

Testes de Criatividade em Matemática para a Educação Básica: análise de itens no campo aritmético e suas potencialidades

Resumo: A criatividade é apontada como habilidade importante para a formação integral do indivíduo; é valorizada no mercado de trabalho e impulsiona o avanço tecnocientífico. No contexto matemático, é definida como a capacidade de gerar múltiplas soluções para problemas. Assim, o objetivo do estudo foi refletir acerca das potencialidades de itens de testes de criatividade em Matemática para a estruturação de trabalho pedagógico na educação básica. Para tanto, analisaram-se pesquisas que realizaram aplicações de testes, considerando a estrutura dos itens e os conteúdos envolvidos, para visualizar possibilidades de desenvolver a criatividade matemática. Nos resultados, discutiram-se as potencialidades dos itens analisados, sobretudo como instrumentos para organizar o trabalho pedagógico dedicado a estimular o potencial crítico e criativo em matemática na Educação Básica.

Palavras-chave: Criatividade em Matemática. Testes de Criatividade. Educação Matemática.

Mathematical Creativity Tests for Basic Education: analysis in the field of Arithmetic and their potentialities

Abstract: Creativity is considered an important ability that contribute to the individual's integral formation, is valued in the job market and induces scientific/technological progress. In the mathematical context, it is defined as the ability to generate multiple solutions to problems. The objective of the study was to reflect on the potential of creativity in Mathematics test items for structuring pedagogical work in Basic Education. For this, research that applied specific tests were analyzed, considering the structure of the items and its content, to order to verify its potential for developing mathematical creativity. By results, the potential of the items analysed were discussed, above all, as instruments for pedagogical work organization for stimulating the critical and creative potential in Mathematics of students.

Keywords: Mathematical Creativity. Creativity Tests. Mathematical Education.

Pruebas de Creatividad en Matemáticas para la Educación Básica: análisis de ítems en el campo de la Aritmética y sus potencialidades

Resumen: La creatividad es considerada una habilidad importante que contribuye al desarrollo integral del individuo, es valorada en el mercado laboral e induce al avance tecnológico/científico. En el contexto matemático, se define como la capacidad de generar múltiples soluciones a los problemas. Este estudio buscó reflexionar sobre el potencial de los ítems de pruebas de creatividad en Matemáticas para el trabajo pedagógico en la Educación Básica. Así, se analizaron investigaciones que realizó aplicaciones de pruebas, considerando la estructura de los ítems y contenidos involucrados, para visualizar potenciales para el desarrollo de la creatividad matemática. Como resultado, se discutieron potencialidades de los ítems, especialmente, como instrumentos organizativos del trabajo pedagógico para estimular el potencial crítico y creativo en Matemáticas de estudiantes.

Palabras clave: Creatividad en Matemáticas. Pruebas de Creatividad. Educación Matemática.

Giulia Albuquerque de Oliveira

Colégio Marista João Paulo II
Brasília, DF — Brasil

 0000-0003-2576-9492

✉ giulia010599@gmail.com

Mateus Gianni Fonseca

Instituto Federal de Brasília
Brasília, DF — Brasil

 0000-0002-3373-2721

✉ mateus.fonseca@ifb.edu.br

Cleyton Hércules Gontijo

Universidade de Brasília
Brasília, DF — Brasil

 0000-0001-6730-8243

✉ cleyton@mat.unb.br

Recebido • 31/10/2024

Aceito • 28/04/2025

Publicado • 26/05/2025

Artigo

1 Introdução

A pesquisa sobre criatividade no âmbito educacional tem-se expandido no sentido de identificar, estimular e avaliar o potencial criativo do aluno, com vistas à realização de ações pedagógicas que possibilitem o desenvolvimento de sua capacidade de solucionar problemas, seja por meio da produção de diferentes respostas válidas, seja pelo emprego de estratégias variadas para obtê-las (Gontijo, Fonseca e Vertuan, 2023).

Esse tipo de pesquisa se justifica pelo fato de que, na atualidade, a criatividade se destaca como uma das habilidades humanas de grande valor para o enfrentamento dos diversos desafios contemporâneos. Isso compreende tanto os que envolvem o desenvolvimento científico e tecnológico quanto os que envolvem a busca por soluções sustentáveis e ecologicamente apropriadas para a manutenção dos ecossistemas do planeta. Destaca-se ainda sua importância para a saúde mental das pessoas.

A escola é espaço privilegiado para o desenvolvimento de atividades que potencializam a criatividade dos alunos. Para que isso ocorra, são necessárias mudanças no contrato didático vigente em muitas escolas, de modo a colocar o aluno como protagonista do seu processo formativo, exercendo o pensamento criativo no processo de construção do conhecimento (Gontijo *et al.*, 2018).

Conforme aponta a *National Education Association* (2012, p. 24), organização estadunidense, “no mundo atual de competição global e automação de tarefas, capacidade inovadora e espírito criativo estão se tornando requisitos para o sucesso pessoal e profissional”. Complementam Vincent-Lancrin *et al.* (2020, p. 14) que, “mesmo que não houvesse argumento econômico, a criatividade e o pensamento crítico contribuem para o bem-estar humano e para o bom funcionamento das sociedades democráticas”.

Dada a relevância desse assunto nos últimos anos, o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa) incluiu, no teste aplicado em 2022, a avaliação de habilidades de pensamento criativo (Brasil, 2022). A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), responsável pela aplicação do Pisa, divulgou recentemente o relatório de resultados, tendo o Brasil alcançado a 44ª posição de um total de 56 países (OECD, 2024).

Espera-se que esses dados possam ser usados para a promoção de políticas públicas educacionais que estimulem o pensamento criativo dos alunos em todo o mundo, bem como encorajem um debate social mais amplo sobre a importância e os métodos de apoiar o desenvolvimento da criatividade por meio da educação. Tendo em vista o formato da realização dessa avaliação, o Pisa definiu pensamento criativo como a “competência para se engajar produtivamente na geração, avaliação e aprimoramento de ideias, que podem resultar em soluções originais e eficazes, avanços no conhecimento e expressões impactantes da imaginação” (OECD, 2019, p. 7).

De acordo com o documento *PISA 2021 Mathematics Framework (Draft)* (OECD, 2019), que detalha a avaliação de Matemática no Pisa, a grande mudança na última edição em relação às anteriores é a de valorizar outros elementos presentes na contemporaneidade. Na atualidade, pensar matematicamente, aliado a certos conceitos que não necessariamente são ensinados de forma explícita — podem até ser conceitos adquiridos pelas experiências dos próprios alunos —, tem-se mostrado primordial para preparar os jovens a contribuir para a sociedade do século XXI. Espera-se que os cidadãos sejam engajados, criativos e capazes de tomar boas decisões para si e para o grupo.

O debate acerca da importância do desenvolvimento da criatividade e do papel da escola nesse processo não é novo. Desde o início do século XX, pesquisadores têm empreendido esforços nesse campo. Um marco importante na pesquisa ocorreu nos Estados Unidos da

América, quando o presidente da Associação Americana de Psicologia, Joy Paul Guilford, no discurso anual de abertura dos trabalhos da associação em 1950, propôs estudar e medir a criatividade como uma função humana intelectual (Urban, 1991). Como consequência, houve um aumento considerável no número de estudos sobre criatividade (Piirto, 2004).

As pesquisas a respeito da criatividade, especificamente no campo da Matemática, também surgiram no início do século XX, com contribuições de Henri Poincaré, e se estendem até os dias atuais. Essas pesquisas são sustentadas por pesquisadores como Balka (1974), Haylock (1987), Lee, Hwang e Seo (2003), Gontijo (2007), Carvalho (2015, 2019), Fonseca (2015, 2019), Kattou *et al.* (2013), Pitta-Pantazzi, Sophocleous e Christou (2013), entre outros. Muitos deles trabalham com testes específicos para a criatividade em Matemática.

Se testes dessa natureza contribuem para identificar e avaliar quão criativos em Matemática podem ser os alunos, quais as potencialidades que eles apresentam para o trabalho pedagógico no cotidiano das salas de aula? Com base nesse questionamento, foi elaborado o objetivo desta pesquisa, que é refletir acerca das potencialidades de itens de testes de criatividade em Matemática para a estruturação de trabalho pedagógico junto a alunos da Educação Básica. São evidenciados itens de testes que requerem habilidades no campo aritmético, por sua abrangência e aplicações em todas as áreas da Matemática.

2 Referencial teórico

O ensino de Matemática possui dois grandes objetivos: preparar o indivíduo para a cidadania e prepará-lo para uma carreira que se ancora nas áreas das ciências e da tecnologia. Para alcançar essas metas, é necessário que o estudo de Matemática seja estimulado por meio de abordagens e exemplos que a tornem interessante e útil, considerando a história da humanidade e, simultaneamente, se atente ao mundo atual (D'Ambrosio, 2005). Para o autor, a missão do professor é organizar as situações de ensino para atingir os objetivos maiores da Educação, que são: “possibilitar a cada indivíduo atingir seu potencial criativo” e “estimular e facilitar a ação comum, com vistas a viver em sociedade” (D'Ambrosio, 2005, p. 37).

O *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 2000), nos *Principles and Standards for School Mathematics*, destacou quatro elementos para indicar o papel da Matemática na vida das pessoas:

Matemática para a vida. Saber Matemática pode ser satisfatório a nível pessoal e constituir uma forma de poder. Os conhecimentos básicos necessários para a vida cotidiana possuem, cada vez mais, um caráter matemático e tecnológico. Por exemplo, tomar decisões sobre aquisições, escolher seguros ou planos de saúde, e votar conscientemente são ações que requerem uma certa competência quantitativa.

Matemática enquanto parte da herança cultural. A Matemática constitui uma das maiores aquisições culturais e intelectuais da espécie humana e os cidadãos deverão desenvolver apreço e compreensão dessa aquisição, incluindo os seus aspectos estéticos e, até mesmo, lúdicos.

Matemática para o local de trabalho. Tal como se verificou para o nível de matemática necessário para uma cidadania consciente, também níveis de raciocínio e de resolução de problemas exigidos no local de trabalho, em áreas profissionais, desde a saúde ao design gráfico, aumentaram extraordinariamente.

Matemática para a comunidade científica e tecnológica. Muito embora todas as áreas profissionais exijam fundamentos de Matemática, algumas exigem uma Matemática mais aprofundada. Cada vez mais alunos deverão seguir uma via educativa que os prepare para a vida enquanto matemáticos, estatísticos,

engenheiros e cientistas etc. (NCTM, 2000, p. 4)

Considerando a relevância da Matemática na vida cotidiana e a importância de promover uma educação que desperte o potencial criativo dos alunos, impõe-se o desafio de promover uma Educação Matemática que incorpore esses elementos na organização do trabalho pedagógico das escolas. Do ponto de vista das orientações curriculares brasileiras, uma das competências gerais da Educação Básica, expressa na Base Nacional Comum Curricular — BNCC (Brasil, 2017), é

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (p. 9).

A despeito da evidência dada à criatividade na BNCC, o documento não apresenta uma compreensão sobre o que constitui esse constructo, tampouco indica elementos que possam favorecer o desenvolvimento no ambiente escolar (Fonseca e Gontijo, 2020). Constatando essa lacuna, serão descritos brevemente alguns elementos históricos e conceituais das pesquisas sobre criatividade em Matemática.

Estudos relacionados à criatividade matemática começaram a surgir no início do século XX, por meio das contribuições de Henri Poincaré (Hadamard, 1954; Sriraman, 2004; Poincaré, [1904] 1995). Poincaré (1995) observou que a mente trabalha de duas maneiras: inconsciente e conscientemente. O trabalho consciente conduz ao trabalho inconsciente — aquele que aponta soluções após um longo período de descanso. A partir disso, o autor procurou compreender melhor os hábitos dos matemáticos da época e publicou, no periódico francês *L'Enseignement Mathématique*, um questionário com 30 itens, cujo objetivo era identificar o processo de criação em Matemática dos matemáticos e quais os fatores que contribuíam para esse processo (Hadamard, 1954).

Poincaré (1995) concluiu que existem dois tipos de matemático: os *analistas*, guiados pela lógica, e os *geômetras*, guiados pela intuição. Para ele, os dois tipos de espírito são necessários para o avanço da ciência, entretanto, admite que a intuição é um elemento com mais destaque no processo de criação em Matemática, e cada pessoa apresenta um nível de intuição diferente (Poincaré, 1995).

A partir dessas reflexões, outros estudiosos se empenharam em entender esses processos. Jacques Hadamard (1954), por exemplo, inspirado nos trabalhos de Wallas (1926) e Poincaré ([1904] 1995), buscou aprofundar os aspectos relativos ao processo criativo em Matemática, descrevendo-o em quatro etapas: preparação, incubação, iluminação (ou *insight*) e verificação.

Haylock (1987), por sua vez, apresentou a criatividade em Matemática como a habilidade de formulação de problemas, invenção de teoremas, dedução de fórmulas e métodos originais para resolver problemas. Lev-Samir e Leikin (2013) definiram a criatividade em Matemática como a capacidade cognitiva de geração de diferentes soluções para um mesmo problema. Kattou *et al.* (2013) associaram a criatividade matemática à competência de resolver problemas indutivos e dedutivos e à capacidade de compreender as diferenças e semelhanças entre objetos/elementos matemáticos.

A fim de investigar as relações entre habilidade matemática — uma construção multidimensional que leva em consideração habilidades quantitativa, causal, espacial, qualitativa e indutiva/dedutiva — e criatividade em Matemática — definida como uma

característica específica do domínio —, Kattou *et al.* (2013) aplicaram testes para alunos de 9 a 12 anos, a fim de analisar e compreender como esses dois elementos interagem.

Foram estabelecidos três modelos: no primeiro, habilidade matemática e criatividade em Matemática seriam correlacionadas. No segundo modelo, a habilidade matemática seria um subcomponente da criatividade em Matemática e, no terceiro, a criatividade em Matemática, em conjunto com outras habilidades — espacial, quantitativa, qualitativa, causal e indutiva/dedutiva —, seria um subcomponente da habilidade matemática (Kattou *et al.*, 2013).

Utilizando análise fatorial confirmatória, análise de classe latente e análise de variância, tomaram o terceiro modelo como o mais adequado, colocando a criatividade em Matemática como pré-requisito para o desenvolvimento da habilidade matemática e ilustrando, por meio da análise de dados, que alunos com pontuações mais altas nos testes de habilidade matemática foram também os mais criativos (Kattou *et al.*, 2013).

Alguns autores destacaram que a automatização do comportamento dos alunos em relação aos problemas matemáticos pode dificultar o desenvolvimento da criatividade, assim como o pouco tempo destinado à solução desses problemas (Almouloud, 2007; Mann, 2005; Harpen e Sriraman, 2013; Vasconcelos, 2002).

Gontijo (2007), considerando a diversidade de conceitos na literatura acerca do que caracteriza a criatividade em Matemática, propôs uma definição com o intuito de fundir aspectos anteriormente propostos por outros pesquisadores. Para o autor, criatividade em Matemática é a

capacidade de apresentar inúmeras possibilidades de solução apropriadas para uma situação problema, de modo que estas focalizem aspectos distintos do problema e/ou formas diferenciadas de solucioná-lo, especialmente formas em comum (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. 37).

Com a finalidade de estimular e avaliar a criatividade em Matemática, diferentes estratégias foram propostas para o desenvolvimento das atividades escolares, com predominância de três tipos: resolução de problemas, elaboração de problemas e redefinição de problemas (Gontijo, 2007; Haylock, 1997).

A resolução de problemas ocorre com a introdução de problemas abertos no ambiente escolar, ou seja, problemas que não precisam da aplicação direta de algum algoritmo ou fórmula e que possibilitem que o aluno chegue a várias respostas. A elaboração de problemas ocorre pela formulação, resolução e aprimoramento, isto é, o indivíduo consegue reconhecer problemas em questões que envolvem situações matemáticas e consegue expressá-los de forma aprimorada. A redefinição de um problema pode ser explicada como uma atividade em que o aluno redefine os elementos de uma situação em termos de seus atributos matemáticos, ou seja, estimula o aluno a encarar o problema sob outra perspectiva, encontrando soluções criativas (Gontijo, 2007; Haylock, 1997).

Outro fator importante em relação à criatividade em Matemática é a avaliação. Essa pode ser realizada no cotidiano escolar, analisando as produções dos alunos a fim de verificar aquelas que representam caminhos inovadores ou inusitados para encontrar a solução de um problema. Também pode ser realizada por meio da aplicação de testes estruturados. Entretanto, os testes possuem, em sua gênese, um interesse em identificar alunos talentosos ou com altas

habilidades no campo da Matemática, podendo ser aplicados, inclusive, em turmas comuns nas escolas com vistas a conhecer características do pensamento criativo — fluência, flexibilidade e originalidade de pensamento — nas produções dos alunos.

Nesse contexto, vários testes foram criados em diferentes países para avaliar a criatividade em Matemática (Balka, 1974; Carvalho, 2015; Gontijo, 2007; Haylock, 1987, 1997; Kattou *et al.*, 2013; Lee, Hwang e Seo, 2003; Fonseca, 2015).

Sobre os testes, esses buscam avaliar: a fluência de pensamento, que representa a quantidade de ideias diferentes geradas e que são soluções adequadas para os problemas propostos; a flexibilidade, que se relaciona com a quantidade de categorias diferentes em que se podem classificar as soluções geradas; e a originalidade de pensamento, que se refere à não convencionalidade das ideias geradas, isto é, soluções originais adequadas que se sobressaem do grupo de soluções apresentadas pelo grupo de alunos de uma turma investigada (Gontijo, 2007).

Associado à análise das características do pensamento criativo — fluência, flexibilidade e originalidade de pensamento —, Balka (1974) estabeleceu alguns critérios para avaliar a criatividade em Matemática: a formulação de hipóteses, cujo propósito seja avaliar situações matemáticas; a avaliação de ideias matemáticas não usuais a partir da reflexão sobre suas implicações em situações matemáticas; a percepção de problemas a partir de situações matemáticas a ponto de formular novas questões que viabilizem respondê-los; a elaboração de problemas específicos por meio de um problema matemático geral; o rompimento do quadro mental *estático* à medida que o indivíduo busca soluções para diferentes problemas matemáticos; e a elaboração de modelos que visam solucionar situações matemáticas.

Com o intuito de aperfeiçoar os critérios de avaliação da criatividade em Matemática, Leikin, Levav-Waynberg e Guberman (2011) desenvolveram um modelo para pontuar o desempenho dos alunos nos testes com problemas de múltiplas soluções, considerando a originalidade, a fluência e a flexibilidade das respostas obtidas. As autoras consideraram as possibilidades de pontuação a partir do modo de resolução dos problemas e tamanho/natureza dos grupos em questão.

Gontijo (2007), após estruturar um teste com 6 questões, também buscou classificar as soluções apresentadas e decidiu contabilizar fluência por meio do “número de problemas matemáticos solucionáveis”; flexibilidade por meio do “número de categorias constituídas em função do número de relações semânticas envolvidas em cada resposta”; e originalidade por meio da “raridade relativa dos problemas propostos” (p. 157-158).

Ainda, em Carvalho (2015) é proposta uma estrutura para calcular um coeficiente relacionado à criatividade em Matemática. A criação de instrumentos para medir a criatividade em Matemática é importante para definir estratégias direcionadas a professores, de modo que esses busquem formas de trabalho que estimulem o potencial criativo de seus alunos (Gontijo *et al.*, 2018).

O uso de problemas abertos para estimular e avaliar o pensamento criativo em Matemática visa, entre outros fatores, desenvolver a fluência processual dos alunos. Essa fluência refere-se à

capacidade de aplicar procedimentos de forma eficiente, flexível e precisa; transferir procedimentos para diferentes problemas e contextos; construir ou modificar procedimentos de outros procedimentos; e reconhecer quando uma estratégia ou procedimento é mais apropriado para ser aplicado do que outro (NCTM, 2023, p. 1).

O NCTM se apoia em quatro princípios considerados ações necessárias para garantir que cada aluno tenha acesso e desenvolva fluência processual. Esses princípios se aplicam a todo o currículo dos Ensinos Fundamental e Médio, incluindo fatos básicos, números inteiros, multidígitos e números racionais. Também se apõem a outros procedimentos ao longo do currículo, como comparar frações, resolver proporções ou equações e analisar transformações geométricas. Os quatro princípios são:

- A compreensão conceitual deve preceder e coincidir com a instrução sobre procedimentos.
- A fluência processual requer um repertório de estratégias.
- Os fatos básicos devem ser ensinados usando relações numéricas e estratégias de raciocínio, não a memorização.
- A avaliação deve atender aos componentes da fluência e às características dos alunos (NCTM, 2023, p. 2).

De modo a focar a análise aqui empreendida, elegeu-se a Aritmética — área da Matemática que explora as operações numéricas e que se faz importante por sua elementaridade, uma vez que suas regras e princípios são necessários em todas as outras áreas da Matemática, bem como no cotidiano. A BNCC destaca que

a Matemática não se restringe apenas à quantificação de fenômenos determinísticos — contagem, medição de objetos, grandezas — e das técnicas de cálculo com os números e com as grandezas, pois também estuda a incerteza proveniente de fenômenos de caráter aleatório. A Matemática cria sistemas abstratos, que organizam e inter-relacionam fenômenos do espaço, do movimento, das formas e dos números, associados ou não a fenômenos do mundo físico. Esses sistemas contêm ideias e objetos que são fundamentais para a compreensão de fenômenos, a construção de representações significativas e argumentações consistentes nos mais variados contextos (Brasil, 2017, p. 265).

O documento propõe uma divisão da Matemática em unidades temáticas, sendo a primeira delas denominada Números. Essa unidade busca trabalhar os conceitos da Aritmética, objetivando o desenvolvimento do pensamento numérico e da construção da noção de número — considerada fundamental na Matemática, assim como em outras áreas. Essas noções são ampliadas e aprofundadas em situações que envolvem as demais unidades temáticas: Álgebra, Geometria, Grandezas e Medidas e Probabilidade e Estatística (Brasil, 2017).

Além disso, essa unidade temática favorece a interdisciplinaridade e envolve dimensões culturais, sociais, políticas, psicológicas e econômicas. Essas são questões que promovem o desenvolvimento de competências pessoais e sociais dos alunos, os quais se tornam capazes de construir contextos para as aplicações de conceitos matemáticos (Brasil, 2017).

Com base nesse referencial teórico, foi possível mapear itens de alguns testes elaborados para avaliar a criatividade em Matemática — desenvolvidos por pesquisadores de diferentes países (Akgul e Kavaci, 2016; Balka, 1974; Carvalho, 2015; Dunn, 1975; Fonseca, 2015; Gontijo, 2007; Gontijo; Fleith, 2010; Harpen e Sriraman, 2013; Kattou *et al.*, 2013; Kim, Cho e Ahn, 2003; Lee, Hwang e Seo, 2003; Leikin e Lev, 2007; Livne, Livne e Milgram, 1999; Nikmah, 2017; Pitta-Pantazzi, Sophocleous e Christou, 2013; Silver e Cai, 1996; Walia e Walia, 2017). Também foi possível classificá-los, utilizando uma metodologia detalhada na próxima seção.

3 Metodologia

A fim de identificar testes de criatividade em Matemática nas produções acadêmicas, optou-se por realizar um mapeamento como estratégia metodológica para o desenvolvimento deste trabalho. Para tanto, foram realizadas consultas na Biblioteca Virtual de pesquisas em Pensamento Crítico e Criativo em Matemática¹, que reúne um amplo acervo bibliográfico e audiovisual sobre o assunto, disponível no portal do Grupo PI — Pesquisas e Investigações em Educação Matemática.

De acordo com Fiorentini *et al.* (2016), mapeamento de pesquisas é um processo de levantamento e descrição das informações de pesquisas sobre um campo específico. Neste estudo, recolheram-se itens presentes em testes que avaliam os níveis de criatividade em Matemática, analisando as habilidades do pensamento criativo. Os testes observados foram elaborados por pesquisadores que os aplicaram para grupos de alunos de determinada etapa escolar e relataram a experiência em artigos, dissertações e teses. Os itens de alguns testes foram adaptados de testes mais antigos, o que justifica o motivo pelo qual foram encontradas algumas similaridades entre as pesquisas realizadas em diferentes países, considerando níveis escolares específicos.

Para a seleção desses itens, consideraram-se as criações originais e as adaptações como sendo os mesmos itens, o que não prejudicou encontrar variedade nos estudos a que se teve acesso. Os itens foram selecionados a partir de um total de 17 trabalhos que traziam referências a testes — 12 artigos, 2 dissertações e 3 teses — publicados na Alemanha, Brasil, Coreia do Sul, Estados Unidos, Holanda, Índia, Inglaterra e Turquia.

Inicialmente, categorizaram-se os itens em função dos tópicos de Matemática abordados em suas formulações, enquadrando-os em uma das seguintes áreas: Geometria, Álgebra e Aritmética. Na sequência, foram classificados conforme as estratégias para o desenvolvimento da criatividade em Matemática: resolução de problemas, elaboração de problemas e redefinição de um problema. Em paralelo, foram destacadas potencialidades do uso desses itens para a prática pedagógica em sala de aula. Ressalta-se que, neste artigo, serão discutidos itens que avaliam o pensamento criativo em Matemática no campo da Aritmética.

4 Resultados e análises/discussões

Nos 17 trabalhos analisados, foram mapeados 39 itens no total, sendo 16 na área de Aritmética, 6 na área de Álgebra e 17 na área de Geometria. Quanto às estratégias para o desenvolvimento da Criatividade em Matemática, os itens se dividem em 8 de Resolução de Problemas, 10 de Elaboração de Problemas e 21 de Redefinição de Problemas.

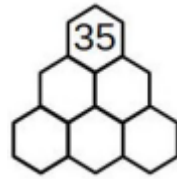
Tendo em vista que as análises deste estudo se concentram na categoria Aritmética, foram incluídos os itens que requerem dos respondentes habilidades de resolver problemas que envolvam calcular com diferentes tipos de números, elaborar problemas cuja solução decorre da realização de operações aritméticas e reorganizar números em função de suas características e/ou atributos.

A seguir, são apresentados os itens que envolvem a resolução de problemas.

Quadro 1: Resolução de Problemas

Olhe para o número que está no topo das pirâmides. Todas as células devem conter apenas um número. Cada número da pirâmide pode ser calculado pela realização de uma mesma operação com dois números que aparecem abaixo dela. Preencha as células da pirâmide, mantendo no topo o número 35. Tente encontrar o máximo de soluções possíveis.

¹ Disponível em: <https://bit.ly/pensamentocriticoecriativoemmatematica>.



Fonte: Kattou *et al.* (2013, p. 172)

Quadro 2: Resolução de Problemas

Dois números ímpares somam 20. Quais podem ser esses números?

Fonte: Bishop (1968) *apud* (Dunn, 1975, p. 330)

Quadro 3: Resolução de Problemas

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 seguintes operações aritméticas: adição, subtração, multiplicação, divisão, raiz quadrada, fatorial etc. Não é necessário usar todas as operações em cada solução apresentada.

Fonte: Livne, Livne e Milgram (1999, p. 237-238)

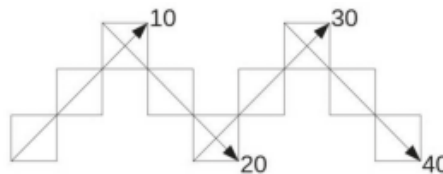
Quadro 4: Resolução de Problemas

Sabendo que $(p+q)(r+s) = 36$, encontre p , q , r e s .

Fonte: Bishop (1968) *apud* Dunn (1975, p. 330)

Quadro 5: Resolução de Problemas

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



Fonte: Fonseca (2015, p. 59)

Os itens a seguir referem-se à elaboração de problemas.

Quadro 6: Elaboração de Problemas

Imagine que você está no recreio da escola. Tem algumas crianças brincando de correr, outras de pular corda, outras pintando. Também tem crianças comprando lanche e outras situações que você imaginar. Pensando nesse cenário, elabore tantos problemas matemáticos quanto você conseguir. Crie problemas bem interessantes. Serão fornecidas linhas suficientes para que você possa criar o maior número de problemas possíveis. Procure, também, elaborar problemas originais, ou seja, pense em problemas que seus colegas não poderiam imaginar.

Fonte: Carvalho (2015, p. 108)

Quadro 7: Elaboração de Problemas

Faça perguntas como no exemplo abaixo, que exige que você encontre duas incógnitas. Certifique-se de que as informações fornecidas em sua pergunta sejam adequadas para encontrar as incógnitas desejadas. Verifique se o problema está correto. Você não precisa escrever a resposta para sua

pergunta. Se o espaço fornecido abaixo não for suficiente, você pode usar o verso do papel.
Exemplo: A idade de Ali é três vezes a idade de Ahmet. A soma das idades dos dois é 48. Qual é a idade de cada um deles?

Fonte: Akgul e Kahveci (2016, p. 63)

Quadro 8: Elaboração de Problemas

Elabore problemas cujas soluções seguem as mesmas operações aritméticas. Escreva o máximo de problemas que puder. Primeiro, decida sobre a solução e, em seguida, defina as perguntas adequadas para a solução.

Fonte: Akgul e Kahveci (2016, p. 63)

Quadro 9: Elaboração de Problemas

Elabore três diferentes questões que possam ser respondidas a partir da seguinte informação: Paulo, Tiago e Antônio retornavam, de automóvel, para suas casas depois de uma viagem. Antônio dirigiu 140 km a mais que Tiago. Tiago dirigiu duas vezes o percurso percorrido por Paulo. Paulo dirigiu 90 km.

Fonte: Akgul e Kahveci (1996, p. 525, com adaptações para o contexto brasileiro)

Quadro 10: Elaboração de Problemas

Considere a seguinte situação:

O contrato de locação do carro custaria a ele R\$ 900,00 por mês durante 18 meses e o carro deveria passar por uma revisão a cada 3000 quilômetros rodados, a uma taxa de R\$ 120,00 cada revisão.

Elabore o máximo de problemas que conseguir envolvendo as informações apresentadas. Não é necessário resolver os problemas elaborados.

Fonte: Dunn (1975, p. 329, com adaptações para o contexto brasileiro)

Quadro 11: Elaboração de Problemas

Escreva perguntas tendo como resposta 20 centavos.

Fonte: Akgul e Kahveci (1975, p. 330)

A seguir serão apresentados os itens que requerem a redefinição de problemas.

Quadro 12: Redefinição de Problemas

Liste todas as coisas que poderiam acontecer sob a seguinte situação matemática: a utilização de um sistema de numeração de base 14, em vez de o nosso sistema de numeração tradicional de base 10.

Fonte: Balka (1974, p. 149)

Quadro 13: Redefinição de Problemas

Use os números abaixo para construir grupos de quatro números com características comuns. Use sua imaginação para criar os grupos e explique o motivo pelo qual você colocou os números no mesmo grupo. Crie o maior número de grupos que você puder.

2 3 4 5 7 9 10 15 21 25 28 49

Fonte: Pitta-Pantazi, Sophocleous e Christou (2013, p. 213)

Quadro 14: Redefinição de Problemas

Escreva três problemas com podem ser resolvidos com a operação $51 \div 4$ e que tenham três soluções corretas diferentes, iguais a:

a) $12\frac{3}{4}$

b) 13

c) 12

Fonte: Simon (1993, apud Pitta-Pantazzi *et al.*, 2012, p. 203)

Quadro 15: Redefinição de Problemas

Considere os números inteiros de 2 a 16 (inclusive o 2 e o 16) e escreva os diversos subconjuntos que você puder estabelecer envolvendo estes números, indicando a regra para a formação de cada um deles, isto é, indicando as características que os números possuem e que fazem com que possam estar em um mesmo subconjunto.

Fonte: Gontijo (2007, p. 91)

Quadro 16: Redefinição de Problemas

O primeiro item do teste pede para que o aluno use os símbolos $+$, $-$, \times , \div , e $()$, se necessário, para escrever o maior número possível de equações verdadeiras com três números dados em uma determinada ordem e um sinal de igualdade. Isso parece uma tentativa de traduzir em termos matemáticos o item padrão do pensamento divergente, mas de maneira verbal, “De quantas formas você pode usar um tijolo?”. Se os três números dados fossem 2, 3 e 8, então as possíveis respostas incluem:

a) $2^3 - 8 = 0$

b) $2 \times 3 + 8 = 14$

c) $\frac{2}{3} \div 8 = \frac{1}{12}$

Fonte: Dunn (1975, p. 328)

Em Gontijo (2007) há alguns exemplos de respostas dadas por alunos que realizaram o teste de Criatividade em Matemática elaborado pelo autor. Os itens encontrados no teste (Gontijo, 2007) foram apresentados neste artigo como item 3 da categoria Resolução de Problemas (Quadro 3), item 4 da categoria Elaboração de Problemas (Quadro 9) e item 4 da categoria Redefinição de Problemas (Quadro 15).

O item 3 (Quadro 3) apresentou 59 respostas e, nele, foram relatadas diferentes frequências para cada uma delas. A resposta com maior frequência foi $\frac{4}{4} \cdot \sqrt{4} \cdot \sqrt{4} = 4$ — incluindo variações que não alteram a expressão —, tendo aparecido 64 vezes. Outras respostas comuns entre os alunos foram:

- $\sqrt{4} + \sqrt{4} + 4 - 4 = 4;$
- $4 - \sqrt{4} + 4 - \sqrt{4} = 4;$
- $\frac{4 \cdot \sqrt{4}}{4} + \sqrt{4} = 4.$

Por outro lado, foram obtidas 28 respostas únicas, como:

- $\frac{\sqrt{4}^{\sqrt{4}}}{4} \cdot 4 = 4;$
- $\left(\frac{4!}{4!}\right)^4 \cdot 4 = 4;$
- $4^{\frac{\sqrt{4}}{4}} + \sqrt{4} = 4;$
- $\frac{4!}{4} - (\sqrt{\sqrt{4}} \cdot \sqrt{\sqrt{4}}) = 4.$

Com base nesses exemplos, observa-se que as respostas mais frequentes utilizam as quatro operações básicas e focam em utilizar elementos inversos mais triviais, enquanto as respostas únicas exploram diferentes representações numéricas e suas relações, demonstrando maior criatividade. Vale mencionar que a variedade de operações aritméticas que podem ser empregadas pode contribuir para o desenvolvimento da fluência processual destacada pelo

NCTM (2023).

Dessa forma, no cenário escolar — especificamente no ambiente sala de aula —, o uso desse item pode se tornar elemento provocador para o desenvolvimento da fluência, da flexibilidade e da originalidade de pensamento. Isso em razão de estimular os alunos a produzir diferentes respostas, a utilizar diferentes estratégias/categorias para resolvê-las e a formularem respostas incomuns quando comparadas em cada grupo.

Adicionalmente, reconhecendo a dificuldade que muitos alunos podem apresentar inicialmente quando em contato com o referido item, os professores podem fazer uso do que Bezerra, Gontijo e Fonseca (2020, p. 94) chamaram de *feedback* criativo, isto é, um retorno “cuja intenção é o desenvolvimento do potencial criativo”. Uma das possibilidades consiste na elaboração de perguntas que incentivem os alunos a se manterem em constante movimento cognitivo, promovendo seu engajamento nas atividades propostas. Um exemplo de como esse tipo de abordagem pode ser materializado foi apresentado por Fonseca e Gontijo (2020).

Quanto ao item 4 da Elaboração de Problemas (Quadro 9), esse apresentou 72 respostas e repetições menores em relação ao item anterior. A resposta com maior frequência foi “*Quantos km Tiago dirigiu?*”, seguida por “*Quantos km Antônio dirigiu?*”. Apresentando frequências intermediárias, foram obtidas respostas como “*Quem dos três dirigiu mais?*”, “*Quantos km os três percorreram juntos?*” e “*Quanto Antônio dirigiu mais que Paulo?*”.

Em relação às respostas únicas, foi obtido um total de 52 e, como exemplo, observou-se: “*Se Antônio voltava duas vezes mais rápido do que Tiago, quem chegou primeiro em casa?*”, “*Sabendo que as velocidades médias de Paulo, Tiago e Antônio eram, respectivamente, 45km/h, 60km/h e 120m/h, quem chegou primeiro em casa?*”, “*Qual a razão entre os percursos de Antônio e Tiago?*” e “*Se o carro, antes do percurso, marcava 15.000 km rodados, após o percurso ele marcaria quanto?*”.

Notou-se que as respostas mais frequentes foram elaboradas de maneira mais simples, sem muitos detalhes. Por outro lado, as respostas únicas foram mais específicas e pedem por análises mais críticas.

O item 4 da Redefinição de Problemas apresentou 86 respostas. As classificações mais frequentes envolveram números pares (maior frequência), números ímpares, números primos, múltiplos e divisores de 3, múltiplos e divisores de 4, múltiplos e divisores de 5 e quadrados perfeitos. As menores frequências, no entanto, trouxeram classificações menos convencionais e que, por vezes, envolviam mais de um processo, como: “*divididos por 2 têm resultado par*”, “*números escritos com 4 letras*”, “*múltiplo de 3 e 5 simultaneamente*”, “*raízes da equação $x^2 - 4x + 3 = 0$* ” e “*O número seguinte é sempre a soma dos dois anteriores*”.

5 Síntese dos resultados

Com base na análise dos itens, verificou-se que os itens de Resolução de Problemas podem se adaptar à sala de aula por meio de atividades que requerem múltiplas soluções ou uma única solução alcançada por várias estratégias. Além disso, por ser um tipo de item que consegue ser avaliado como certo ou errado — mesmo que possua diferentes soluções —, pode ser aplicado em atividades de avaliação ou exposição para que os alunos comparem seus resultados, estimulando e, simultaneamente, avaliando sua criatividade.

Em paralelo, os itens de Elaboração de Problemas são adaptáveis para a realidade dos alunos e não necessariamente se faz julgamento de certo ou errado, o que faz com que a categoria tenha mais liberdade em sua proposta e realização tanto para o professor quanto para os alunos. As atividades podem ser realizadas ao ar livre ou em espaços além da sala de aula, a fim de que os alunos consigam explorar objetos ou situações presentes no seu cotidiano e que,

por vezes, passam despercebidos, identificando a Matemática no mundo real. Ademais, pode-se relacionar com a categoria de Resolução de Problemas, uma vez que, assim que os problemas estiverem prontos, os alunos podem trocar entre si e resolver os que foram elaborados pelos colegas.

Por fim, os itens de Redefinição de Problemas que, entre os mapeados, foram a maioria, podem ser utilizados em sala de aula a fim de que os alunos olhem para os problemas sob pontos de vista diferentes, incentivando o pensamento divergente. Esses itens podem ser utilizados em atividades que trazem objetos lúdicos, pois facilitam a visualização de novas perspectivas; atividades em grupos, uma vez que geram a discussão de ideias; ou mesmo no formato de apresentação, para que os alunos compartilhem seus pensamentos.

Em síntese, os itens não precisam ser aplicados diretamente em sala de aula, mas possuem potencialidade de inspiração aos professores para a geração de novas atividades, sejam em formato escrito, sejam por meio de dinâmicas. Esses itens podem, inclusive, contribuir para que os professores se inspirem para estruturar oficinas inteiras, conforme o modelo apresentado em Fonseca e Gontijo (2021).

6 Considerações finais

Os itens supramencionados podem ser utilizados nas práticas de sala de aula, em atividades capazes de conduzir os alunos para seu próprio cotidiano. Um exemplo disso é o item 1 da seção de Elaboração de Problemas, em que os alunos, em vez de apenas imaginarem estar no recreio da escola, realmente podem ser levados para fora de sala de aula a fim de explorar os espaços da escola e criar problemas a partir de sua realidade.

Além disso, traz liberdade ao professor para utilizar diferentes tipos de atividades de acordo com o proposto pela escola. Essas atividades podem variar desde propostas simples, que exigem apenas reflexões individuais ou discussões em grupos, até atividades mais complexas, que envolvem a confecção de trabalhos para apresentação ou que requerem avaliações escritas.

Uma das limitações identificadas na pesquisa foi a pouca quantidade de itens encontrados, visto que muitos autores se inspiraram em trabalhos anteriores na elaboração de seus testes. Como consequência, mesmo possuindo um arquivo pessoal extenso de trabalhos que incluem testes de Criatividade em Matemática, observou-se uma recorrência de itens semelhantes, com adaptações pontuais ou, em alguns casos, idênticos.

Além disso, foi percebida a escassez de itens de Álgebra se comparados com os de Aritmética e de Geometria, o que limitou as observações em torno dessa área temática — considerada essencial para a construção do pensamento algébrico. Em relação às categorias dos itens, foram identificados poucos itens de Resolução de Problemas, se comparados com a Elaboração e a Redefinição de Problemas. Isso ocorre em virtude de a Elaboração e a Redefinição serem categorias que oferecem mais liberdade aos professores em suas propostas e aos alunos em suas respostas.

Nesse contexto, futuras pesquisas podem ser empreendidas em relação à utilização efetiva desses itens em sala de aula. O desenvolvimento de novos itens, a adaptação dos já existentes e sua seleção em quantidade equilibrada permitem a implementação em turmas da Educação Básica por meio de atividades integradas à rotina dos alunos. Com isso, torna-se possível observar os resultados obtidos e analisar de que forma o desenvolvimento do potencial criativo pode contribuir para a aprendizagem em Matemática.

Considerando que a criatividade está começando a ser incorporada no ambiente escolar aos poucos, esse tipo de pesquisa de mapeamento de itens e análise de sua utilização é relevante para apresentar essa habilidade. Além disso, elas exemplificam como a criatividade pode ser

aplicada a partir de itens advindos de testes publicados por pesquisadores da área. Esse tipo de estudo também oferece orientações valiosas para educadores que buscam implementar a Criatividade no contexto da Matemática, que ainda é tida como uma matéria desinteressante quando ensinada de maneira obsoleta e em contextos de pouca utilidade na realidade do século XXI (D'Ambrosio, 2005).

Nota

A revisão textual (correções gramatical, sintática e ortográfica) deste artigo foi custeada com verba da *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais* (Fapemig), pelo auxílio concedido no contexto da Chamada 8/2023.

Referências

AKGUL, Savas; KAHVECI, Nihat Gurel. A Study on the development of a Mathematics creativity scale. *Eurasian Journal of Educational Research*, v. 16, n. 62, p. 57-76, 2016.

ALMOULOUD, Saddo Ag. *Fundamentos da Didática da Matemática*. Curitiba: Editora UFPR, 2007.

BALKA, Don Stephen. *The development of an instrument to measure creative ability in Mathematics*. 1974. 228f. Thesis (Doctorate in Education, Curriculum and Development). University of Missouri. Columbia.

BEZERRA, Wescley Well Vicente; GONTIJO, Cleyton Hércules; FONSECA, Mateus Gianni. Promovendo a criatividade em Matemática em sala de aula por meio de feedbacks. *Acta Scientiae*, v. 23, n. 1, p. 1-17, 2021. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.6213>

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. *Inep inicia aplicação do Pisa 2022 no Brasil*. Brasília: MEC/Inep, 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil e Ensino Fundamental*. Brasília: MEC/SEB, 2017.

CARVALHO, Alexandre Tolentino. *Criatividade compartilhada em Matemática: do ato isolado ao ato solidário*. 2019. 350f. Tese (Doutorado em Educação). Universidade de Brasília. Brasília.

CARVALHO, Alexandre Tolentino. *Relações entre criatividade, desempenho escolar e clima para criatividade nas aulas de Matemática de estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental*. 2015. 132f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade de Brasília. Brasília.

D'AMBROSIO, Ubiratan. A Matemática como prioridade numa sociedade moderna. *Dialogia*, v. 4, p. 31-44, 2005. <https://doi.org/10.5585/dialogia.v4i0.869>

DUNN, James A. Tests of creativity in Mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, v. 6, n. 3, p. 327-332, 1975.

FIORENTINI, Dario; GRANDO, Regina Célia; MISKULIN, Rosana Giaretta Sguerra; CRECCI, Vanessa Moreira; LIMA, Rosana Catarina Rodrigues; COSTA, Marina Carravero. O professor que ensina matemática como campo de estudo: concepção do projeto de pesquisa. In: FIORENTINI, Dario; PASSOS, Carmem Lúcia Brancaglioni; LIMA, Rosana Catarina Rodrigues. (Org). *Mapeamento da pesquisa acadêmica brasileira sobre o professor que ensina*

Matemática. Campinas: FE/UNICAMP, 2016, p. 17-41.

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

FONSECA, Mateus Gianni. *Construção e validação de instrumento de medida de criatividade no campo da Matemática para estudantes concluintes da Educação Básica*. 2015. 104f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade de Brasília. Brasília.

FONSECA, Mateus Gianni; GONTIJO, Cleyton Hércules. Infográfico: Colocando em ação o pensamento crítico e criativo em Matemática. 2020.^[7]

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*, v. 14, n. 34, p. 1-18, 2021. <https://doi.org/10.46312/pem.v14i34.12515>

FONSECA, Mateus Gianni; GONTIJO, Cleyton Hércules. Pensamento crítico e criativo em Matemática em diretrizes curriculares nacionais. *Ensino em Re-Vista*, v. 27, n. 3, p. 956-978, set./dez. 2020. <http://dx.doi.org/10.14393/ER-v27n3a2020-8>

GONTIJO, Cleyton Hércules. *Relações entre criatividade, criatividade em Matemática e motivação em Matemática de alunos do Ensino Médio*. 2007. 194f. Tese (Doutorado em Psicologia). Universidade de Brasília. Brasília.

GONTIJO, Cleyton Hércules; CARVALHO; Alexandre Tolentino; FONSECA, Mateus Gianni; FARIAS, Mateus Pinheiro. *Criatividade em Matemática: conceitos, metodologias e avaliação*. Brasília: Editora UnB, 2018.

GONTIJO, Cleyton Hércules; FLEITH, Denise de Souza. Avaliação da Criatividade em Matemática. In: ALENCAR, Eunice Maria Lima Soriano; BRUNO-FARIA, Maria de Fátima; FLEITH, Denise de Souza. (Org). *Medidas de criatividade: teoria e prática*. Porto Alegre: Artmed, 2010, p. 91-111.

GONTIJO, Cleyton Hércules; FONSECA, Mateus Gianni; VERTUAN, Rodolfo Eduardo. Apresentação – Pensamento criativo/criatividade em Matemática: ampliando os horizontes da pesquisa no cenário brasileiro. *Zetetiké*, v. 31, p. 1-12, 2023. <http://doi.org/10.20396/zet.v31i00.8675484>

HADAMARD, Jacques. *The psychology of invention in the mathematical field*. Mineola: Dover, 1954.

HARPEN, Xianwei Y. Van; SRIRAMAN, Bharath. Creativity and mathematical problem posing: an analysis of High School students' mathematical problem posing in China and the USA. *Education Studies in Mathematics*, v. 82, n. 2, p. 201-221, 2013. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9419-5>

HAYLOCK, Derek W. A framework for assessing mathematical creativity in school children. *Educational Studies in Mathematics*, v. 18, n. 1, p. 59-74, 1987. <https://doi.org/10.1007/BF00367914>

HAYLOCK, Derek W. Recognizing mathematical creativity in schoolchildren. *ZDM Mathematics Education*, v. 29, n. 3, p. 68-74, 1997. <https://doi.org/10.1007/s11858-997-0002-y>

KATTOU, Maria; KONTOYANNI, Katerina; PITTA-PANTAZZI, Demetra; CHRISTOU, Constantinos. Connecting mathematical creativity to mathematical ability. *ZDM Mathematics Education*, v. 45, n. 2, p. 167-181, 2013. <https://doi.org/10.1007/s11858-012-0467-1>

KIM, Hongwon; CHO, Seokhee; AHN, Doechee. Development of Mathematical creative problem solving ability test for identification of the gifted in Math. *Gifted Education International*, v. 18, n. 2, p. 164-174, 2004. <http://dx.doi.org/10.1177/026142940301800206>

LEE, Kang Sup; HWANG, Dong-jou; SEO, Jong Jin. A development of the test for mathematical creative problem solving ability. *Journal of the Korea Society of Mathematical Education*, v. 7, n. 3, p. 163-189, 2003.

LEIKIN, Roza; LEV, Miri. Multiple solution tasks as a magnifying glass for observation of mathematical creativity. *Proceedings of the 31st International Conference for the Psychology of Mathematics Education*, v. 3. Seoul, 2007, p. 161-168.

LEIKIN, Roza; LEVAV-WAYNBERG, Anat; GUBERMAN, Raisa. Employing multiple solution tasks for the development of mathematical creativity: two comparative studies. In: *Proceedings of the 7th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*. Poland, 2011, p. 1094-1103.

LEV-ZAMIR, Hana; LEIKIN, Roza. Saying versus doing: teachers' conceptions of creativity in elementary mathematics teaching. *ZDM Mathematics Education*, v. 45, n. 2, p. 295-308, 2013. <http://dx.doi.org/10.1007/s11858-012-0464-4>

LIVNE, Nava L.; LIVNE, Oren E.; MILGRAN, Roberta. Assessing academic and creative abilities in Mathematics at four levels of understanding. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, v. 30, n. 2, p. 227-243, 1999.

MANN, Eric Louis. *Mathematical creativity and school Mathematics*: indicators of mathematical creativity in Middle School students. 2005. 130f. These (Doctorate in Philosophy) University of Connecticut. Connecticut.

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

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS. *Procedural fluency*: reasoning and decision-making, not rote application of procedures position. Reston: NCTM, 2023.

NATIONAL EDUCATION ASSOCIATION. *Preparing 21st century students for a global society*: an educator's guide to "the four Cs". Washington: NEA, 2012.

NIKMAH, Ika Latifatun. Test instruments development of mathematical creative thinking ability in quadrilaterals materials for the seventh grade students. In: *Proceedings of the 3rd International Conference on Advances in Education and Social Sciences*. Istanbul, 2017, p. 200-207.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. *Framework for the assessment of creative thinking in PISA 2021 (Third Draft)*. Paris: OECD Publishing, 2019.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. *PISA 2022 Results (volume III): creative minds, creative schools*. Paris: OCDE Publishing, 2024. <https://doi.org/10.1787/765ee8c2-en>

PIIRTO, Jane. *Understanding creativity*. Scottsdale: Great Potential Press, 2004.

PITTA-PANTAZZI, Demetra; SOPHOCLEOUS, Paraskevi; CHRISTOU, Constantinos. Spatial visualizers, object visualizers and verbalizers: their mathematical creative abilities. *ZDM Mathematics Education*, v. 45, n. 2, 199-213, 2013. <http://dx.doi.org/10.1007/s11858-012-0475-1>

POINCARÉ, Henry. *O valor da ciência*. Tradução de Maria Helena Franco Martins. Rio de Janeiro: Contraponto, 1995.

SILVER, Edward A.; CAI, Jinfa. An analysis of arithmetic problem posing by Middle School students. *Journal for Research in Mathematics Education*, v. 27, n. 5, p. 521-539, 1996. <https://doi.org/10.2307/749846>

SRIRAMAN, Bharath. The characteristics of mathematical creativity. *The Mathematics Educator*, v. 14, n. 1, p. 19-34, 2004. <https://doi.org/10.63301/tme.v14i1.1868>

URBAN, Klaus K. Recent trends in creativity research and theory in Western Europe. *European Journal of High Ability*, v. 1, n. 1, p. 99-113, 1991. <https://doi.org/10.1080/0937445900010114>

VASCONCELOS, Marcelo Camargos. *Um estudo sobre o incentivo e o desenvolvimento do raciocínio lógico dos alunos através da estratégia da resolução de problemas*. 2002. 81f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

VINCENT-LANCRIN, Stéphan; GONZÁLEZ-SANCHO, Carlos; BOUCKAERT, Mathias; DE LUCA, Federico; FERNÁNDEZ-BARRERA, Meritxell; JACOTIN, Gwénäel; Urgel, Joaquin; VIDAL, Quentin. *Desenvolvimento da criatividade e do pensamento crítico dos estudantes: o que significa na escola*. São Paulo: Fundação Santillana, 2020.

WALIA, Pooja; WALIA, Puneet. Development and standardisation of mathematical creativity test. *International Journal of Advanced Research*, v. 5, n. 7, p. 1293-1300, 2017. <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/4840>

WALLAS, Graham. *The art of thought*. Londres: Butler & Tanner LTD, 1926.