

# A pessoa criativa em matemática: abordagens e implicações para o ensino-aprendizagem

Amaral Rodrigues Gomes<sup>1</sup>  
Matheus Delaine Teixeira Zanetti<sup>2</sup>

## INTRODUÇÃO

A criatividade tem sido abordada sob diferentes perspectivas ao longo da história. Em cada período, determinadas correntes de pensamento ocuparam posição de destaque em função da forma como abordaram a temática. Entre as perspectivas que ainda circulam nas produções acadêmicas, encontramos o trabalho de Rhodes em (1961), cuja contribuição ainda se mostra útil para o estudo da criatividade. Segundo Rhodes:

A palavra criatividade é um substantivo que nomeia o fenômeno no qual uma pessoa comunica um novo conceito (que é o produto). Atividade mental (ou processo mental) está implícita na definição, e é claro que ninguém poderia conceber uma pessoa vivendo ou operando no vácuo, então o termo ambiente também está implícito. A definição levanta questões sobre quão novo o conceito deve ser e para quem ele deve ser novo (Rhodes, 1961, p. 305).

Ao apresentar a sua concepção de criatividade, Rhodes (1961) colocou em destaque a necessidade de considerar alguns elementos presentes que interagem na produção de algo considerado criativo. Os elementos por ele destacados – a pessoa (*person*), o produto (*product*), o processo (*process*) e o ambiente (*press*) – ainda servem como pontos de partida para os estudos da área. Sua teoria sobre criatividade ficou conhecida como o modelo dos 4Ps.

Neste capítulo, seguindo o modelo de Rhodes (1961), vamos nos atentar ao estudo da pessoa criativa, mais especificamente no domínio da Matemática. Ressaltamos que a escolha de apenas um

<sup>1</sup> Doutorando e Mestre em Educação pela Universidade de Brasília (UnB), professor da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. E-mail: amarori@gmail.com

<sup>2</sup> Doutorando em Educação pela Universidade de Brasília (UnB), professor da Universidade do Distrito Federal (UnDF). E-mail: matheus.zanetti@undf.edu.br

dos elementos destacados pelo autor tem por finalidade apresentar uma imersão nos estudos que tratam da pessoa criativa, porém, não perdemos de vista que o fenômeno da criatividade só pode ser bem compreendido quando analisamos as interações entre as pessoas, os seus processos mentais e as influências do ambiente sociocultural na produção de algo considerado criativo (Alencar; Fleith, 2003; Bicer, *et al.*, 2023; Csikszentmihalyi, 1999; Gontijo, 2006; 2007; Pitta-Pantazi; Christou, 2018; Sak, 2017).

Quando falamos de pessoa criativa, retornamos aos primórdios das pesquisas em criatividade, quando prevalecia a concepção de que a criatividade estava intrinsecamente associada à personalidade dos considerados ‘gênios’: os inventores e cientistas associados às grandes ideias que transformaram o mundo e mudaram os cursos da história. Na matemática podemos citar Euclides, Bhaskara, Euler, Newton, Al-Khwarizmi, entre outros que notoriamente deixaram suas marcas. Esta concepção considera que a criatividade seria uma característica inata que estaria reservada a alguns indivíduos privilegiados (Lubart, 2007).

Contudo, os avanços nos estudos da área mostram que esse entendimento não é apropriado, pois, a criatividade é um fenômeno distribuído, uma vez que todas as pessoas têm potencial para desenvolver as suas habilidades criativas. Além disso, também ficou evidente que a criatividade transcende os domínios das produções artísticas e literárias, sendo um elemento essencial para o progresso da produção científica em todas as áreas da ação humana. Uma contribuição importante para a superação desses mitos, que restringem a criatividade, as pessoas ou áreas específicas foi elaborada por Kaufman e Beghetto (2009), conhecido como o Modelo dos 4C’s da Criatividade..

Os autores propõem que produtos e ideias criativas se manifestam em quatro níveis de impacto: Mini-C, Little-C, Pro-C e Big-C. No nível Mini-C, uma ideia pode ser criativa apenas para um indivíduo e por um período breve, enquanto no nível Big-C, ela gera um impacto significativo e duradouro em grande escala. As ideias apresentadas pelos “grandes” matemáticos estão dentro do que é entendido por “Big-C”, que são as ideias que trouxeram mudanças significativas no campo da matemática. É importante chamar a atenção para o fato de que todas as pessoas possuem potencial criativo, que podem explorar o mundo e construir seus caminhos de forma personalizada, e que, por meio do estímulo apropriado, podem transitar desde o Mini-C até os níveis superiores, conforme apresentem produtos ou ideias que gerem impacto em uma área do conhecimento (Kaufman; Beghetto, 2009).

Atualmente, prevalece uma concepção de que a criatividade não depende só de uma personalidade excepcional, mas resulta da interação entre pessoas, processos, produtos e ambientes estimuladores, para a emergência deste fenômeno, conforme apontado por Rhodes (1961) e por pesquisadores contemporâneos (Bicer *et al.*, 2023; Gontijo, 2006; 2007; Gomes; Gontijo, 2023; Vincent-Lancrin *et al.*, 2020). Tendo isso em vista, neste capítulo conceituamos o que entendemos

por criatividade em matemática, abordaremos temas importantes para a discussão que envolve a pessoa criativa. Inicialmente, discutimos o valor da criatividade na contemporaneidade. Então, abordaremos pesquisas que tratam de capacidades associadas a personalidades criativas no campo da matemática. Em seguida, discorreremos sobre as atividades em Matemática que podem favorecer o desenvolvimento do potencial criativo dos estudantes.

## O VALOR DA CRIATIVIDADE NA CONTEMPORANEIDADE

As pesquisas têm mostrado que é possível desenvolver o potencial criativo de todas as pessoas por meio de programas de ensino e de treinamento com técnicas próprias. Tal perspectiva chamou a atenção de entidades econômicas e educacionais. Um exemplo é a do *World Economic Forum (WEF)* que, periodicamente, realiza um levantamento para identificar as características que as empresas ao redor do mundo desejam encontrar em seus profissionais. A pesquisa tem recebido o título de “Relatório de empregos futuros” (*The future jobs report*), e constantemente, a criatividade está presente entre as habilidades requeridas aos trabalhadores. No último relatório produzido pelo Fórum Econômico Mundial (WEF, 2025), a Criatividade ocupou o 4º lugar nas habilidades mais desejadas em trabalhadores até o ano de 2030, atrás somente das habilidades para se trabalhar com a inteligência artificial (IA), *Big Data*, e Rodes e segurança cibernética, todas relacionadas à área tecnológica.

As transformações econômicas e do mercado têm demandado profissionais mais criativos. Uma das maneiras de suprir essa demanda, que tem sido realizada ao redor do mundo, é influenciar os sistemas de ensino em nível internacional a voltar a sua educação básica para uma formação direcionada às avaliações de larga escala. É com este objetivo (dentre outros), que a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) decidiu pela investigação do pensamento criativo de estudantes (Vincent-Lancrin *et al.*, 2020), em 2022, por meio do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA).

A realização do PISA é periódica, ocorre a cada três anos e contou com 79 países (37 membros da OCDE e 42 economias parceiras) em sua última edição. Essa avaliação tem como objetivo a produção de dados informativos sobre o desempenho dos estudantes em três áreas centrais: leitura (em língua materna), matemática e ciências, além de uma habilidade adicional relevante para o cotidiano, que varia a cada edição. A instituição planejou e aplicou o teste de pensamento criativo em quase todos os países participantes, inclusive o Brasil. A seguir, apresentamos um pouco dos seus resultados (OCDE, 2024).

O objetivo desta seção não é enfatizar o ranqueamento entre estudantes dos diversos países que participaram da avaliação, mas mostrar, a partir dos dados coletados pelo PISA e apresentados no volume III de seu relatório (OCDE, 2024), as observações sobre o potencial criativo, demonstrado

pelos estudantes. Uma última ressalva sobre os resultados apresentados é que eles se relacionam com a criatividade, em domínio geral, e não somente em matemática.

O primeiro ponto do relatório (OCDE, 2024) que destacamos se refere ao gênero da pessoa criativa. Segundo a avaliação realizada, constatou-se que “há uma forte diferença de gênero no desempenho do pensamento criativo: em nenhum país/economia os meninos superaram as meninas” (p. 103), com apenas alguns países onde a diferença não foi significativa. O interessante desse dado é que se voltarmos ao início das discussões de criatividade, nas quais os considerados ‘gênios’ eram as pessoas criativas (Lubart, 2007), vamos lembrar que essas posições de poder geralmente estavam associadas aos homens. É fácil criar uma imagem de um homem branco e, às vezes, com idade mais avançada (sábio), quando pensamos em pesquisa e ciência. Assim, espaços nos quais é necessário realizar o trabalho criativo não devem ser dominados por homens, visto que todos os gêneros possuem potencial para serem criativos.

Outra evidência se refere ao *status* socioeconômico dos estudantes que realizaram o teste. Aqueles que estão em posições socioeconômicas mais favorecidas, tiveram melhor desempenho no pensamento criativo, pontuando cerca de 9,5 pontos (onde a média dos países da OCDE foi de 33 pontos) a mais, em comparação aos alunos desfavorecidos. “Alunos de escolas favorecidas também tiveram um desempenho melhor do que os de escolas desfavorecidas” (OCDE, 2024, p. 101). Aqui, uma visão que pode explicar são os aspectos cognitivos relacionados à criatividade (Sternberg; Lubart, 1991), como conhecimento e habilidades de intelecto (Amabile, 1996), sendo a escola, a responsável por desenvolver esses aspectos. Como consequência, as nações mais ricas e famílias mais abastadas tendem a ter maior grau de escolaridade.

Para além de aspectos socioculturais investigados, o PISA também fez um estudo sobre crenças e atitudes dos alunos em relação ao pensamento criativo. Nos países componentes da OCDE, em torno de 8 a cada 10 estudantes acreditam que é possível ser criativo em quase qualquer assunto (como na matemática) e os alunos que têm essas crenças sobre criatividade tendem a pontuar cerca de 3 pontos a mais do que seus colegas na escala de pensamento criativo, em média (OCDE, 2024). Uma crença popular, muito apresentada na literatura, é que a criatividade tem forte conexão com a área de artes e não está associada a outros componentes curriculares dentro da escola.

Apesar da maioria dos estudantes que responderam à prova acreditarem que é possível ser criativo em vários domínios, nesse mesmo grupo, apenas metade acredita que sua criatividade é algo mutável, que poderiam se tornar mais criativos. “Os alunos que acreditam na mudança pontuaram cerca de 1 ponto a mais do que seus colegas” (OCDE, 2024, p. 157). De acordo com os resultados, o Brasil está entre os países onde uma grande parcela de estudantes acreditam nesse crescimento e isso é positivo. Contudo, esse salto só será possível se os professores também acreditarem que podem

ajudar a desenvolver o potencial criativo de seus alunos. Para isso, uma das maneiras é por meio das atividades apresentadas neste capítulo.

Algumas atitudes e características pessoais também foram objetos de investigação e correlacionadas com o desempenho criativo dos estudantes. Entre as apresentadas, temos: “a imaginação e a capacidade aventureira dos alunos, abertura ao intelecto, abertura à arte e à experiência e autoeficácia criativa” (OCDE, 2024, p. 163). “Várias características socioemocionais, como curiosidade, tomada de perspectiva e persistência também foram identificadas como distintivas de pensadores criativos” (OCDE, 2024, p. 170).

O ambiente escolar também afeta o desenvolvimento criativo dos estudantes. Quando olhamos para os alunos que relataram a valorização da criatividade pelos seus professores, que os incentivam a criar respostas originais e que dão a chance de expressar suas ideias na escola, observamos que eles tendem a “demonstrar proficiência em pensamento criativo um pouco mais forte do que seus colegas” (OCDE, 2024, p. 182). Na área de matemática, o trabalho com a valorização de respostas originais e personalizadas dos estudantes pode ser feito por meio de atividades que envolvam problemas que se configurem abertos, permitindo mais de uma solução (Fonseca; Gontijo, 2020).

As novas tecnologias da informação e comunicação são ferramentas que cada dia mais fazem parte das nossas escolas. “Usar ferramentas digitais para fins de aprendizagem por mais de uma hora por dia se relaciona apenas modestamente com o desempenho do pensamento criativo dos alunos” (OCDE, 2024, p. 182). Contudo, ao se passar a mesma quantidade de tempo em ferramentas digitais para fins recreativos tem efeito diferente: “quando gasto fora da escola, o impacto é positivo, mas é negativo quando dentro da escola” (OCDE, 2024, p. 182). Acreditamos que esse fato está ligado ao uso “engessado” das novas tecnologias em sala de aula, geralmente por meio de atividades planejadas de maneira rígida, com “passo a passo” a ser realizado. No que lhe concerne, em ambiente diverso à escola, o estudante está livre para explorar essas ferramentas exercitando sua criatividade. A recomendação é que, ao utilizar a tecnologia, seja dada a oportunidade de exploração ou criação dos estudantes sem esperar um resultado único e padronizado.

Em resumo, o documento da OCDE (2024, pp. 204-212) chega a algumas conclusões a partir desses e de outros resultados apresentados; são elas:

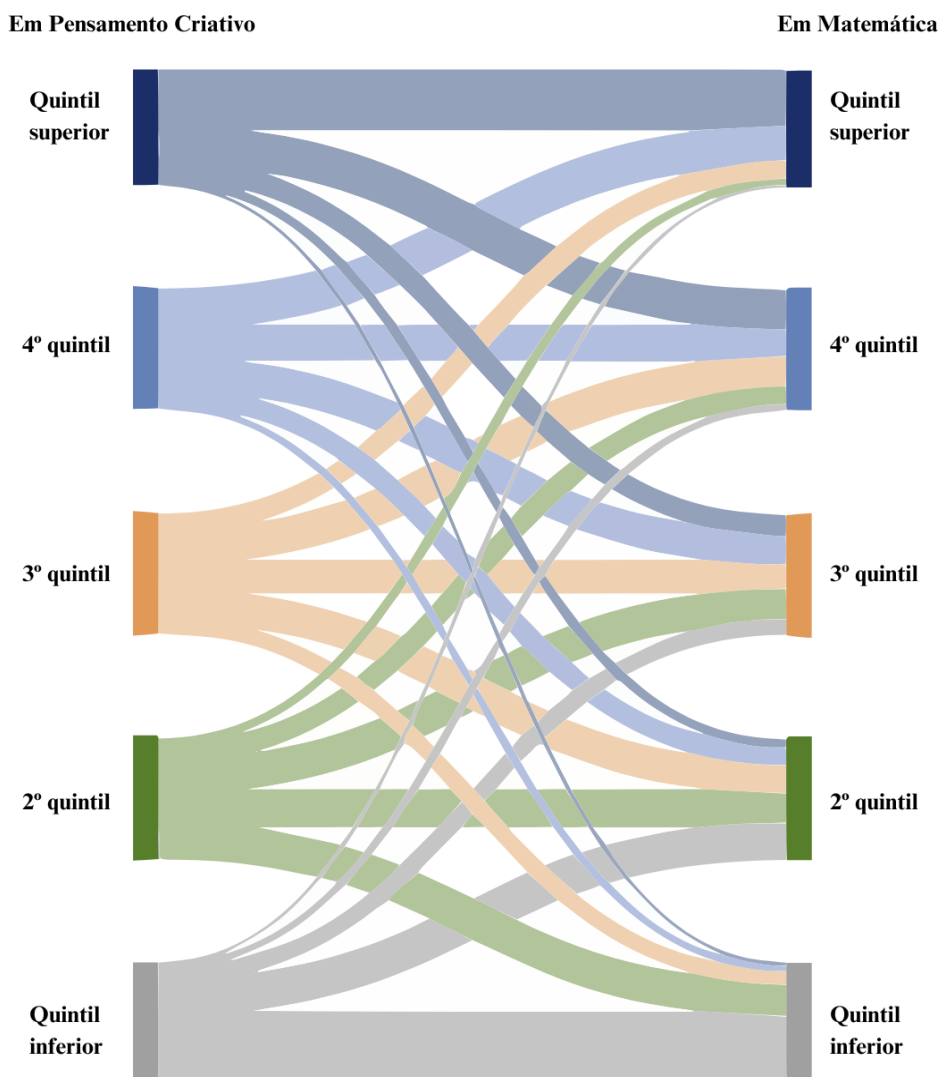
“O bom desempenho no teste de pensamento criativo e nos testes das disciplinas avaliadas mostra que existe uma relação entre os tipos de habilidades envolvidas e que elas são complementares”

“Existem disparidades de gênero significativas no pensamento criativo na maioria dos países e economias”

“As diferenças socioeconômicas que marcam o desempenho dos estudantes nos testes de conhecimentos persistem no teste de pensamento criativo”  
“O pensamento criativo requer alunos engajados”  
“O que os alunos acreditam sobre seu potencial criativo é importante”  
“As escolas e os professores podem fazer a diferença”

Embora os resultados apresentados se refiram à criatividade em domínio geral, também foi feita uma relação com o teste de conhecimento matemático. A Figura 2 mostra “a proporção de alunos (em relação à média da OCDE) dentro de cada quintil na área de matemática em comparação com a proporção de alunos que pontuam dentro de cada quintil na escala de pensamento criativa” (OCDE, 2024, p. 87):

**Figura 2** – Comparação entre desempenho no teste de pensamento criativo e no teste de matemática do PISA em 2022



Fonte: OCDE (2024, p. 87), com tradução dos autores.

O relatório da OCDE (2024) concluiu que os alunos que tiveram um desempenho no nível do quintil superior, ou inferior, em pensamento criativo, tendem a ter também um desempenho nos níveis superior, ou inferior, em matemática. No entanto, proporções semelhantes de alunos no terceiro quintil de pensamento criativo (mais de um quarto dos alunos, média da OCDE), pontuaram no segundo, terceiro e quarto quintis, respectivamente, em matemática. Além disso, cerca de 14% dos alunos (média da OCDE) estão dentro do terceiro quintil de matemática, pontuado no quintil superior de pensamento criativo. Isso implica que a habilidade em matemática não é um pré-requisito para a excelência no pensamento criativo de forma geral.

A investigação da criatividade como domínio específico não se deu nesse teste, mas devemos lembrar que, para se alcançar a criatividade, é preciso ter domínio sobre o tema. É nesse sentido que o desempenho em matemática poderia ser preditor também do desenvolvimento do potencial criativo no campo da matemática, que abordamos a seguir.

## ASPECTOS CONCEITUAIS DA CRIATIVIDADE EM MATEMÁTICA

A criatividade tem se tornado um tema importante no meio acadêmico e, portanto, necessário ser estudado pelos professores, de modo a identificar os estudantes criativos em sala de aula e, sobretudo, estimulá-los a desenvolverem essa habilidade. Todavia, conforme aponta o *National Council of Teachers of Mathematics* (2025), ela, de modo geral, é uma característica de difícil identificação e essa complexidade se acentua quando buscamos reconhecê-la em um campo específico, como a matemática.

Embora, os professores experientes se atentem às produções criativas dos seus alunos, tais manifestações tendem a surgir de forma espontânea, em vez de ocorrerem a partir de atividades sistematicamente planejadas com essa intencionalidade. Como resultado, esses momentos criativos, muitas vezes, surpreendem os docentes, que, por não estarem preparados para estimulá-los, acabam por não avançar com os estudantes na apresentação de ideias originais e diferentes para solucionar os problemas trabalhados em sala de aula.

Essa ideia é corroborada por Yuh-Chyn e Mei-Shiu (2015) quando asseveram que a criatividade em Matemática tem sido reconhecida como um aspecto fundamental para o sucesso de matemáticos. Contudo, esse elemento ainda se apresenta de forma limitada entre muitos educadores. Portanto, se apresentam necessárias as pesquisas em criatividade em matemática, uma vez que é uma habilidade indispensável nos processos de apropriação de conhecimentos dessa disciplina escolar. Assim, Saefudin, Wijaya e Dwiningrum (2023, p. 452, tradução nossa) asseguram que:

A criatividade matemática é uma das habilidades matemáticas mais importantes, que devem ser desenvolvidas pelos alunos, a fim de que eles tenham sucesso no futuro, portanto, todos os métodos para estudá-la devem ser implementados. Os pesquisadores devem

continuar a realizar seus estudos, empregando uma variedade de metodologias para que os resultados possam aprimorar as boas práticas no desenvolvimento da criatividade matemática na educação matemática.

Desta forma, compreende-se que os autores defendem a criatividade como uma habilidade para o sucesso dos estudantes e, para isso, os educadores devem utilizar, em sua prática de sala de aula, uma ampla gama de métodos com esse objetivo. Além disso, argumenta-se sobre a necessidade da continuidade das pesquisas sobre o tema, para que as descobertas acadêmicas possam ser aplicadas, com o objetivo de melhorar as práticas de ensino na área da matemática. Isso possibilita que os estudantes não aprendem somente os conteúdos, mas desenvolvam a capacidade de pensar de forma inovadora.

Destarte, diante da relevância dessa discussão, ressaltamos que há uma urgência pelo aprofundamento nos estudos sobre a criatividade na educação matemática, muito embora encontremos um crescente aumento no número de pesquisas neste campo, inclusive no Brasil. No que diz respeito às contribuições brasileiras, apontamos o conceito de criatividade em matemática proposto por Gontijo (2006, p. 4), que a considera como:

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

Deste fragmento, depreende-se que a criatividade está relacionada à capacidade de gerar ideias. Porém, para que essa habilidade floresça, faz-se necessário produzir muitas ideias acerca de como solucionar um determinado problema, o que caracteriza a fluência de pensamento. Além disso, não basta produzir muitas ideias, é preciso que o resolvidor do problema seja capaz de identificar e propor diferentes abordagens que atendam aos critérios do problema, o que caracteriza a flexibilidade de pensamento. Por fim, compreende-se que para ser criativa em Matemática, a pessoa deve apresentar soluções que fogem do convencional, quando comparadas às produções dos seus pares, no caso da escola, dos colegas de turma. Isso é o que caracteriza a originalidade de pensamento (Gontijo, 2007). Tal perspectiva, apresentada por Gontijo (2006), está em consonância com o conceito de *pensamento divergente* proposto por Guilford (1950), que é um elemento essencial para a manifestação da criatividade.

Portanto, de acordo com Gontijo (2007), para que uma pessoa possa expressar a criatividade em Matemática, faz-se necessário o domínio de conceitos e procedimentos matemáticos, a fim de que seja capaz de apresentar várias soluções para uma determinada situação-problema. Essas

soluções devem ser apropriadas e, de preferência, originais, registradas sob diferentes formas, que podem incluir textos, gráficos, uma sequência de ações, numericamente, ou ainda, via exposição oral, ou outras formas de expressão do pensamento. É imprescindível deixar claro que as respostas têm que fazer sentido, levando em consideração os conceitos, postulados, corolários, teoremas e as propriedades matemáticas. Ou seja, para que a resposta seja criativa, ela precisa estar correta e atender às demandas do problema.

Outrossim, para que seja desenvolvida a criatividade em Matemática, os professores necessitam adotar uma postura voltada a incentivar “os alunos a apresentar seus próprios problemas matemáticos, implementar diferentes caminhos de solução, criar modelos matemáticos por meio da conexão de várias ideias matemáticas e ampliar as tarefas matemáticas por meio de questionamentos adicionais” (Bicer, 2021, p. 271, tradução nossa). Em vista disso, caberia uma formação de professores que estimule a construção de práticas pedagógicas compartilhadas e que se utilize de diferentes recursos, pois,

[...] é possível que os professores integrem várias combinações das práticas instrucionais sugeridas nas tarefas matemáticas. Por exemplo, é possível implementar uma tarefa aberta que possa ser resolvida por meio de vários métodos, que possa ser ampliada para outras investigações e que enfatize a abstração matemática. A implementação de várias combinações significativas dessas práticas em sala de aula de matemática pode modificar a visão geral dos alunos sobre a matemática, passando de um campo de mera realização de cálculos, para a aplicação de um conjunto sistematizado de procedimentos e regras para um campo de reconhecimento de padrões por meio de desempenho lógico, agradável, estético e artístico (Bicer, 2021, p. 273, tradução nossa).

A integração de diversas práticas instrucionais nas tarefas de matemática, segundo Bicer (2021), pode enriquecer o aprendizado dos estudantes. Entre as práticas sugeridas, destacam-se a implementação de tarefas abertas, que possibilitam múltiplos métodos de resolução, a expansão para investigações mais aprofundadas e o foco na abstração matemática. A combinação dessas abordagens tem o potencial de transformar a percepção dos alunos em relação a esses conhecimentos, desmistificando a ideia de que se trata apenas de um conjunto de cálculos. Ao invés disso, a Matemática passa a ser vista como um campo fértil para o reconhecimento de padrões, utilizando procedimentos lógicos.

Corroborando com a ideia de diversas práticas nas tarefas de matemática, Gomes e Gontijo (2023) asseguram que a criatividade em Matemática pode ser potencializada com o uso das novas tecnologias, pois elas ampliam as possibilidades de aquisição de conhecimentos, permitindo contextualizá-los por meio da aplicação em várias áreas. Além disso, os pesquisadores introduzem elementos lúdicos e dinâmicos nos processos de ensino- aprendizagem.

Ao escolher a criatividade como objeto de estudo, não deixamos de observar que outras habilidades também devem ser estimuladas no contexto escolar. Nesse sentido, destacamos a necessidade

de estimular o pleno desenvolvimento dos estudantes, nas suas mais variadas dimensões. Uma perspectiva interessante a ser considerada foi proposta por Sternberg e Grigorenko (2003), ao se referirem ao desenvolvimento pleno da inteligência, dizendo que é necessário dominar três capacidades: *analítica, criativa e prática*. Os autores definem inteligência plena como:

o conjunto integrado das capacidades necessárias para o indivíduo obter sucesso na vida, independentemente de como o defina, em seu contexto sociocultural. As pessoas são plenamente inteligentes quando reconhecem suas forças e aproveitam-nas ao máximo, ao mesmo tempo em que reconhecem suas fraquezas e descobrem maneiras de corrigi-las ou de compensá-las. As pessoas plenamente inteligentes se adaptam a, modificam e selecionam ambientes por meio do emprego equilibrado das capacidades analíticas, criativas e práticas (Sternberg; Grigorenko, 2003, p. 17).

Nota-se que a inteligência não é um constructo que pode ser analisado sob apenas um aspecto, pois, trata-se um conjunto dinâmico de habilidades que se complementam. Desta forma, Sternberg e Grigorenko (2003) enfatizam que o desenvolvimento de uma visão integrada e equilibrada das capacidades é crucial para que o indivíduo não apenas se adapte ao ambiente, mas também o transforme e o selecione, de acordo com suas necessidades e objetivos.

Assim, a inteligência plena, conforme definida, é uma capacidade de usar as habilidades analíticas, criativas e práticas de maneira equilibrada. Essa integração permite que o indivíduo se conheça de forma mais profunda, compreendendo quais são as suas potencialidades e as suas fragilidades, para que, desta forma, possa se adaptar e modificar seu ambiente para alcançar o sucesso, apesar do contexto sociocultural. O êxito na vida depende da capacidade de desenvolver e aplicar essas diversas formas de inteligência.

## **PERFIL E CAPACIDADES DE INDIVÍDUOS CRIATIVOS NO CAMPO DA MATEMÁTICA**

A criatividade em Matemática, de acordo com Yuh-Chyn e Mei-Shiu (2015), ganhou maior reconhecimento no cenário contemporâneo, motivando novos pesquisadores a investigarem e descreverem características e comportamentos de pessoas criativas no campo da matemática, o que justifica nosso interesse de pesquisa neste capítulo. Segundo Gontijo (2007), a pessoa criativa apresenta três aspectos: o seu processo cognitivo, a sua personalidade, os seus valores e as suas motivações. Os processos cognitivos referem-se aos mecanismos psicológicos que abrangem o conhecimento, a compreensão, a percepção e a aprendizagem.

As características de uma personalidade criativa estão ligadas a aspectos como curiosidade, independência, uma autoimagem positiva, interesse por problemas complexos e disposição para assumir riscos. A motivação, por sua vez, pode ser entendida como o interesse, o prazer e a satisfação que alguém sente ao realizar uma tarefa. Além disso, é evidente que quando o indivíduo busca

informações relacionadas à sua área de interesse, ele poderá apresentar resultados mais significativos, o que contribui para o desenvolvimento de suas competências e habilidades (Gontijo, 2007).

Apesar da relevância de observar um conjunto de características que podem estar associadas a pessoas criativas em matemática, como o processo cognitivo, a personalidade, os valores e as motivações individuais (Gontijo, 2007), nem todos os pesquisadores levam esses elementos em consideração nos seus estudos, visto a complexidade que é examinar cada um deles em uma mesma investigação. Isso acaba refletindo nas descrições encontradas ao longo dos tempos sobre as características de pessoas criativas em matemática.

Uma das primeiras referências sobre o assunto refere-se a uma obra de Poincaré (1908). Motivado por compreender como os seus colegas cientistas inventam teorias matemáticas, esse pesquisador elaborou um extenso questionário, com o objetivo de conhecer os métodos de trabalho dos matemáticos, composto por 22 itens que investigavam o processo de criação em matemática e por oito itens que investigavam aspectos sobre o modo de vida dos matemáticos (Gontijo *et al.*, 2021). Conforme evidencia o fragmento seguinte, algumas características do processo de criação em matemática são levadas em consideração no questionário:

(1) Segundo suas lembranças, em que época e circunstâncias, você sentiu gosto pela matemática? O gosto pelas ciências matemáticas é hereditário em sua família? Entre os seus antepassados, ou entre outros membros de sua família (irmãos e irmãs, tios, primos etc.) há pessoas com dotes matemáticos especiais? O exemplo deles ou a influência pessoal tiveram algo a ver com a sua inclinação pela matemática? (2) Quais áreas da ciência matemática mais o atraíram? (3) Você é mais atraído pelo interesse na ciência matemática em si ou pelas aplicações dessa ciência aos fenômenos da natureza? (7) Qual é, a seu ver, a parte de acaso ou de inspiração nas descobertas matemáticas? Essa parte é tão grande quanto parece? (Hadamard, 2009, p. 159-160).

Hadamard (2009) aprofundou elementos apontados por Poincaré (1908), mas com foco nos processos criativos. Os itens descritos por Hadamard (2009) referem-se às lembranças e expectativas pessoais dos participantes, em relação à aprendizagem matemática. Esse autor abordou não a criatividade em matemática, mas a invenção ou intuição matemática. A observação dos processos matemáticos seguidos por profissionais da área levou à indicação de quatro fases que envolvem o processo criativo: a preparação, a incubação, a iluminação (ou *insight*) e a verificação.

Na fase de preparação, treina-se aquilo que se pretende criar, tendo em vista o entendimento da criatividade, alinhada à construção de novos conhecimentos, os quais se distanciam dos saberes populares. A fase de incubação demanda um momento de maturação dos conceitos aprendidos, que levam, posteriormente, à geração das ideias. O momento da iluminação revela a construção de ideias, que, em geral, estão diretamente atreladas a ideias outras, provenientes de experiências

anteriores ou diálogo coletivo. Na fase de verificação, é possível analisar a efetividade das ideias de forma crítica, considerando sua pertinência (Hadamard, 2009).

Outro pesquisador que se dedicou a estudar as características de pessoas criativas em matemática foi o estadunidense Carlton (1959), que apontou 21 comportamentos criativos a partir de uma pesquisa que realizou com 14 matemáticos, entre 1790 e 1940. No Quadro 1, apresentamos a categorização e as características dos comportamentos criativos de Carlton (1959):

**Quadro 1** – Categorização dos comportamentos criativos a partir da pesquisa de Carlton

Nº	Característica	Descrição
1	Sensibilidade estética	Apreciação da harmonia, unidades e analogias em soluções matemáticas e em demonstrações e também na apreciação da estrutura da Matemática.
2	Elaboração ou percepção de problemas	Capacidade de identificar problemas em dados ou situações que passam despercebidas pela curiosidade de outras crianças.
3	Desejo de aprimoramento	Interesse em melhorar a demonstração ou a estrutura de uma solução matemática.
4	Busca de conexões	Exploração das consequências de um problema, proposição ou conceito.
5	Independência	Estimulado por trabalhar sem a necessidade do professor ou de outros alunos.
6	Comunicação matemática	Satisfação em compartilhar conceitos matemáticos com pessoas de igual interesse.
7	Especular hipóteses	Desejo em explorar o que acontece ao modificar hipóteses de um problema.
8	Prazer em contribuir e acrescentar ao conhecimento	Gosto de criar novas soluções ou projeções com base no trabalho da turma.
9	Interesse por símbolos matemáticos	Satisfação em trabalhar com símbolos matemáticos.
10	Ressignificação de símbolos	Criação de novos significados para símbolos matemáticos apresentados pelo professor.
11	Produção de símbolos próprios	Desenvolvimento de notações matemáticas por conta própria.
12	Tendência à generalização	Capacidade de ampliar resultados particulares, identificando padrões e analogias.
13	Compreensão global	Habilidade para entender uma solução ou demonstração como um todo.
14	Intuição	Capacidade de antecipar resultados a partir de proposições.
15	Imaginação espacial	Visualização das formas e relações espaciais de como as coisas aparecem no espaço.
16	Imaginação relativa	Percepção das relações e caminhos possíveis entre os objetos.
17	Tendência para especular	Para apresentar resultados e aplicações inesperado por resultados obtidos pela turma
18	Convicção na solução	Crença de que todo problema tem uma solução.
19	Persistência	Dedicação ao trabalho com problemas difíceis ou demonstrações.
20	Tédio com repetição	Falta de interesse em exercícios repetitivos ou de domínio já adquirido.
21	Agilidade em realizar operações	Habilidade para realizar operações no menor tempo possível.

**Fonte:** Elaboração e adaptação dos autores com base em Carlton (1959).

Ao analisar o quadro, não é possível definir um único fator que determina a presença ou ausência da criatividade nos indivíduos. Contudo, as mentes criativas em matemática demonstram intuição geométrica, o que as torna capazes de “ver no espaço” e “têm a faculdade de ver o fim de longe”, enquanto os lógicos trabalham a partir de definições estritas, raciocinam por analogia e trabalham passo a passo por meio de “um grande número de operações elementares” (Carlton, 1959, p 234-236).

Balka (1974) apresentou seis critérios que considerou importantes para medir a capacidade criativa em Matemática. O instrumento foi desenvolvido com base nas respostas à sua Pesquisa de Habilidade Criativa em Matemática, que contou com a participação de três grupos de professores: 75 matemáticos, 88 educadores matemáticos de universidades e 82 professores de matemática do Ensino Médio. Dentre os 25 critérios da pesquisa, apenas aqueles que receberam, no mínimo, 80% de concordância de pelo menos um dos grupos foram considerados para a elaboração do teste, o qual resultou em seis habilidades, conforme descritas na Tabela 1.

**Tabela 1** – Critérios para medir a capacidade criativa em matemática

1. A capacidade de formular hipóteses matemáticas relativas à causa e ao efeito numa situação matemática (divergente).
2. A capacidade de determinar padrões em situações matemáticas (convergente).
3. A capacidade de romper com mentalidades estabelecidas para obter soluções numa situação matemática (convergente).
4. A capacidade de considerar e avaliar ideias matemáticas invulgares, de refletir sobre as suas consequências numa situação matemática (divergente).
5. A capacidade de sentir o que falta numa dada situação matemática e de fazer perguntas que permitam preencher a informação matemática em falta (divergente).
6. A capacidade de dividir problemas matemáticos gerais em subproblemas específicos (divergente).

**Fonte:** Adaptada pelos autores com base em Balka (1974, p. 634).

Mann (2005) apresentou uma comparação entre as características apontadas por Carlton e aquelas apontadas por Balka, e identificou similaridades entre algumas delas. A Tabela 2 evidencia esse cenário.

**Tabela 2** – Uma comparação de critérios de criatividade matemática

<b>Critérios de Balka (1974)</b>	<b>Características do pensador potencialmente criativo em matemática de Carlton (1959)</b>
1. A capacidade de formular hipóteses matemáticas relativas à causa e ao efeito numa situação matemática (divergente).	1. A especulação ou suposição sobre o que aconteceria se uma ou mais hipóteses de um problema fossem alteradas (7).
2. A capacidade de determinar padrões em situações matemáticas (convergente).	2. A tendência de generalizar resultados particulares, seja encontrando um fio condutor comum de indução ou vendo padrões similares por analogia (12). Um desejo de melhorar uma prova ou a estrutura de uma solução (3)
3. A capacidade de romper com mentalidades estabelecidas para obter soluções numa situação matemática (convergente).	3. Prazer derivado de acrescentar ao conhecimento da classe, produzindo outra solução ou outra prova além daquelas que a classe considerou (9).

4. A capacidade de considerar e avaliar ideias matemáticas invulgares, de refletir sobre as suas consequências numa situação matemática (divergente).	4. Uma busca por consequências de conexões entre um problema, proposição ou conceito e o que se seguiria dele (4).
5. A capacidade de sentir o que falta numa dada situação matemática e de fazer perguntas que permitam preencher a informação matemática em falta (divergente).	5. Intuição sobre como as coisas devem resultar (14)
6. A capacidade de dividir problemas matemáticos gerais em subproblemas específicos (divergente).	6. A criação ou visualização de problemas em dados ou em situações que não despertam nenhuma curiosidade particular em outras crianças (2).

**Fonte:** Mann (2005, p. 23).

Depois de 65 anos da publicação do trabalho de Carlton (1959), Yuh-Chyn e Mei-Shiu (2015, p. 40) retomaram as características descritas inicialmente, desenvolveram uma pesquisa empírica por entender que “os 21 comportamentos criativos precisam ser validados empiricamente com base nas respostas dos alunos e ser reduzidos em quantidade para facilitar o desenvolvimento da pedagogia operacional para a educação matemática”. A pesquisa com os estudantes concluiu que são cinco os comportamentos criativos-chave em matemática que uma pessoa criativa apresenta:

**Invenção de representação:** Alunos criativos acrescentam novos significados para símbolos existentes ou produzem diretamente novos símbolos em matemática, mostrando um estilo não-conformista.

**Associação de componentes:** Alunos criativos produzem respostas ao vincular componentes em problemas. A associação de componentes parece capturar a essência da matemática em beleza e elegância.

**Melhoria de resultados:** Alunos criativos descobrem qual é realmente o problema e quais são suas melhores soluções/aplicações. A melhoria de resultados parece capturar a essência do tempo e da experiência nas práticas matemáticas.

**Curiosidade alternativa:** Os alunos criativos gostam de reconhecer, aplicar e adivinhar, indo além das condições matemáticas atuais. Afetos positivos parecem fazer parte do processo intuitivo e criativo.

**Imaginação espacial:** Alunos criativos vão além do presente, das coisas estáticas e aparentemente irrelevantes de 1 ou 2 dimensões e conseguem formar, operar e rotacionar imagens tridimensionais em um todo significativo (Yuh-Chyn; Mei-Shiu, 2015, p. 45 grifos nossos).

Assim, as pesquisadoras nos mostram que, na criatividade matemática, diferentes comportamentos foram observados em alunos com pensamento inovador e não convencional. A invenção de representação permite a esses alunos conferir novos significados a símbolos já existentes, ou criar novos símbolos, e romper com tradições de representação; enquanto a associação de componentes demonstra a capacidade de estabelecer conexões entre diferentes componentes e elaborar soluções que têm a beleza e a elegância da matemática; e, finalmente, a melhora em resultados propõe a aptidão de identificar a essência do problema e adequar as soluções, no processo posterior ao resultado, a partir da experiência e da crítica reflexiva

Em complemento a esse conjunto, uma outra curiosidade revela que esses mesmos estudantes não se limitam apenas aos condicionantes, mas estendem-se e aplicam, ou até mesmo antecipam,

novas abordagens, elegendo as características afetivas ao trabalho intuitivo de criação. Para finalizá-los, a imaginação espacial fornece uma via de escape, para além de representações bidimensionais, a fim de formar, e manipular imagens tridimensionais com o objetivo de construir uma compreensão mais global e bela do problema. Esses comportamentos, em conjunto, simbolizam uma abordagem também abrangente e dinâmica da criatividade matemática. Isso porque a inovação se encontra organizada de forma conjunta e sistemática, com a análise crítica e a exploração intuitiva, para garantir soluções adequadas e originais.

Em outro trabalho relativamente recente, Kattou e Pitta-Pantazi (2016) desenvolveram um estudo com 476 estudantes com idades entre 9 e 12 anos, que responderam a testes relacionados à criatividade matemática e à personalidade, com o objetivo de efeitos cognitivos da criatividade nas práticas sociais dos indivíduos. Os resultados evidenciaram a relação estreita entre a personalidade e a criatividade matemática e indicaram que, para que haja determinado domínio dos conhecimentos matemáticos, é necessária a combinação de ambos (criatividade e matemática) para o desenvolvimento de um *potencial criativo*. Cabe a combinação dos fatores: i) *a fluência*, relacionada à formação das ideias; ii) *a flexibilidade*, que indica a produção e a manipulação das ideias; e iii) *a originalidade*, que explora a aplicabilidade matemática, por meio das variações de seus domínios (Kattou; Pitta-Pantazi, 2016).

Em igual medida, as pessoas criativas em matemática, em geral, apresentam um bom domínio dessa disciplina, sobretudo em relação à resolução e elaboração de problemas, alcançando um nível satisfatório na combinação entre os conhecimentos já constituídos e as novas ideias. Além disso, essas pessoas apresentam traços de personalidade relacionados à curiosidade, perseverança, independência e capacidade para superar obstáculos, fatores que facilitam o progresso do aprendizado. Contudo, ainda são escassos os trabalhos interessados nessas características, de forma mais detida, bem como, a busca por estratégias que possam aumentar a criatividade matemática dos estudantes Kattou; Pitta-Pantazi, (2016).

Outro aspecto importante a ser considerado é o que Chamberlin, Payne e Kozlowski (2022) afirmam, que o afeto matemático e a matemática estão intimamente associados à criatividade matemática. Sendo que o afeto matemático abrange uma gama de sentimentos, emoções, disposições, atitudes e crenças que emergem durante a cognição matemática. Esse conjunto afetivo exerce uma influência significativa sobre o processo criativo e a produção em matemática. Portanto, para os autores, reconhecer estados afetivos específicos como curiosidade, intuição, investimento emocional e imparcialidade é essencial, pois podem fomentar a criatividade matemática.

Nesse sentido, quando os estudantes estão emocionalmente engajados e envolvidos nas atividades matemáticas, eles demonstram maior persistência e tendem a desenvolver soluções mais criativas para os problemas. Desse modo, a conexão entre afeto matemático e matemática reside na

habilidade do afeto de impactar positivamente a criatividade e a eficácia na resolução de problemas matemáticos. Assim, por meio da motivação intrínseca, a consideração dos aspectos emocionais no ensino da matemática pode ser um fator crucial para potencializar o desempenho e a criatividade dos estudantes.

Por conseguinte, ao dialogarmos acerca do perfil e das características de pessoas criativas, especialmente no domínio da matemática, apresentamos no tópico seguinte, exemplos de atividades que os professores podem utilizar em sala de aula. Essas atividades objetivam se tornar referências para estimular as pessoas a desenvolverem a criatividade em matemática no âmbito escolar.

## **ATIVIDADES EM MATEMÁTICA QUE PODEM DESENVOLVER A PESSOA CRIATIVA**

A fim de estimular o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico criativo em matemática, Fonseca e Gontijo (2020) apresentam uma série de atividades que podem auxiliar tanto aos estudantes, em uma perspectiva autoinstrucional, quanto aos professores, para trabalhar com um conjunto de estudantes em sala de aula. Considerando que os autores ampliaram a noção de criatividade em matemática (Gontijo, 2007) para pensamento crítico e criativo em Matemática, recorremos a eles para compreender esse novo conceito. O pensamento crítico e criativo em matemática se caracteriza pela:

A ação coordenada de geração de múltiplas e diferente 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) (Fonseca; Gontijo, 2020, p. 11).

Desta forma, Fonseca e Gontijo (2020) ressaltam que a criatividade em Matemática vai além de simplesmente *ter várias ideias diferentes para resolver um problema*. Ela está profundamente ligada ao pensamento crítico, pois, não basta somente gerar ideias inovadoras, é essencial analisá-las, avaliá-las e escolher aquelas que realmente fazem sentido. Para isso, duas habilidades se tornam fundamentais: a fluência e a flexibilidade de pensamento, além da capacidade de tomar decisões assertivas. Fica evidente que criatividade e o pensamento crítico não são conceitos opostos, sim, se encontram aliados na construção de soluções matemáticas eficazes e bem fundamentadas. Para tanto, para que se desenvolva uma análise crítica no momento da criação, Fonseca e Gontijo (2020, p. 12) sugerem que as pessoas façam alguns questionamentos a fim de aprimorar e desenvolver as suas ideias:

- 1) Como descobrir esta solução?
- 2) Por que acredito que esta solução está correta?
- 3) É possível replicar esta solução em outros casos?

- 4) Esta é a única forma de solucionar este problema?
- 5) Existem outras respostas?
- 6) Há algum padrão e/ou curiosidade nesta(s) resposta(s)?
- 7) É possível propor uma resposta totalmente diferente das que já foram apresentadas?
- 8) É possível gerar uma resposta incomum?
- 9) Qual a resposta é a melhor e por quê?

Seguindo esse modelo de indagações apontadas por Fonseca e Gontijo (2020), é possível que a pessoa desenvolva a habilidade de pensamento crítico e criativo em Matemática, com a finalidade de apresentar soluções diferentes das convencionais que são encontradas nas produções dos colegas da turma, o que fará com que suas respostas atendam ao aspecto da originalidade de pensamento.

Destarte, para estimular a criatividade na matemática, é possível adotar uma variedade de estratégias que organizam o raciocínio e as ações para a resolução de problemas. Essa abordagem é fundamental em três etapas essenciais: compreender os problemas, gerar soluções e planejar as ações possíveis. Cada uma delas valoriza a habilidade criativa, o pensamento aberto e a autonomia na construção das soluções (Fonseca; Gontijo, 2020).

Ao se deparar com desafios que ativam a aplicação de ideias diversas, é comum sentir uma certa estranheza, especialmente quando estamos acostumados com problemas bem definidos, como os encontrados em livros didáticos. Essa sensação pode ser superada por meio do abandono de preconceitos e entendendo que a aparente falta de dados completos não impede a análise do contexto e a reflexão sobre a situação para entender os problemas de maneira eficaz. Para isso, é fundamental considerar os elementos que incentivam a criatividade e a análise crítica, empreendendo uma abordagem mais ampla e inovadora.

Chamberlin, Payne e Kozlowski (2022), após se basearem em discussões com os principais estudiosos da educação matemática, criatividade e afeto matemático, apresentaram cinco maneiras de interações complementares que estimulam o processo criativo a partir de resultados empíricos nos casos possíveis, que eles denominam de “as cinco pernas da criatividade” (*The five legs of creativity*): 1. Iconoclastia, 2. Imparcialidade, 3. Investimento, 4. Intuição e 5. Curiosidade.

**Quadro 2** - As cinco pernas da criatividade

Pernas da criatividade	Característica
<b>Iconoclastia</b> ( <i>Iconoclasm</i> )	É a disposição de desafiar práticas aceitas e buscar métodos alternativos para resolver problemas. Isso requer coragem para criar processos inovadores e produtos mais eficientes.
<b>Imparcialidade</b> ( <i>Impartiality</i> )	É a capacidade de não aceitar uma solução sem questionar. Significa ausência de viés e coragem para enfrentar pressões externas que promovem uma solução específica.

<b>Investimento (<i>Investment</i>)</b>	Trata-se do compromisso emocional de encontrar uma solução, motivado pelo desejo de adquirir conhecimento ou prazer pessoal. Assim como um investimento financeiro, exige dedicação e é impulsionado por uma motivação intrínseca baseada em valor.
<b>Intuição (<i>Intuition</i>)</b>	Refere-se a um estado mental inconsciente que, às vezes, é mais eficaz do que a lógica na resolução de problemas matemáticos. A intuição pode aumentar a persistência e ignorar feedbacks que desviem o solucionador de problemas de sua busca por uma solução criativa.
<b>Curiosidade (<i>Inquisitiveness</i>)</b>	Refere-se ao nível de interesse e engajamento de uma pessoa. Altos níveis de curiosidade podem levar a melhorias em fluência, flexibilidade, originalidade e elaboração. Também pode facilitar a formulação de problemas e promover a criatividade matemática.

Fonte: Chamberlin, Payne e Kozlowski (2022) adaptado pelos autores

### Exemplos de atividades que podem estimular a pessoa ser criativa em Matemática

Fonseca e Gontijo (2020) apresentam exemplos de atividades que desenvolvem a criatividade em Matemática a partir de três categorias: resolução de problemas (abertos); elaboração de problemas e a redefinição de problemas. Neste contexto, a resolução de problemas matemáticos abertos pode favorecer o desenvolvimento da pessoa criativa, uma vez que, diferentemente dos problemas fechados, eles possibilitam caminhos variados. Portanto, esses tipos de atividades contribuem com a fluência, a flexibilidade e a originalidade de pensamento, sendo considerado o contexto em que o estudante está inserido.

A partir dessa esteira, apresentamos um quadro com dois exemplos de problemas abertos que podem ser aprimorados e desenvolvidos pelos professores para estimular o desenvolvimento da pessoa criativa em Matemática na sala de aula.

Quadro 3 – Resolução de problema abertos

Exemplo I		
Problema	Possíveis respostas	Sugestões
O valor do aluguel de Marcos sofreu um reajuste de 6%. O que ele pode fazer para equilibrar suas despesas e manter o pagamento do aluguel no novo valor?	(a) Realizar algum trabalho extra; (b) Solicitar um aumento salarial onde trabalha; (c) Reduzir o valor destinado ao lazer, ao vestuário, à aquisição de alimentos; (d) Verificar a viabilidade da troca do principal meio de transporte: automóvel, transporte coletivo, bicicleta; (e) Etc.	Se você quiser inserir dados numéricos no problema, verá que é possível alcançar um resultado mais objetivo a partir das estratégias citadas—e que permitem múltiplas respostas.
Exemplo II		
Problema	Possíveis respostas	Sugestões
Marcos possui uma renda de R\$ 3.200,00. E deseja adquirir um smartphone que custa R\$ 2.200,00. Como sugere que realize essa compra?	Aqui podem surgir várias possibilidades de respostas a depender dos dados e variáveis adotados.	(pense sobre isso, avaliando o máximo de variáveis que puder, como as despesas que as pessoas costumam ter, as possibilidades de crédito, de parcelamento etc.).

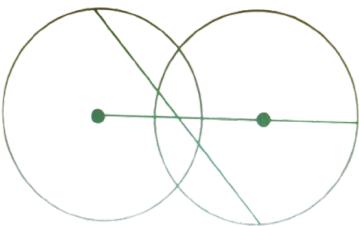
Fonte: Adaptado pelos autores de Fonseca e Gontijo (2020).

Nota-se que Fonseca e Gontijo (2020), apresentaram dois problemas abertos, focado na vida cotidiana dos estudantes e isso pode potencializar a construção de conhecimentos em sala de aula.

Segundo Oliveira, Araújo e Veit (2020), resolver problemas abertos não só favorece a pessoa na construção de novos conhecimentos, mas também estimula o desenvolvimento de uma série de habilidades, sejam elas cognitivas, metacognitivas ou procedimentais. Diferentes dos desafios típicos do ensino tradicional, esses problemas se aproximam mais da realidade do dia a dia, do meio acadêmico e do ambiente profissional. Portanto, deveriam ser mais valorizados nas práticas de ensino.

Na segunda categoria, *elaboração de problemas*, Fonseca e Gontijo (2020) asseguram que essa é uma atividade mais complexa e exige a leitura e a interpretação de variados textos, para que se consiga elaborar o problema. Todavia, a pessoa que desenvolve essa habilidade adquire um desenvolvimento e um olhar diferenciado em relação à matemática. No Quadro 3, apresentamos dois exemplos de elaboração de problemas, pensados e desenvolvidos pelos autores.

Quadro 4 – Elaboração de problemas

Exemplo I	
Elaboração de Problema	Orientações/Sugestões
<p>Que perguntas, ou melhor, que problemas podem ser elaborados a partir da figura dada a seguir</p> 	<p>Considere as formas, os traços, o perímetro, a área. Podem elaborar problemas ligados ao contexto matemático, mas também ao contexto real.</p> <p>Se você quiser inserir dados numéricos no problema, verá ser possível alcançar um resultado mais objetivo a partir das estratégias citadas –, e permitem múltiplas respostas.</p>
Exemplo II	
Elaboração de problema	Orientações/Sugestões
<p>Um condomínio é composto por 3 torres. Cada torre possui 15 andares, cada um com 4 apartamentos.</p>	<p>Elabore problemas a partir deste contexto. (pense sobre isso, considerando tanto as informações diretamente mencionadas como também as que podem surgir como consequência, por exemplo, o número de vagas necessárias de estacionamento.</p>

Fonte: Adaptado pelos autores de Fonseca e Gontijo (2020).

Nesse sentido, percebe-se que a elaboração de problemas matemáticos exige a leitura e a interpretação de diversas fontes de informação, como imagens, tabelas, gráficos e textos para, a partir daí, formular perguntas matemáticas. Assim, ao fazer isso, o estudante compreende a utilidade da matemática e percebe que ela serve não somente para cumprir atividades escolares, mas também para interpretar o mundo em que estamos inseridos (Fonseca; Gontijo, 2020).

A terceira categoria é a *redefinição de problema* que, para Fonseca e Gontijo (2020), é uma estratégia que estimula a pessoa criativa a modificar e reelaborar um dado problema pronto. Para isso, a pessoa pode se deparar com várias possibilidades e enxergar novos caminhos. No Quadro 4 são apresentados dois exemplos de atividades que estimulam o indivíduo a ser criativo em matemática.

**Quadro 5** – Redefinição de problemas

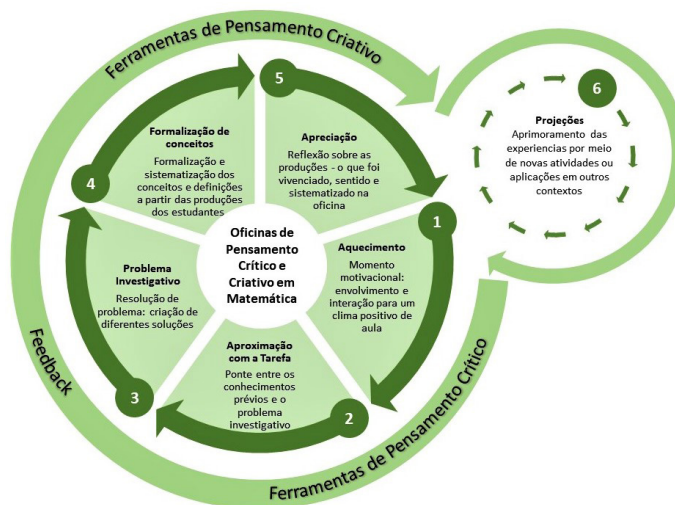
Exemplo I	
Redefinição de problema	Orientações/Sugestões
Que subconjuntos podem ser criados a partir do conjunto A: {0,1,2,3,4,5,6,7,8,9}?	Estabeleça os diferentes conjuntos a partir de regras objetivas). Se você quiser inserir dados numéricos no problema, verá ser possível alcançar um resultado mais objetivo a partir das estratégias citadas, e permitem múltiplas respostas.
Exemplo II	
Redefinição de problema	Orientações/ Sugestões
Descreva similaridades entre uma circunferência e (a): (a) um triângulo; (b) um quadrado; (c) um hexágono; (d) uma pirâmide; (e) uma esfera.	Pense sobre isso, considerando as características de cada figura. Elabore uma lista sobre cada uma.

Fonte: Adaptado pelos autores de Fonseca e Gontijo (2020).

Os exemplos exigem que a pessoa pense de forma criativa e organize ou classifique os objetos, as formas geométricas, os números, a partir do problema e, assim, apresente um pensamento divergente, baseado em suas experiências com o meio e os outros seres sociais. O texto de Fonseca e Gontijo (2020) é somente um exemplo dos que trazem maneiras de aprimorar o pensamento criativo dos estudantes. Com isso, podemos concluir que essa habilidade não é um dom de alguns privilegiados, mas uma capacidade que pode ser desenvolvida.

As estratégias e atividades que visam desenvolver o potencial criativo dos estudantes não precisam ser apresentadas de maneira isolada e, para se pensar em sequências didáticas mais bem estruturadas, Gontijo (2023) apresenta um modelo de oficinas de criatividade. Esse modelo se estrutura em seis etapas: Aquecimento, Aproximação com a Tarefa, Problema Investigativo, Formalização de Conceitos e Definições, Retrospectiva e Projeções Futuras, como podemos observar na figura a seguir.

**Figura 1** - Modelo de oficina de criatividade em matemática



Fonte: Gontijo (2023)

A proposta, apesar de recente, já foi contemplada publicações de artigos, dissertações e teses que a utilizaram como instrumento de auxílio em pesquisas em criatividade. Costa, Silva e Gontijo (2021) trazem uma pesquisa realizada estudantes do quarto ano do ensino fundamental I, com a elaboração e aplicação de oito oficinas de criatividade. O objetivo era trabalhar conteúdos, como as quatro operações básicas, estimativas, cálculos, tratamento da informação e geometria plana, de uma forma lúdica e criativa.

Voltando a atenção para os anos finais do ensino fundamental, a tese de Leal (2023) aborda oficinas no campo da geometria, realizadas em uma disciplina da graduação, nos temas: sólidos e poliedros, área e perímetro, polígonos, movimentos no plano, entre outros. Na dissertação de Silva (2023) foi abordado o teorema de Pitágoras com uma proposta de oficina de criatividade para o nono ano.

Avançando para o ensino médio, a tese de Fonseca (2019) apresentou uma intervenção com oito oficinas voltadas para o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo em matemática. Os temas abordados retomaram conteúdos anteriores à etapa (operações aritméticas, equações, revisão de geometria) e ainda evoluíram para o trabalho com princípio da contagem e na área de geometria. Já em Zanetti (2022), podemos encontrar a temática matemática financeira em uma pesquisa com uma turma eletiva do Novo Ensino Médio na qual foi produzido e aplicado o “jogo dos investimentos”, que auxilia no ensino de conteúdos como juros simples e compostos.

A Base Nacional Comum (Brasil, 2018) já tem como objetivo trabalhar com competências associadas à criatividade em sala de aula e, mesmo não conseguindo esgotar todas as opções que já temos para o ensino criativo neste domínio, as atividades apresentadas neste estudo podem dar suporte para o desenvolvimento dessas competências nos estudantes.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As considerações feitas por Rhodes (1961) são pertinentes e a integração entre os 4 P's pode ser corroborada pelos resultados do PISA de 2022 (OCDE, 2024). Esses dados mostram que a produção criativa não está associada apenas a fatores individuais como características de personalidade, cognitivas e relacionadas à motivação (Gontijo, 2007; Sternberg e Lubart, 1991, Amabile 1996), mas também é fortemente influenciada pelo ambiente (Alencar; Fleith, 2003; Csikszentmihalyi, 1999; Gontijo, 2006; 2007). Exemplos claros são as relações de gênero, classe social e atitudes dos professores em sala de aula com seus estudantes.

A partir do que foi discutido anteriormente, notamos que a criatividade é um fenômeno multifacetado e pode estar presente em todos e em cada um, em menor ou maior impacto (Kaufman; Beghetto, 2009). Cientes disso, vale ressaltar que as pesquisas não devem focar apenas em produtos criativos feitos por estudantes, com intenção de ranquear e dizer quem é ou não é criativo. Os

dados produzidos pela OCDE, por meio da prova do PISA (OCDE, 2024), devem ser analisados seguindo esta visão. E ressaltamos, ainda, e ressaltamos a importância de fugir das ideias que tratam da criatividade como uma característica inata a alguns indivíduos. Mesmo os estudantes que apresentem baixo desempenho em um teste, em determinado momento, podem se tornar indivíduos criativos no futuro.

Os estudos de Carlton (1959) e Balka (1974), aprofundados por Mann (2005) e Yuh-Chyn e Mei-Shiu (2015), trouxeram um rol de características de personalidade associadas à criatividade em matemática e, por isso, é muito provável que a maioria dos estudantes apresente alguma delas (pelo menos uma). Deve-se incentivar e valorizar que o professor identifique esses traços em seus estudantes nas aulas de matemática, possibilitando a proposição de atividades que colaborem para um trabalho pedagógico voltado ao desenvolvimento dos potenciais criativos.

É preciso que haja uma diversificação e busca de novas metodologias, sobretudo no ensino de matemática. Não raro, percebe-se uma grande defasagem nessa área, fator que poderia ser diminuído com a adoção de novas práticas pedagógicas. Em especial, para o desenvolvimento da criatividade em matemática, propomos o trabalho com três principais estratégias: resolução de problemas abertos, elaboração de problemas e redefinição de problemas (Gontijo 2007, Fonseca e Gontijo, 2020, 2023). Esperamos que este capítulo sirva como ponto de partida para inspirar a atuação dos professores de Matemática que desejam desenvolver o potencial criativo de seus estudantes.

## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, E. S.; FLEITH, D. de S. **Criatividade: múltiplas perspectivas**. 3. ed. Brasília, DF–DF: Editora da Universidade de Brasília, 2003.
- AMABILE, T. M. **Creativity in context**. Boulder, CO: Westview Press, 1996.
- BALKA, D. S. Creative ability in mathematics. **Arithmetic Teacher**, 21, p. 633-363. 1974.
- BICER, A. A systematic literature review: Discipline-specific and general instructional practices fostering the Mathematical Creativity of students. **International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)**, v. 9, n. 2, p. 252-281, 2021.
- BICER, A. *et al.* Mathematical connection is at the heart of Mathematical Creativity. **Creativity Theories – Research – Applications**, v. 10, n. 1, p. 17-40, 2023.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasil, 2018.
- CARLTON, L. V. **An analysis of the educational concepts of fourteen notable mathematicians, p. 1790-1940, in the areas of mental growth and development, creative thought, and symbolism and meaning**. Thesis (Ph. D.) — Northwestern University, IL, 1959.
- CHAMBERLIN, S.A; PAYNE, A; KOZLOWSITY, J. The Legs of Creativity. In: CHAMBERLIN, S.A. **On the Road to Mathematical Expertise and Innovation**. Proceedings of the 12th Interna-

tional Conference on Mathematical Creativity and Giftedness (MCG 12). Las Vegas. United States of America, 2022, p. 116 -121

COSTA, Ildenice Lima; SILVA, Alessandra Lisboa da; GONTIJO, Cleyton Hércules. Oficinas de criatividade em matemática: uma experiência nos anos iniciais. **Zetetike**, Campinas, SP, v. 29, n. 00, p. e021010, 2021.

CSIKSZENTMIHALYI, M. Implications of a Systems Perspective for the Study of Creativity. *In.*: STERNBERG, R. J. (Org.). **Handbook of creativity**. Nova York: Cambridge University Press, 1999. p. 313-335.

FONSECA, Mateus Gianni. **Aulas baseadas em técnicas de criatividade: efeitos na criatividade, motivação e desempenho em matemática com estudantes do Ensino Médio**. 175 f., il. Tese (Doutorado em Educação)—Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

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.

WORD ECONOMIC FORUM. **The Future of Jobs Report 2025**. Disponível em: [https://reports.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs\\_2025\\_Press\\_Release\\_PTBR.pdf](https://reports.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2025_Press_Release_PTBR.pdf). Acesso em: 18 fev. 2025.

GOMES, A. R.; GONTIJO, C. H. Educação matemática, novas tecnologias e a criatividade nas situações didáticas: reflexões possíveis. **Anais do EVIDOSOL/CILTec** – Online, 1, 2023. Disponível em: <file:///c:/users/amaral/downloads/a%3%87%3%83o+matem%3%81tica,+novas+tecnologias+e+a+criatividade+nas+situa%3%87%3%95es+did%3%81ticas.pdf>.

GONTIJO, C. H. Resolução e formulação de problemas: caminhos para o desenvolvimento da criatividade em matemática. *In.*: **Anais do SIPEMAT**. Recife, CE: Programa de Pós-Graduação em Educação—Centro de Educação – Universidade Federal de Pernambuco, 2006.

GONTIJO, C. H. Criatividade em matemática: um olhar sob a perspectiva de sistemas. **Zetetiké** – Cempem – FE – Unicamp, 28. 2007. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8647029>. Acesso em: 18 fev. 2025.

GONTIJO, C. H. *et al.* **Criatividade em matemática: conceitos, metodologias e avaliação**. Brasília, DF: Editora Universidade de Brasília, 2019.

GONTIJO, Cleyton Hércules; FONSECA, Mateus Gianni; CARVALHO, Alexandre Tolentino; BEZERRA, Wesley Well Vicente. Criatividade em Matemática: alguns elementos históricos na constituição do campo de pesquisa e de intervenção pedagógica. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa)**, v. 12, p. 1-24, 2021.

GUILFORD, J. P. Creativity. **American Psychologist**, 5, p. 444-454. 1950. DOI: <http://dx.doi.org/10.1037/h0063487>. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/1951-04354-001>. Acesso em: 18 fev. 2025.

HADAMARD, J. **Psicologia da invenção matemática**. Tradução Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro, RJ: Contraponto, 2009.

KATTOU, M.; PITTA-PANTAZI, D. Characteristics of the Creative Person in Mathematics. In: MONETA, G.; ROGATEN, J. (Eds.). **Psychology of creativity: Cognitive, emotional, and social processes**. Nova York: Nova Science Publishers, 2016.

KAUFMAN, J. C.; BEGHETTO, R. A. Beyond big and little: The four c model of creativity. **Review of General Psychology**, v. 13, n. 1, p. 1-12. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1037/a0013688>. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/2018-70050-001>. Acesso em: 18 fev. 2025.

LEAL, Márcia Rodrigues. **Percepções de licenciandos a respeito da criatividade em Matemática no campo da Geometria**. 2023. 325 f., il. Tese (Doutorado em Educação)—Universidade de Brasília, Brasília, 2023.

LEU, Y.; CHIU, M. Creative behaviours in mathematics: Relationships with abilities, demographics, affects and gifted behaviours. **Thinking Skills and Creativity**, 16, p. 40-50. 2015.

LUBART, T. **Psicologia da criatividade**. Porto Alegre, RS: Artmed, 2007.

MANN, D. W. **Creating a lean culture: tools to sustain lean conversions**. New York: Productivity Press. 2005.

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS. **National Council of Teachers of Mathematics**. 2025. Disponível em: <https://www.nctm.org/>. Acesso em: 18 fev. 2025.

OCDE. **PISA 2022 Results (Volume III): Creative Minds, Creative Schools**. Paris: OECD Publishing, 2024.

OLIVEIRA, V.; ARAÚJO, I. S. VEIT, E. A. Resolução de problemas abertos como um processo de modelagem didático-científica no ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 42, e20200043, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-91>. Acesso em: 18 fev. 2025.

PITTA-PANTAZI, D.; CHRISTOU, C. Mathematical creativity: product, person, process and press. In: SINGER, F. M. (org.). **Mathematical creativity and mathematical giftedness**. Cham: Springer International Publishing, 2018. p. 27-53.

Poincaré, H. L'invention mathématique. **Bulletin de L'Institut General de Psychologie**, 3, p. 175-96, 1908.

RHODES, Mel. An analysis of creativity. **Phi Delta Kappan**, n. 42, p. 305-310, 1961.

SAEFUNDIN, A. A.; WIJAYA, A.; DWININGRUM, S. I. A. Mapping research trends in mathematical creativity in mathematical instructional practices: A bibliometric analysis. **Journal of Pedagogical Research**, v. 7, n. 4, 2023.

SAK, U. *et al.* Creativity in the field of mathematics. In.: KAUFMAN, J. C.; BAER, J. (Eds.). **The Cambridge handbook of creativity across domains**. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. p. 276-298.

SILVA, Fabrizio Fidelis da. **Explorando o Teorema de Pitágoras na perspectiva do pensamento crítico e criativo em matemática**. 2023. 82 f., il. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) — Universidade de Brasília, Brasília, 2023.

STERNBERG, R. J.; LUBART, T. An Investment Theory of Creativity and Its Development. **Human Development**, v. 34, n. 1, p. 1-31, 1991.

STERNBERG, R. J.; GRIGORENKO, E. L. **Crianças rotuladas** – o que é necessário saber sobre as dificuldades de aprendizagem. (M. F. Lopes, Trad.) Porto Alegre, RS: Artmed. 2003.

VINCENT-LANCRIN, S. *et al.* **Desenvolvimento da criatividade e do pensamento crítico dos estudantes**: o que significa na escola. [coordenação geral Instituto Ayrton Senna; tradução Carbajal Traduções]. São Paulo, SP: Fundação Santillana, 2020.

ZANETTI, Marcus Vinícius Gonçalves. **Jogo dos investimentos: a matemática financeira entrando na sala de aula do Ensino Médio sob a perspectiva do pensamento crítico e criativo**. 2022. 79 f., il. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática)—Universidade de Brasília, Brasília, 2022.