

# O problema dos quatro quatros e o pensamento criativo em matemática: a arte de brincar com os números

*The four fours problem and creative thinking in mathematics: the art of playing with numbers*

Cleyton Hércules Gontijo

(UnB, Departamento de Matemática, Instituto de Ciências Exatas)

**Resumo:** O objetivo deste artigo é apontar potencialidades de problemas aritméticos para estimular o pensamento criativo em matemática. Para isso, enfoca-se um antigo problema, conhecido como o problema dos quatro quatros, apresentando-se alguns elementos históricos relacionados a ele e à sua aplicação em testes de criatividade em matemática. Na conclusão, é feita uma reflexão sobre atividades que podem ser desenvolvidas no contexto escolar para estimular a criatividade em matemática.

**Palavras-chave:** problema dos quatro quatros, pensamento criativo em matemática, criatividade em matemática.

**Abstract:** *The aim of this article is to point out the potential of arithmetic problems to stimulate creative thinking in mathematics. To this end, it focuses on an old problem known as the four fours problem, presenting some historical elements related to it and its application in creativity tests in mathematics. In conclusion, a reflection is made on activities that can be developed in the school context to stimulate creativity in mathematics.*

**Keywords:** *four fours problem, creative thinking in mathematics, creativity in mathematics.*

## Introdução

A criatividade, o pensamento crítico, a comunicação e a colaboração têm sido apontados como competências importantes para os cidadãos neste século XXI e, por essa razão, foram incluídas nas orientações curriculares de diferentes países, inclusive no Brasil. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), ao eleger 10 competências gerais que todos os estudantes brasileiros devem desenvolver ao longo da educação básica, explicita-as entre elas.

Essas competências estão sendo consideradas fundamentais na atualidade na preparação das pessoas para lidar com: a) as situações de volatilidade, incerteza, complexidade e ambiguidade, que estão acontecendo com maior intensidade e frequência em todo o mundo (por exemplo, pandemias, desastres naturais, guerras, fome etc.); b) a empregabilidade, visto que o mercado de trabalho busca por pessoas com conhecimento técnico e habilidades sociais e comportamentais, bem como criatividade e capacidade de pensamento crítico (Fórum Econômico Mundial, 2023; NACE, 2018; Vincent-Lancrin *et al.*, 2019); e c) a abundância de informação, desinformação e *fake news*, prontamente disponíveis para qualquer pessoa que tenha acesso à internet e às redes sociais, o que requer capacidade para decidir no que acreditar ou rejeitar para tomar decisões acertadas e envolve capacidades de pensamento crítico e criativo bem aprimoradas (Ennis, 1989; Renaud; Murry, 2008).

Essas situações exigem abordagens multidimensionais e criativas, baseadas em evidências, para resolver problemas e implantar recursos escassos para corrigir situações. Essa é uma razão importante pela qual tais habilidades precisam ser intencionalmente direcionadas para o desenvolvimento em todos os níveis educacionais, de modo a formar cidadãos e líderes com as habilidades necessárias para tomar decisões acertadas.

Todavia, para implantar nas escolas práticas pedagógicas que favoreçam tais competências, em particular a criatividade, alguns desafios precisam ser enfrentados, entre eles: currículo “superlotado” praticado nas escolas; falta de avaliação com foco na criatividade; falta de formação de professores ou de recursos pedagógicos para estimular a criatividade; falta de instalações, equipamentos e/ou materiais adequados; falta de diretrizes, padrões ou progressões de aprendizagem em nível de sistema para desenvolver a criatividade; concentração na preparação dos estudantes para exames de alto risco; evidências pouco claras que apoiam a integração da criatividade à educação; e falta de vontade política ou estratégia de alto nível focada no desenvolvimento da criatividade (OCDE, 2023).

Tendo em vista esses desafios, o presente texto busca apresentar alguns elementos que tratam da criatividade no campo da matemática, como forma de contribuir com a disseminação de práticas que favoreçam o pensamento criativo nessa área de conhecimento. A abordagem seguirá a partir da exposição de

alguns elementos ligados à criatividade em matemática, com a apresentação de um problema matemático com potencial para estimular a expressão do pensamento criativo: o problema dos quatro quatros.

## O pensamento criativo em matemática e o problema dos quatro quatros

A matemática desempenha um papel importante na vida das pessoas, estando presente nas mais variadas situações do cotidiano. Algumas pessoas, em função de suas ocupações profissionais, aplicarão conhecimentos mais elaborados e complexos, enquanto outras utilizarão formas mais simples para resolver as situações que se apresentam para elas. Reconhece-se, no entanto, que é uma área fundamental para o desenvolvimento das ciências da natureza, das engenharias e das tecnologias (Unesco, 1999). Além disso, constitui uma das maiores aquisições culturais e intelectuais da espécie humana, e é relevante que as pessoas desenvolvam apreço por essa aquisição e compreendam-na, incluindo os seus aspectos estéticos e, até mesmo, os lúdicos (NCTM, 2000),

Considerando a relevância da matemática na vida cotidiana e a importância de promover uma educação que desperte o interesse dos estudantes por essa área do conhecimento, destacamos o potencial das atividades que requerem o uso do pensamento criativo para estimular as aprendizagens nessa disciplina escolar. Estudos apontam que o investimento em pensamento criativo/criatividade pode contribuir para a melhora do desempenho acadêmico dos estudantes, visto que há uma correlação positiva entre esses elementos. Dados recentes, apresentados no documento *PISA 2022 Results (Volume III): creative minds, creative schools* (OCDE, 2024), publicado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), relativos ao teste do Pisa 2022, mostram essa relação. Esta também ficou evidente em estudos desenvolvidos no Brasil (Fonseca; Gontijo, 2022; Gontijo; Fonseca, 2023).

Neste trabalho, compreendemos a criatividade em matemática como

a capacidade de apresentar inúmeras possibilidades de solução apropriadas para uma situação-problema, de modo que estas focalizem aspectos distintos do problema e/ou formas diferenciadas de solucioná-lo, especialmente formas incomuns (originalidade), tanto em situações que requeiram a resolução e elaboração de problemas como em situações que solicitem a classificação ou organização de objetos e/ou elementos matemáticos em função de suas propriedades e atributos, seja textualmente, numericamente, graficamente ou na forma de uma sequência de ações (Gontijo, 2007, p. 38).

Esse conceito mostra-se útil para estudar a criatividade em matemática por evidenciar três dimensões que permitem a sua operacionalização na análise da produção criativa: características do pensamento criativo (fluência, flexibilidade

e originalidade) envolvidas na apresentação das respostas, estratégias para estimular a criatividade (resolução de problema, elaboração de problemas e redefinição) e formas de expressão do pensamento criativo (produção textual, numérica, gráfica ou sequência de ações) (Gontijo, 2023).

Entre a diversidade de atividades que podem compor o trabalho com a matemática escolar, os problemas aritméticos têm um elevado potencial na promoção da motivação dos estudantes e na expressão da criatividade em matemática (Abramovich; Freiman, 2021; Bishara, 2016), pois, em muitos casos, não demandam conhecimento avançado das estruturas matemáticas e nem por isso deixam de ser desafiadores.

Lins e Gimenez (1997, p. 44) apontaram quatro objetivos gerais para um trabalho curricular aritmético:

- Buscar a compreensão da quantidade e a observação e manipulação de processos operativos.
- Fomentar a criatividade e a sensibilidade na busca de propriedades e relações.
- Conhecer, assumir e usar uma metodologia heurística, motivando a intuição para ajudar na formulação de hipóteses, generalizações e, em alguns casos, estratégias indutivas.
- Reconhecer processos dedutivos e iterativos usados na história, tentando reconhecer e identificar seus fundamentos, e reviver suas reflexões.

A BNCC (Brasil, 2018, p. 527) destaca a importância de propor aos estudantes atividades de “resolução de problemas envolvendo números naturais, inteiros, racionais e reais, em diferentes contextos (do cotidiano, da própria Matemática e de outras áreas do conhecimento)”. Com isso, é possível que os discentes ampliem sua compreensão a respeito dos diferentes campos e significados das operações e que “argumentem e justifiquem os procedimentos utilizados para a resolução e avaliem a plausibilidade dos resultados encontrados” (Brasil, 2018, p. 268).

Um problema aritmético muito conhecido é o problema dos quatro quattros. Esse número – o quatro – parece povoar o imaginário das pessoas. Malba Tahan, em sua obra *As maravilhas da matemática* (1976), dedicou um capítulo para falar do número quatro na mística oriental. Segundo ele, “sugestionados pelos quatro pontos básicos da bússola, pelas quatro estações, os antigos tinham certa veneração pelo número quatro. Tem esse número papel saliente nas lendas chinesas” (Tahan, 1976, p. 51). Acrescenta ainda o autor:

O quatro foi, pelos antigos, apontado como o número perfeito, porque quatro são os lados do quadrado, quatro são as virtudes, quatro as estações do ano, quatro os elementos (na crença antiga), quatro as patas de um dragão. Há quatro letras no nome de Deus (em latim) e quatro no nome do primeiro

homem: Adam. [...]. E jamais os místicos poderiam esquecer os quatro cantos do mundo que são tocados pelos quatro ventos (Tahan, 1976, p. 52).

Por estar relacionado com os quatro pontos cardeais desempenha o número quatro um papel de alto relevo na mística oriental. Mesmo sem ser um número perfeito aritmeticamente o número quatro foi, pelos orientais, apontado como um número perfeito (Tahan, 1976, p. 51).

Não encontramos referências que pudessem esclarecer se o problema dos quatro quatos se encontram no mesmo campo de fascínio descrito por Malba Tahan, mas trata-se de um problema centenário. O primeiro registro que encontramos data de 1881, publicado no periódico inglês *Knowledge* (Proctor, . Apresentamos, a seguir, cópia do texto publicado (Figura 1).

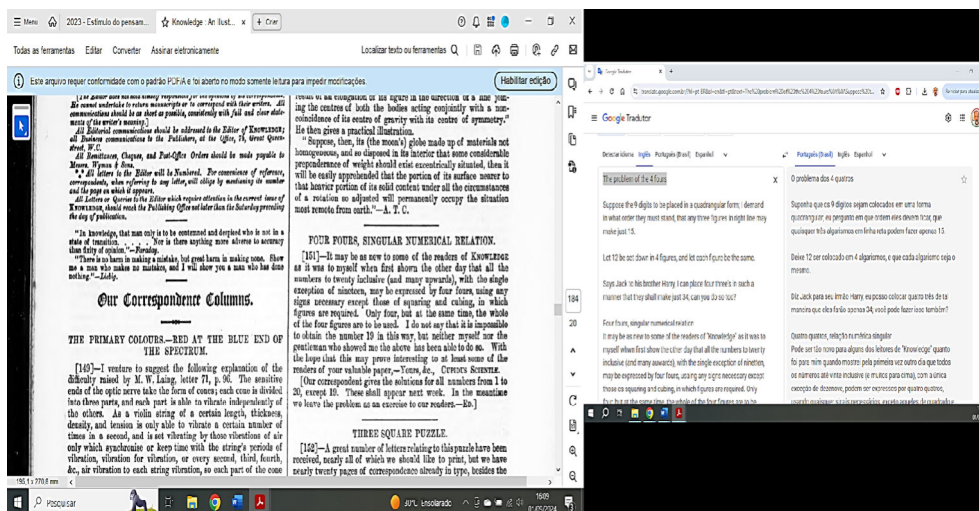


Figura 1. Cópia do excerto “Four fours, singular numerical relation”, extraída de *Knowledge* (Proctor, 1881, p. 184).

A seguir, traduzimos o trecho para a língua portuguesa:

## QUATRO QUATROS, RELAÇÃO NUMÉRICA SINGULAR

[151] – Pode ser tão novo para alguns dos leitores de “*Knowledge*” quanto foi para mim quando mostrei pela primeira vez outro dia que todos os números até vinte inclusive (e muitos para cima), com a única exceção de dezenove, podem ser expressos por quatro quatos, usando quaisquer sinais necessários, exceto aqueles de quadrado e cubo, nos quais os algarismos são necessários. Apenas quatro, mas ao mesmo tempo, todos os quatro algarismos devem ser usados. Não digo que seja impossível obter o número 19 dessa forma, mas nem eu nem o cavalheiro que me mostrou o acima conseguimos fazê-lo. Com a esperança de que isso possa ser interessante

para pelo menos alguns dos leitores do seu valioso artigo, – Cordialmente, etc., *Cupidus Scientle*.

[Nosso correspondente fornece as soluções para todos os números de 1 a 20, exceto 19. Elas aparecerão na próxima semana. Enquanto isso, deixamos o problema como um exercício para nossos leitores. – Ed.]

(Proctor, 1881, p. 184, tradução nossa).

Alguns anos após essa publicação, o problema dos quatro quattros foi novamente publicado, fazendo parte da sexta edição do livro *Mathematical recreations and essays*, de W. W. Rouse Ball, em 1914. Nessa publicação, há uma perspectiva mais abrangente do que a encontrada anteriormente. Apresentamos, a seguir, cópia do texto do livro (Figura 2).

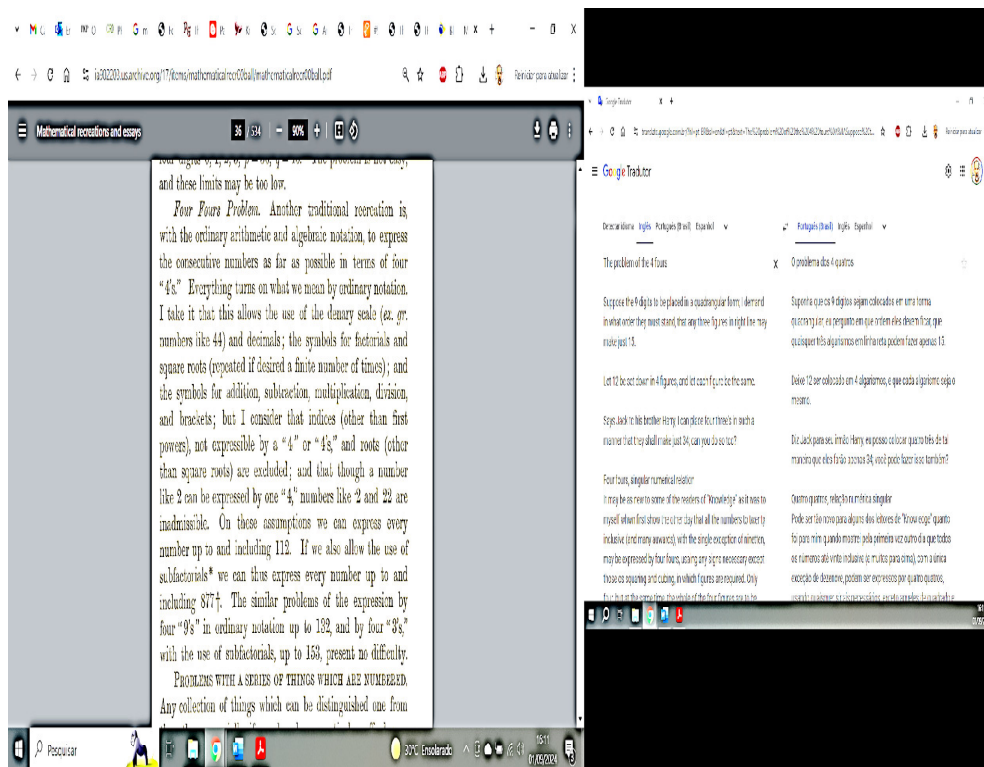


Figura 2. Cópia do excerto “Four fours problem” extraída de Rouse Ball (1914, p. 14).

A seguir, consta a respectiva versão para o português desse trecho:

*Problema dos quatro quattros.* Outra recreação tradicional é, com a notação aritmética e algébrica comum, expressar os números consecutivos tanto quanto possível em termos de quatro “4’s”. Tudo gira em torno do que

queremos dizer com notação comum. Eu presumo que isso permite o uso da escala denário (ex. números gr. como 44) e decimais; os símbolos de fatoriais e raízes quadradas (repetidos, se desejado, um número finito de vezes); e os símbolos para adição, subtração, multiplicação, divisão e colchetes; mas eu considero que índices (exceto primeiras potências), não expressáveis por um “4” ou “4’s”, e raízes (exceto raízes quadradas) são excluídos; e que embora um número como 2 possa ser expresso por um “4”, números como 2 e 22 são inadmissíveis. Com base nessas suposições, podemos expressar qualquer número até 112, inclusive. Se também permitirmos o uso de subfatoriais, podemos então expressar todos os números até até 877<sup>1</sup>, inclusive. Os problemas semelhantes da expressão por quatro “9’s” na notação comum até 132, e por quatro “3’s”, com o uso de subfatoriais, até 153, não apresentam dificuldade (Rouse Ball, 1914, p. 14, tradução nossa).

No Brasil, o primeiro registro que encontramos desse problema foi na obra *O homem que calculava*, de Malba Tahan (1998). Segundo informação disponibilizada no “Site Oficial da Família e dos Admiradores de Malba Tahan<sup>1</sup>”, a primeira edição desse livro foi publicada em 1937. Transcrevemos a seguir, a partir da 46ª edição da obra, a forma genuína e literária utilizada por Malba Tahan para apresentar o problema dos quatro quattros.

#### OS QUATRO QUATTROS

Ao ver Beremiz interessado em adquirir o turbante azul, objetei:

– Julgo loucura comprar esse luxo. Estamos com pouco dinheiro e ainda não pagamos a hospedaria.

– Não é o turbante que me interessa – retorquiu Beremiz. – Repare que a tenda desse mercador é intitulada “Os Quatro Quattros”. Há nisso tudo espantosa coincidência digna de atenção.

– Coincidência? Por quê?

– Ora, bagdali – retorquiu Beremiz –, a legenda que figura nesse quadro recorda uma das maravilhas do Cálculo: podemos formar um número qualquer empregando quatro quattros!

E antes que eu o interrogasse sobre aquele enigma, Beremiz explicou, riscando na areia fina que cobria o chão:

– Quer formar o zero? Nada mais simples. Basta escrever:

44-44

– Estão aí quatro quattros formando uma expressão que é igual a zero. Passemos ao número 1. Eis a forma mais cômoda:

44

44

– Representa essa fração, o quociente da divisão de 44 por 44. E esse quociente é 1.

1 Disponível em: <https://malbatahan.com.br/>. Acesso em: 4 set. 2024.

Quer ver agora, o número 2? [...] (Tahan, 1998, p. 36).

Essa citação prolonga-se até a obtenção do número 10 usando quatro quatros. O autor registrou, em nota de rodapé, que “com quatro quatros podemos escrever um número qualquer, desde 1 até 100” (Tahan, 1998, p. 37).

As três obras citadas que apresentam o problema dos quatro quatros mostram como esse tipo de questão tem potencial para atrair pessoas interessadas em explorar o universo dos números, em diferentes tempos e lugares. Esse problema tem características que o tornam singular para o estudo do pensamento criativo/criatividade em matemática, pois, para uma variedade de números que podem ser representados por meio de operações que envolvem quatro quatros, há possibilidades de mais de uma solução correta, e nesse caso podem-se analisar traços do pensamento criativo como fluência, flexibilidade e originalidade. A fluência corresponde à capacidade de apresentar uma abundância ou grande quantidade de ideias sobre um mesmo assunto ou possibilidades de respostas para um mesmo problema; a flexibilidade se manifesta pela capacidade de alterar o pensamento ou conceber diferentes categorias de respostas para um mesmo problema; e a originalidade é a capacidade de apresentar respostas infrequentes ou incomuns.

Sob a perspectiva da avaliação do pensamento criativo/criatividade em matemática, um elemento particular do problema dos quatro quatros chama a atenção – o caso que envolve encontrar o resultado igual a quatro. Possivelmente, esse caso é um dos que geram as maiores quantidades de soluções. Inferimos que essa foi a motivação de Livne e Livne (1999) para incluí-lo no instrumento Multiscale Academic and Creative Abilities in Mathematics (MACAM). Encontramos uma referência a esse problema em Livne e Milgram (2006, p. 2002), com a seguinte redação:

Try to arrive at the number 4, using precisely four times (not two times) the digit 4, which is an integer multiplication of the digit 2. Try to make the largest possible number of solutions that overall include all of the following arithmetic operations: addition, subtraction, multiplication, division, square root, factorial, and so on. In every solution separately, one need not use all the operations.

Esse problema, numa versão para o português, se configura da seguinte forma:

Tente chegar ao número 4, usando precisamente quatro vezes (não duas vezes) o dígito 4, que é uma multiplicação inteira do dígito 2. Tente fazer o maior número possível de soluções que, no geral, incluam todas as seguintes operações aritméticas: adição, subtração, multiplicação, divisão, raiz quadrada, fatorial e assim por diante. Em cada solução separadamente, não é necessário usar todas as operações (Livne; Milgram, 2006, p. 2002, tradução nossa).



Uma versão desse item foi utilizada em testes de criatividade em matemática desenvolvidos no Brasil (Gontijo, 2007; Fonseca, 2015). Gontijo (2007, p. 91) apresentou uma versão para o português, com adaptações para torná-lo mais compreensível em relação ao que é solicitado ao respondente:

Esta atividade consiste em realizar operações envolvendo apenas o número 4. Você deverá usar quatro números 4, realizando operações matemáticas entre eles. O resultado dessas operações também deverá ser igual a 4. Tente fazer o maior número de soluções, incluindo todas as operações aritméticas: adição, subtração, multiplicação, divisão, raiz quadrada, fatorial etc. Não é necessário usar todas as operações em cada solução apresentada.

Gontijo (2007) apontou critérios para analisar as respostas dadas para esse problema no âmbito de uma avaliação do pensamento criativo/criatividade em matemática. A abordagem do autor considerou três indicadores: a) indicador de fluência: total de sentenças matemáticas que envolvem exclusivamente quatro números 4 e que produzem resultado igual a 4; b) indicador de flexibilidade: número de categorias definidas a partir das similaridades entre as soluções apresentadas, considerando o número de operações aritméticas diferentes utilizadas em cada solução; e c) indicador de originalidade: raridade relativa das sentenças elaboradas quando comparadas às produções dos pares dos respondentes.

Como um item de teste para avaliar o pensamento criativo/criatividade em matemática, Gontijo (2007) determinou o tempo de 10 minutos para que os estudantes pudessem apresentar o máximo de soluções possíveis para o problema. Em situações do cotidiano escolar, o tempo para solucionar o problema dependerá dos objetivos de aprendizagem que foram elencados para serem alcançados por meio dessa atividade.

Investigando a criatividade em matemática com um grupo de 100 estudantes do 3º ano do ensino médio de uma escola do Distrito Federal, Gontijo (2007) recolheu, para esse problema, 49 respostas válidas, que se diferenciavam umas das outras. Respostas que correspondessem a uma pequena variação de outra, sem diferença estrutural, foram consideradas similares e não contabilizadas no total de soluções encontradas. Um exemplo de respostas similares será mostrado a seguir e correspondeu à solução mais recorrente entre os estudantes, atingindo o total de 64 produções. Nesse caso, todas as soluções envolviam duas raízes quadradas, duas operações de multiplicação e uma operação de divisão (fração).

$$(4 \times \sqrt{4 \times \sqrt{4}}) / 4 = 4$$

$$4 / 4 \times \sqrt{4 \times \sqrt{4}} = 4$$

$$(4 \times \sqrt{4}) / 4 \times \sqrt{4} = 4$$

$$4 \times (\sqrt{4 \times \sqrt{4}}) / 4 = 4$$

Considerando os indicadores de pensamento criativo/criatividade em matemática – fluência, flexibilidade e originalidade –, esses exemplos, caso fossem produzidos por uma mesma pessoa, poderiam indicar uma boa fluência, pois representam 4 soluções corretas. No entanto, ao se analisar as suas estruturas, é possível perceber que revelam pouca flexibilidade de pensamento, porque definiu-se um padrão para produzir as soluções, sem introduzir elementos que as diferenciasssem estruturalmente. No que diz respeito à originalidade, conforme definida anteriormente, esse padrão foi o mais recorrente entre os estudantes; logo, não representa uma solução original.

Outra solução com grande recorrência (32 no total), incluindo variações na forma de apresentação, mas sem modificações estruturais, foi a seguinte:

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

Também foram encontradas soluções originais entre as produções dos participantes do teste. Destaca-se que a originalidade é um indicador analisado no contexto em que o teste foi aplicado, isto é, considerando as produções dos estudantes que responderam simultaneamente ao instrumento, dentro do prazo estipulado e que cursavam o mesmo ano escolar. A seguir, dois exemplos de soluções consideradas originais, que aparecem apenas uma vez cada, entre o total de 49 tipos de respostas válidos.

$$4^{\sqrt{4/4}} + \sqrt{4} = 4$$

$$4/4 - (\sqrt{\sqrt{4}}) \times \sqrt{(\sqrt{4})} = 4$$

A diversidade de tipos de soluções e as tentativas de apresentar as mais originais decorrem, em certo sentido, das orientações que foram dadas aos estudantes antes de responderem ao teste. Entre essas orientações, destacam-se: a) Todas as questões têm mais de uma resposta certa; b) Escreva todas as possíveis respostas que você encontrar; c) Escreva, para cada questão, no máximo 15 respostas que você considere pertinentes para o que está sendo solicitado; d) Crie respostas que você imagine que poucas pessoas iriam pensar; e, e) Crie respostas diferentes, evitando soluções similares (Gontijo, 2007).

Essas recomendações podem ter servido como estímulo para que os estudantes expressassem características do pensamento criativo, como fluência, flexibilidade e originalidade, no processo de resolução do problema. Para que isso ocorresse, foi importante que a atividade explicitamente solicitasse a elaboração de vários caminhos e/ou soluções para obtê-las. Isso é um elemento propulsor da ação criativa, que move o estudante a não se contentar com a apresentação de uma resposta trivial.

Para além da pesquisa baseada em instrumentos de medida, como ilustrado por um item de um teste envolvendo o problema dos quatro quattros, é fundamental estimular a criatividade em matemática como uma forma de garantir o crescimento

do próprio campo e por ele ser essencial para resolver problemas para os quais não há solução aprendida antes. Isso se aplica independentemente de ser um matemático tentando resolver um problema aberto complexo ou um estudante do ensino fundamental ou médio tentando resolver um problema desconhecido (Leikin; Pitta-Pantazi 2013). O uso de problemas abertos foi reportado em várias pesquisas como os que têm mais potencial para despertar a criatividade dos estudantes (Fonseca; Gontijo, 2021; Schiever; Maker, 2003).

## Conclusão

O presente artigo buscou discutir alguns elementos do campo de pesquisa sobre pensamento criativo/criatividade em matemática, tomando, para isso, o problema dos quatro quatros como exemplificação. Não tivemos a pretensão de esgotar as potencialidades pedagógicas desse problema, mas sim apontar como os chamados “problemas abertos” podem ser férteis para estimular a criação de ideias matemáticas para solucioná-los. Consideramos que esse tipo de problema tem potencial para despertar a motivação em matemática, algo fundamental para os estudantes se permitirem arriscar-se na geração de ideias não usuais e criativas (Gontijo, 2007, 2020; Grégoire, 2016; Kanhai; Singh, 2017; Petrovici; Havârneanu, 2015).

Ressaltamos que atividades como o problema apresentado neste texto não produzem, por si só, efeitos motivadores sobre os estudantes. É necessário um planejamento sistemático e intencional, com objetivos de aprendizagem bem delineados, assim como o estabelecimento de estratégias que possam favorecer a geração de ideias e a produção criativa. O uso de técnicas de criatividade pode ser útil para essa finalidade (Gontijo, 2015). Além disso, o planejamento pode contemplar um roteiro com etapas que favoreçam a motivação e o engajamento dos estudantes, numa perspectiva investigativa (Gontijo, 2023).

Por fim, sinalizamos a importância de criar um clima em sala de aula propício à criatividade, com interações baseadas em princípio dialógicos (Fonseca et al., 2022) e com *feedback* constante entre todos os envolvidos na atividade. O propósito disso é propiciar o desenvolvimento de fluência, flexibilidade e originalidade de pensamento junto aos estudantes, bem como a capacidade de análise e julgamento das próprias ideias, e, ainda, promover o desenvolvimento da autopercepção da capacidade criativa, impulsionando a motivação intrínseca (Bezerra; Gontijo; Fonseca, 2021). Recomendamos, além disso, que a atividade possa ser desenvolvida em grupos, a fim de favorecer o trabalho colaborativo e a comunicação das ideias produzidas.

## Referências

ABRAMOVICH, Sergei; FREIMAN, Viktor. Using an unsolved problem to motivate student interest in mathematics. **Spreadsheets in Education**, Ontario, v. 12, n. 3, p. 1-14, 2021.

BEZERRA, Wesley Well Vicente; GONTIJO, Cleyton Hércules; FONSECA, Mateus Gianni. Promovendo a criatividade em matemática em sala de aula por meio de *feedbacks*. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 23, n. 1, p. 1-17, 2021.

BISHARA, Saied. Creativity in unique problem-solving in mathematics and its influence on motivation for learning. **Cogent Education**, [s. l.], v. 3, p. 1-14, 2016.

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

ENNIS, Robert. Critical thinking and subject specificity: Clarification and needed research. **Educational Researcher**, [s. l.], v. 18, n. 3, p. 4-10, 1989.

FONSECA, Mateus Gianni. **Construção e validação de instrumento de medida de criatividade no campo da matemática para estudantes concluintes da educação básica**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2015.

FONSECA, Mateus Gianni; GONTIJO, Cleyton Hércules. Pensamento crítico e criativo em matemática: Uma abordagem a partir de problemas fechados e problemas abertos. **Perspectivas da Educação Matemática**, Campo Grande, v. 14, n. 34, p. 1-18, 2021.

FONSECA, Mateus Gianni; GONTIJO, Cleyton Hércules. Stimulating high school student creativity, motivation, and mathematics performance with classes based on creativity techniques. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 24, n. 2, p. 1-36, 2022.

FONSECA, Mateus Gianni; PIRES, Leandro Marcondes de Oliveira; DÖRR, Raquel Carneiro; ZANETTI, Matheus Delaine Teixeira; GONTIJO, Cleyton Hércules. Pensamento crítico e criativo em matemática a partir da aprendizagem dialógica e investigativa. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, Campo Mourão, v. 11, n. 24, p. 356-375, 2022.

FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL. **The future of jobs report 2023**. World Economic Forum: Geneva, 2023. Disponível em: <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/>. Acesso em: 2 set. 2024.

GONTIJO, Cleyton Hércules. Estímulo do pensamento crítico e criativo em Matemática: uma proposta de oficinas. **Revista de Educação Pública**, Boa Esperança, v. 32, p. 300-324, 2023.

GONTIJO, Cleyton Hércules. Relações entre criatividade e motivação em matemática: a pesquisa e as implicações para a prática pedagógica *In*: GONTIJO, Cleyton Hércules; FONSECA, Mateus Gianni (org.). **Criatividade em matemática: lições da pesquisa**. Curitiba: CRV, 2020. p. 153-172.

GONTIJO, Cleyton Hércules. **Relações entre criatividade, criatividade em matemática e motivação em matemática de alunos do ensino médio**. 2007.

Tese (Doutorado em Psicologia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2007.

GONTIJO, Cleyton Hércules. Técnicas de criatividade para estimular o pensamento matemático. **Educação e Matemática**, Lisboa, v. 135, p. 16-20, 2015.

GONTIJO, Cleyton Hércules; FONSECA, Mateus Gianni. Mathematical creativity of learning in 5th Grade Students. In: ROBINSON, Katherine; KOTSOPOULOS, Donna; DUBÉ, Adam (ed.). **Mathematical teaching and learning: Perspectives on Mathematical Minds in the Elementary and Middle School Years**. Cham: Springer, 2023. p. 173-184.

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

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

LEIKIN, Roza; PITTA-PANTAZI, Demetra. Creativity and Mathematics Education: The State of the Art. **ZDM – International Journal on Mathematics Education**, [s. l.], v. 45, n. 2, p. 159-166, 2013.

LINS, Romulo Campos; GIMENEZ, Joaquim. **Perspectivas em aritmética e álgebra para o século XXI**. Campinas: Papirus, 1997.

LIVNE, Nava; LIVNE, Oren **Multiscale Academic and Creative Abilities in Mathematics (MACAM)**. Ramat Aviv: Tel Aviv University, School of Education, 1999.

LIVNE, Nava; MILGRAM, Roberta. Academic versus creative abilities in mathematics: two components of the same construct? **Creativity Research Journal**, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 199-212, 2006.

NATIONAL ASSOCIATION OF COLLEGES AND EMPLOYERS (NACE). **Job outlook 2019**. Bethlehem: NACE, 2018.

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (NCTM). **Principles and standards for school mathematics**. Reston: NCTM, 2000.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA (UNESCO). **Declaração de Budapeste**: declaração sobre a ciência e o uso do conhecimento Científico. Budapeste: Unesco, 1999.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **PISA 2022 Results: creative minds, creative schools**. Paris: Programa Internacional de Avaliação de Alunos; OCDE, 2024. 3 v.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Supporting students to think creatively: What education policy can do**. Paris: Programa Internacional de Avaliação de Alunos; OCDE: Paris, 2023. Disponível em: <https://www.oecd.org/en/topics/sub-issues/creative-thinking/pisa-2022-creative-thinking.html>. Acessado em: 1 set. 2024.

PETROVICI, Constantin; HAVÂRNEANU, Geanina. An educational program of

mathematical creativity. **Acta Didactica Napocensia**, Romania, v. 8, n. 1, p. 13-20. 2015.

PROCTOR, Richard Anthony. Four fours, singular numerical relation. **Knowledge**, London, v. 9, p. 184, dez. 1881.

RENAUD, Robert; MURRY, Harry. A comparison of a subject-specific and general measure of critical thinking. **Thinking Skills and Creativity**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 85-93, 2008.

ROUSE BALL, Walter William. **Mathematical recreations and essays**. 6th. ed. London: MacMillan, 1914.

SCHIEVER, Shirley; MAKER, Carol June. New directions in enrichment and acceleration. In: COLANGELO, Nicholas; DAVIS, Gary (ed.). **Handbook of gifted education**. 3rd. ed. Boston: Pearson Education, 2003. p. 163-173.

TAHAN, Malba. **As maravilhas da matemática**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bloch, 1976.

TAHAN, Malba. **O homem que calculava**. 46. ed. Rio de Janeiro: Record, 1998.

VINCENT-LANCRIN, Stéphan; GONZÁLEZ-SANCHO, Carlos; BOUCKAERT, Mathias; DE LUCA, Federico; BARRERRA, Meritxell Fernández; JACOTIN, Gwénaél; URGEL, Joaquin; VIDAL, Quentin. **Fostering students' creativity and critical thinking: what it means in school, educational research and innovation**. Paris: OECD Publishing, 2019.

## Cleyton Hércules Gontijo

Mini bio: Doutor em Psicologia (UnB/2007). Professor da Universidade de Brasília – UnB, lotado no Departamento de Matemática, Instituto de Ciências Exatas. Membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Educação e do Programa de Pós-Graduação em Matemática (Mestrado Profissional em Rede Nacional). Foi coordenador do Pibid Matemática de 2020 a 2024. Membro do Grupo Pi: Pesquisas e Investigações em Educação Matemática. Tem experiência na área de Educação Matemática, com ênfase em criatividade/pensamento criativo e pensamento crítico em matemática, avaliação em matemática e em formação de professores que ensinam matemática.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0556476746202406>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6730-8243>