência, visto que apresentaram na ocasião apenas duas ou três soluções; que apresentaram baixa flexibilidade, dado que as respostas praticamente foram obtidas apenas com números inteiros (com pouquíssimas exceções entre alguns participantes); e que apresentaram baixa originalidade, já que as respostas não diferiam em estrutura umas das outras.

Entretanto, quando analisadas as resposta para o item da versão B, isto é, pós-intervenção, as produções dos estudantes foram diferentes. Os exemplos a seguir ilustram o que os dados numéricos da tabela 2 informam, ou seja, que houve maiores escores de criatividade no grupo experimental. Isso se deu em decorrência dos alunos apresentarem maior número de respostas (fluência); maior flexibilidade, pois utilizaram não apenas números de conjuntos distintos,

como também operadores diferentes; e maior originalidade, uma vez que utilizando de mais recursos em suas respostas, produziram algumas infrequentes em relação ao grupo no qual estavam inseridos). Algumas soluções a seguir, utilizando, respectivamente, multiplicação, divisão e adição, sendo que nessa última foram utilizados apenas números racionais.

Figura 3

Exemplos de respostas TDCCM-B



Comportamento similar foi identificado nos demais itens do teste, isto é, enquanto na versão A as respostas se comportavam de forma comum entre

os dois grupos, na versão B as respostas do grupo experimental obtiveram pontuações mais elevadas em termos de fluência, flexibilidade e originalidade.

Motivação em Matemática

A Tabela 3 apresenta uma síntese dos resultados extraídos a partir da aplicação da escala de motivação:

Tabela 3

Escores da escala de motivação em matemática

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

A alteração obtida no grupo controle não resultou em uma diferença estatística significativa, tanto no que se refere aos aspectos positivos quanto aos aspectos negativos em relação à matemática ($p = 0,61$ para aspectos positivos; e, $p = 0,67$ para aspectos negativos). Entretanto, diferença significativa foi encontrada para o grupo experimental que, tanto aumentou suas percepções positivas frente à matemática ($p = 0,01$) quanto diminuiu suas percepções negativas em relação a essa área do conhecimento ($p = 0,03$), o que de fato era esperado. A seguir, as figuras 4, 5, 6 e 7 apresentam a distribuição visual das respostas oriundas da EMM de ambos os grupos, antes e depois da intervenção. Lembrando que 1 representa “nunca”; 2, “raramente”; 3, “às vezes”; 4, “frequentemente”; e 5, “sempre”.

Figura 4

Distribuição de respostas EMM – Controle Antes da Intervenção

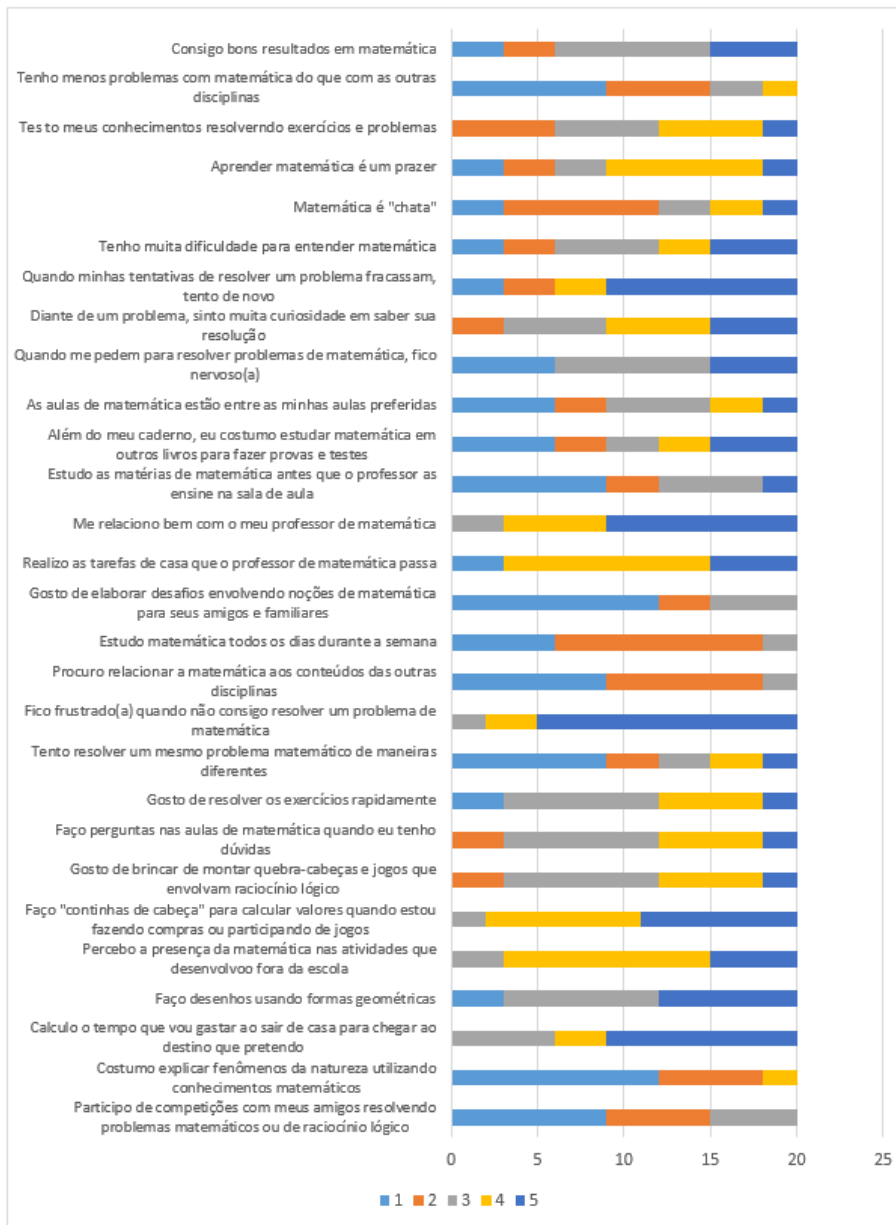


Figura 5

Distribuição de respostas EMM – Controle Após a Intervenção

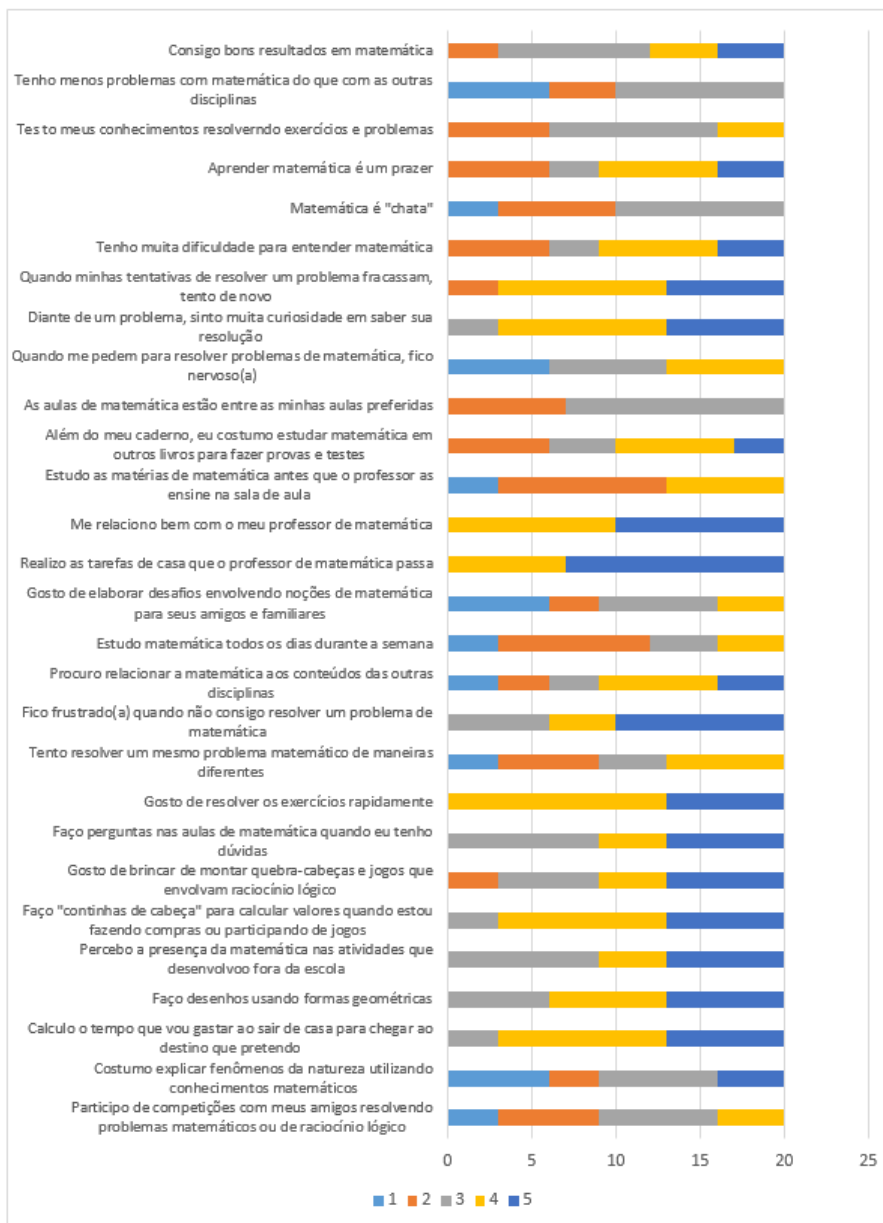


Figura 6

Distribuição de respostas EMM – Experimental Antes da Intervenção

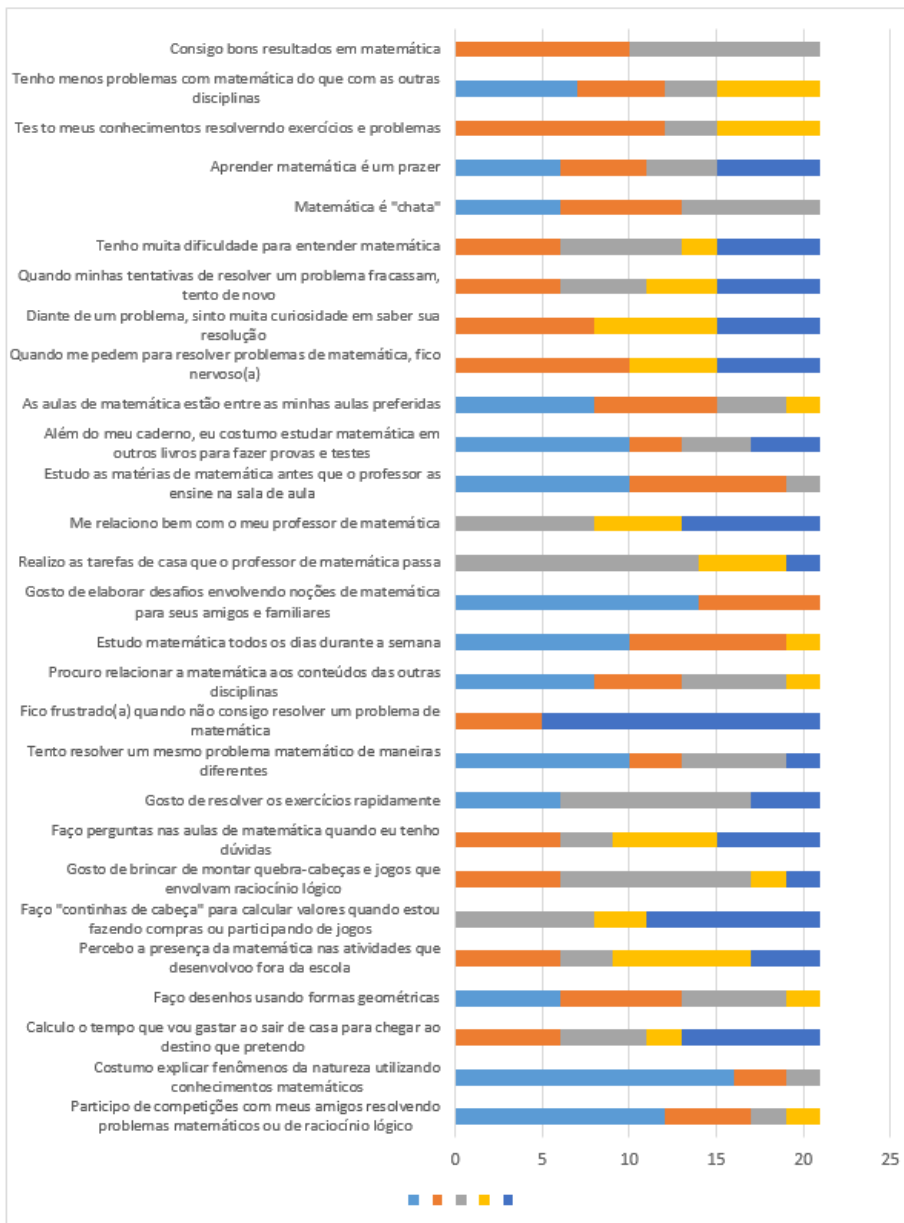
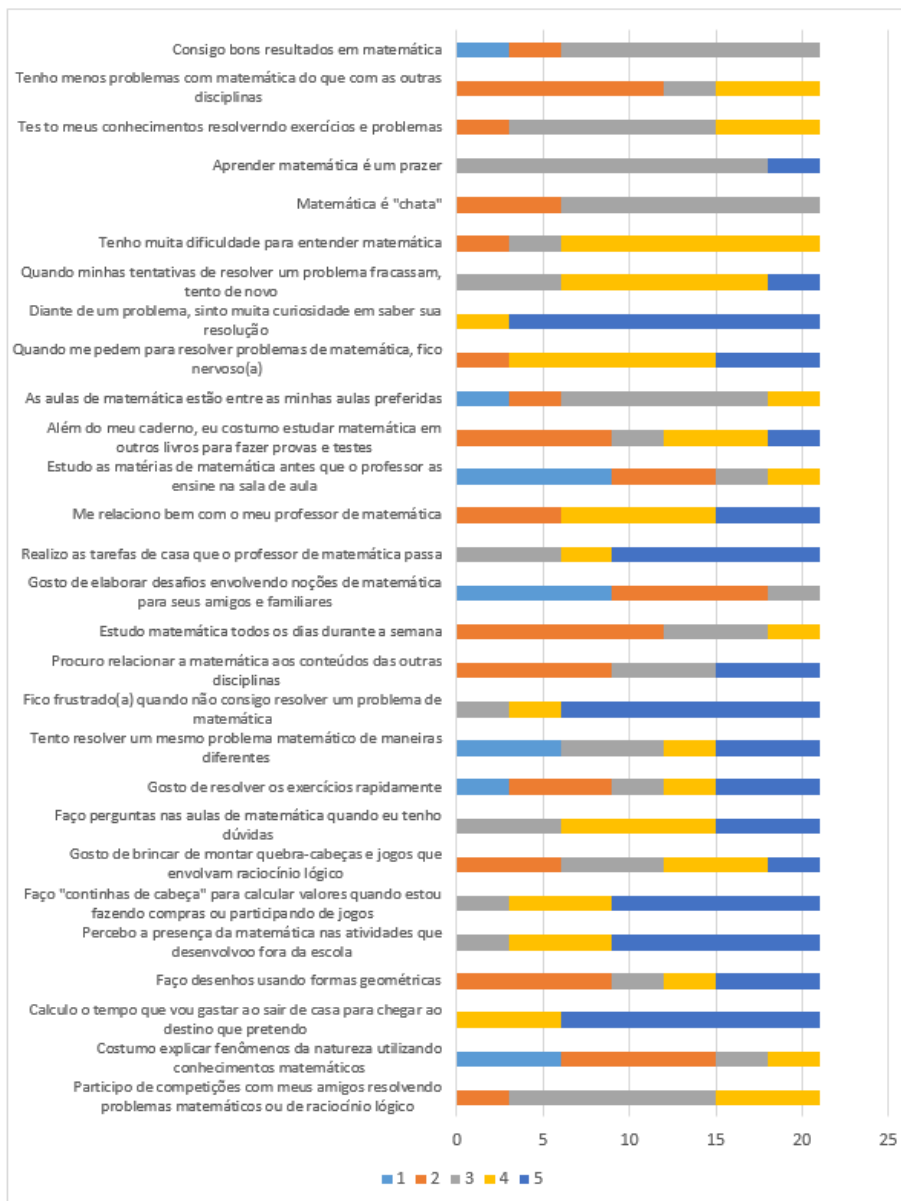


Figura 7

Distribuição de respostas EMM – Experimental Após a Intervenção



Observando as distribuições da aplicação da escala antes da intervenção, percebemos que houve incremento no que se refere ao relacionamento dos estudantes para com a matemática em ambos os grupos. Entretanto, que no grupo experimental algumas alterações foram mais acentuadas, o que explica as diferenças significativas apontadas na tabela 3.

Desempenho em Matemática

Em termos de desempenho em matemática, os grupos também apresentaram resultados similares inicialmente, visto que grande parte dos estudantes deixaram muitas questões sem resposta, tendo prevalecido resultados extremamente baixos no Teste de Desempenho em Matemática - TDMat, com média = 2,14 pontos (dp = 2,43) sendo a nota mínima = 0,00 e a máxima = 6,87 na primeira aplicação, numa escala de 0 a 10. Isso reforça como a proficiência em matemática de egressos do ensino médio está aquém do esperado (Brasil, s.d.; IPM, 2016; OCDE, 2019).

A diferença encontrada na evolução de escores pelos dois grupos é sumarizada na Tabela 4:

Tabela 4

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

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

Conforme a Tabela 4, tanto na aplicação do TDMat A como do TDMat B do grupo controle, a nota mínima fora 0,00, apesar da nota máxima ter sofrido acréscimo entre a versão A e a versão B do instrumento. No entanto, o grupo experimental não apenas aumentou a nota máxima, como também nenhum estudante tirou nota 0,00 na versão 2 desse instrumento. Ademais, a redução do desvio-padrão mostra ainda que o grupo alcançou um conjunto de escores mais coeso que outrora. O teste de Wilcoxon mostra diferença significativa para o

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

Uma possível explicação para que os resultados tenham sido tão baixos se deve ao fato de que o conteúdo matemático trabalhado durante a intervenção não era necessariamente o mesmo conteúdo que os estudantes estavam estudando em suas atividades regulares, ou seja, pode ser decorrente do fato de que parte do dia já estava comprometida com o curso extracurricular e a outra parte era dedicada aos estudos daquela “matemática” necessária para a aprovação escolar. Ressalta-se que o conteúdo tratado era de matemática básica que, a princípio, todos os alunos daquele ano escolar deveriam ter domínio razoável.

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

Aceitação da estratégia pedagógica adotada

Falas oriundas do grupo experimental permitem inferir a aceitação por parte dos estudantes pelo método de aula que foi oferecido durante a pesquisa. Além de terem demonstrado melhores indicadores de criatividade, motivação e desempenho em matemática. Os estudantes ainda relataram se sentirem confortáveis durante às aulas – o que de certa maneira corresponde a uma validação da estratégia pedagógica adotada nesta pesquisa.

A tabela 5 apresenta algumas das respostas obtidas junto aos estudantes em relação a algumas aulas do curso extraclasse, separadas por grupos que pertenciam:

Tabela 5*Alguns relatos dos estudantes acerca da intervenção*

Tema	Grupo	Relatos
Cilindros	Controle	<ul style="list-style-type: none"> • Tranquilo. • Bem. • Nostálgico. • Interessada, porém sonolenta. • Bem satisfeito com as resoluções e atividades desenvolvidas no grupo.
	Experimental	<ul style="list-style-type: none"> • Me senti muito interessada na explicação. • Confortável, foi possível esclarecer algumas dúvidas sobre os cálculos. • Me senti mais inteligente.
Anagramas	Controle	<ul style="list-style-type: none"> • Bem. • Muito bem.
	Experimental	<ul style="list-style-type: none"> • Muito bem. • Tranquilo. • Apático, porém sinto que estou a compreender o que havia esquecido.
Média aritmética	Controle	<ul style="list-style-type: none"> • Me senti confortável. • Me senti ansiosa e um pouco pressionada por mim mesma para terminar as questões em um tempo razoável e para não errar.
	Experimental	<ul style="list-style-type: none"> • Pensativo. • Bem. • Animada.
Frações/MMC	Controle	<ul style="list-style-type: none"> • Bem louco. • Com sono e entediada. • Ansiosa. • Bem desafiado perante os desafios propostos. • Nervosa inicialmente, pois não lembrava de nada, mas acabei lembrando.
	Experimental	<ul style="list-style-type: none"> • Confortável. • Me fez colocar a cabeça para sair da preguiça e pensar mais. • A aula foi bem divertida. • Estimulando a observar, avaliar e resolver os problema, podendo-se expandir para a vida pessoal.

Possível identificar falas que representam sensação de segurança, conforto e entusiasmo pelo grupo experimental; mas que representam monotonia por parte do grupo controle. Além disso falas coletadas no diário de bordo e na roda de conversa conduziram a estruturação de duas mensagens: (a) aulas baseadas em técnicas de criatividade contribuem para que os estudantes

se sintam mais livres para fazer matemática e mais motivados, o que reflete em melhor desempenho em matemática por se permitirem arriscar mais; e (b) aulas convencionais do curso extraclasse foram boas, mas nada de diferente do que já estão acostumados na escola. E que, portanto, não viram algo que contribuísse para mudança de atitudes em relação à matemática.

CONCLUSÕES

Gerar muitas e muitas ideias em matemática; fazer matemática; matematizar; elaborar e resolver problemas matemáticos. Essas tarefas, outrora, não faziam parte da dinâmica de se estudar matemática. As mudanças frutos das inovações tecnológicas e do avanço na produção de conhecimentos estão a demandar novas habilidades, especialmente o pensamento criativo, embebido de motivação e conhecimento.

Em relação à primeira pergunta de pesquisa: “A tríade criatividade, motivação e desempenho em matemática de estudantes do último ano do ensino médio é influenciada positivamente a partir de um curso extracurricular de matemática cujas aulas são baseadas em técnicas de criatividade?”, os achados mostraram que aulas de matemática baseadas em técnicas de criatividade são úteis para se aprimorar a tríade criatividade-motivação-desempenho em matemática, evidenciando que a abordagem utilizada é favorável à aprendizagem e ao ensino de matemática que considera, por sua vez, as mudanças previstas para o mundo futuro que, em muito, já tem se tornado presente.

Acerca da segunda pergunta: “Quais diferenças quanto às percepções dos estudantes em relação à matemática a partir do tipo de aulas que receberam ao longo do curso (aulas convencionais e aulas baseadas em técnicas de criatividade)?”, os achados sugerem aceitação da dinâmica de trabalho adotada junto ao grupo experimental, mostrando satisfação com a experiência.

Como limitações deste estudo, pode-se apontar o tamanho da amostra, por dois motivos: (a) por inviabilizar uma análise quantitativa a partir de testes paramétricos; e (b) por distanciar-se da realidade de uma sala de aula regular, tendo em vista que, em geral, essas possuem o dobro da quantidade de estudantes que participou de cada grupo na pesquisa. O número pequeno da amostra também prejudicou a generalização dos resultados e o estudo estatístico no que tange às correlações entre as variáveis. No entanto, apesar dessas limitações, há que se destacar que os resultados correlacionais ainda

devem ser flexibilizados, uma vez que a análise qualitativa permitiu compreender associação entre essas variáveis.

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

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

Novas investigações devem ser realizadas, em diferentes escolas, regiões e com maior número de estudantes. Trata-se esse de um estudo pioneiro que pode nutrir outras investigações e que aos poucos pode estimular a criação de novas aulas/oficinas que tenham por propósito estimular criatividade, à motivação e ao desempenho em matemática. Além disso, esta pesquisa ainda permite compreender elementos que devem ser considerados na elaboração de materiais didáticos que visem isso, tais como livros, jogos etc. Aliás, um próximo passo a partir desta investigação é ampliar os roteiros das aulas

utilizadas junto ao grupo experimental para dar origem a materiais de apoio ao professor da educação básica.

O aprimoramento do ensino de matemática hoje demanda a criação de múltiplas práticas pedagógicas que funcionem adequadamente apesar dos diferentes contextos educacionais que se estendem por todo país. O desafio agora, portanto, é ser criativo para com o ensino de matemática, de modo a buscar estimular essas variáveis apesar de todas as dificuldades do sistema educacional vigente.

DECLARAÇÃO DE CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

MGF e CHG conceberam a ideia. MGF preparou os instrumentos, coletou os dados e realizou as análises sob a supervisão de CHG. Ambos participaram ativamente na construção do texto.

DECLARAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DOS DADOS

Os dados que apoiam este artigo encontram-se sob a guarda de MGF e podem ser disponibilizados sob solicitação de demais interessados pelo período de 5 anos.

REFERÊNCIAS

- Aiken, L. R. (1973). Ability and creativity in mathematics. *Review of Education Research*, 43(4), 405-432.
- Alencar, E. S. & Fleith, D. de S. (2003) Criatividade: Múltiplas Perspectivas. 3 ed. *Editora da Universidade de Brasília*.
- Amabile, T. M. (2012). Componential theory of creativity. *Working paper* 12-096. <http://www.hbs.edu/faculty/Publication%20Files/12-096.pdf> .
- Bahar A. & Marker, C. J. (2011) Exploring the relationship between mathematical creativity and mathematical achievement. *Asia-Pacific Journal of Gifted and Talented Education*, 3(1), 33-48.
- Beghetto, R. A. & Kaufman, J. C. (2007). Toward a broader conception of creativity: a case for “mini-c” creativity. *Psychology of Aesthetics, Creativity and the Arts*, 1(2), 73-79.

- Cresswell, J. W. (2010). *Projeto de Pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto*. Tradução Magda Lopes, Revisão Técnica Dirceu da Silva. Artmed.
- Csikszentmihalyi, M. (1999) Implications of a systems perspective for the study of creativity. In: Sternberg, R. J. (Eds.). *Handbook of creativity*. (p. 313-336). Cambridge University Press.
- Ervynck, G. (1991). Mathematical creativity. In: Tall, D. (Org.) *Advanced Mathematical Thinking*. Kluwer.
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics: and sex and drugs and rock'n'roll*. Sage.
- Fonseca, M. G. (2015). *Construção e validação de instrument de medida de criatividade no campo da matemática para estudantes concluintes da educação básica*. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Educação). Universidade de Brasília.
- Fonseca, M. G. (2019). *Aulas baseadas em técnicas de criatividade: efeitos na criatividade, motivação e desempenho em matemática com estudantes do ensino médio*. Tese de Doutorado (Doutorado em Educação). Universidade de Brasília.
- Fonseca, M. G. (2020). Testes de criatividade em matemática para estudantes concluintes da educação básica. In: Gontijo, C. H. & Fonseca, M. G. (Orgs.). *Criatividade em Matemática: lições da pesquisa*. CRV.
- Fonseca, M. G.; Gontijo, C. H.; Zanetti, M. D. T. & Carvalho, A. T. de. (2019). Improving mathematical motivation from mathematical creativity workshops. In: *Proceedings of International Conference on Mathematical Creativity and Giftedness*. WTM.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e Técnicas de pesquisa social*. Atlas.
- Gontijo, C. H. (2007). *Relações entre criatividade, criatividade em matemática e motivação em matemática de alunos do ensino médio*. Tese de Doutorado (Doutorado em Psicologia). Universidade de Brasília.
- Gontijo, C. H. (2020). Relações entre criatividade e motivação em matemática: a pesquisa e as implicações para a prática pedagógica. In: Gontijo, C. H. & Fonseca, M. G. (Orgs.) *Criatividade em Matemática: lições da pesquisa*. CRV.

- Grégoire, J. (2016). Understanding creativity in mathematics for improving mathematical education. *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 15(1), 24-36.
- Haylock, D. W. (1987). A framework for assessing mathematical creativity in school children. *Educational Studies in Mathematics*, 18(0), 59-74.
- IPM. (2018). *Indicador de Alfabetismo Funcional - INAF Brasil 2018: Resultados Preliminares*.
http://acaoeducativa.org.br/wpcontent/uploads/2018/08/Inaf2018_Relat%C3%B3rio-Resultados-Preliminares_v08Ago2018.pdf .
- Kanhai A. & Singh, B. (2017). Some environmental and attitudinal characteristics as predictors of mathematical creativity. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, United States*. 48(3), 327-337.
- Kattou, M.; Kontoyianni, K.; Pitta-Pantazi, D. & Christou, C. (2013). Connecting mathematical creativity to mathematical ability. *International Journal on Mathematics Education*, 45(2), 167-181.
- Krutetskii, V. A. (1976). *The psychology of mathematical abilities in schoolchildren*. The University of Chicago Press.
- Kwon, O. N.; Park, J. S. & Park, J. H. (2006). Cultivating divergent thinking in mathematics through an open-ended approach. *Asia Pacific Education Review*, 7(1), p. 51-61.
- Laycock, M. (1970). Creative mathematics at Nueva. *Arithmetic Teacher*, 17(0), 325-328.
- Lee, K. S.; Hwang, D. & Seo, J. J. (2003). A development of the test for mathematical creative problem solving ability. *Journal of the Korea Society of Mathematical Education*. Seoul, 7(3), 163-189.
- Leikin, R. (2009) Exploring mathematical creativity using multiple solution tasks. In: Leikin, R.; Berman, A. & Koichu, B. (Eds.). *Creativity in mathematics and the education of gifted students*. Sense.
- Leikin, R. & Pantazi, D. P. (2013). Creativity and mathematics education: The state of the art. *ZDM Mathematics Education*, 45(0), 159-166.
- Lev-Zamir, H & Leikin, R. (2013). Saying versus doing: teachers' conceptions of creativity in elementary mathematics teaching. *The International Journal on Mathematics Education*, 45(2), 295-308.

- Lipman, M. (2003). *Thinking in education*. Cambridge University Press.
- Livne, N. L. & Milgran, R. M. (2006). Academic versus creative abilities in mathematics: Two components of the same construct?. *Creativity Research Journal*, 18(2), 199-212.
- Livne, N. L. & Milgran, R. M. (2000). Assessing four levels of creative mathematical ability in Israeli adolescents utilising out-of-school activities: A circular three-stage technique. *Roeper Review*, 22(2), 111-116.
- Mann, E. L. (2005). *Mathematical creativity and school mathematics: Indicator of mathematical creativity in middle school students*. <http://www.gifted.uconn.edu/siegle/Dissertations/Eric%20Mann.pdf> .
- Nadjafikhaha, M. & Yaftian, N. (2013). The frontage of creativity and mathematical creativity. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 90(0), 344-350.
- OCDE. (2019). *Pisa 2018: Insights and Interpretations*. <https://www.oecd.org/pisa/PISA%202018%20Insights%20and%20Interpretations%20FINAL%20PDF.pdf> .
- Petrovici, C. & Havârneanu, G. (2015). An educational program of mathematical creativity. *Acta Didactica Napocensia*, 8(1), 13-20.
- Pinheiro, S. & Vale, I. (2013). Formulação de problemas e criatividade na aula de matemática. In: *Anais do XXIV Seminário de investigação em educação matemática (XXIV SIEM)*. Universidade do Minho.
- Schoenfeld, A. H. (2013). Reflections on problem solving theory and practice. *The Mathematics Enthusiast*, 10(1,2), 9-34.
- Sriraman, B. (2004). The characteristics of mathematical creativity. *The Mathematics Educator*, 14(1), 19-34.
- Sriraman, B. (2005). Are giftedness and creativity synonyms in mathematics? *The Journal of Secondary Gifted Education*, 17(1), 20-36.
- Sternberg, R. J. & Lubart, T. (1991). An investment theory of creativity and its development. *Human Development*, 34(1), 1-31.
- Valdés, E. A. (2010). El desarrollo de la creatividad en la educación matemática. In: *Anais do congresso iberoamericano de educação: Metas 2021 - Um congresso para que pensemos entre todos la educación que queremos*, Buenos Aires.

- Walia, P. (2012). Achievement in relation to mathematical creativity of eighth grade students. *Indian Streams Research Journal*, 2(2), 1-4.
- World Economic Forum. (2016). *The future of jobs: employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution*.
http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf .