



**INSTITUTO
FEDERAL**

Brasília

Instituto Federal de Brasília

Campus Estrutural

Especialização em Matemática, Educação e Tecnologias

GIULIA ALBUQUERQUE DE OLIVEIRA

**REFLEXÕES ACERCA DAS POTENCIALIDADES DOS ITENS DE TESTES DE
CRIATIVIDADE EM MATEMÁTICA PARA O TRABALHO PEDAGÓGICO EM
SALA DE AULA**

Brasília
2024

GIULIA ALBUQUERQUE DE OLIVEIRA

**REFLEXÕES ACERCA DAS POTENCIALIDADES DOS ITENS DE TESTES DE
CRIATIVIDADE EM MATEMÁTICA PARA O TRABALHO PEDAGÓGICO EM
SALA DE AULA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso Especialização em Matemática, Educação e Tecnologias do *Campus* Estrutural do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília como requisito para obtenção de título de Especialista em Matemática, Educação e Tecnologias.

Orientador(a): Prof. Dr. Mateus Gianni Fonseca

Brasília
2024

GIULIA ALBUQUERQUE DE OLIVEIRA

**REFLEXÕES ACERCA DAS POTENCIALIDADES DOS ITENS DE TESTES
DE CRIATIVIDADE EM MATEMÁTICA PARA TRABALHO PEDAGÓGICO
EM SALA DE AULA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília Campus Estrutural como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Especialista em Matemática, Educação e Tecnologias.

Aprovado em 29 de fevereiro de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **MATEUS GIANINI FONSECA**
Data: 07/03/2024 15:51:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Mateus Gianni Fonseca – orientador

Documento assinado digitalmente
 **ANA MARIA LIBÓRIO DE OLIVEIRA**
Data: 07/03/2024 15:29:17-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Ana Maria Libório de Oliveira

Documento assinado digitalmente
 **MAURO OLIVEIRA ALENCAR**
Data: 07/03/2024 14:57:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Mauro Oliveira Alencar

Brasília
2024

REFLEXÕES ACERCA DAS POTENCIALIDADES DOS ITENS DE TESTES DE CRIATIVIDADE EM MATEMÁTICA PARA O TRABALHO PEDAGÓGICO EM SALA DE AULA

Giulia Albuquerque de Oliveira*
Cleyton Hércules Gontijo**
Mateus Gianni Fonseca***

RESUMO

A criatividade tem sido apontada como uma importante habilidade na atualidade, tanto para a formação integral do indivíduo, quanto pela sua valorização no mercado de trabalho e como indutora do avanço científico e tecnológico. No que diz respeito à criatividade no campo da matemática, trata-se da capacidade de gerar múltiplas soluções ou mesmo encontrar uma solução a partir de múltiplas estratégias. Diante disso, o objetivo geral do presente estudo é refletir acerca das potencialidades de itens de testes de criatividade em matemática para o a estruturação de trabalho pedagógico junto a estudantes da educação básica. Para tanto, fez-se necessário mapear pesquisas sobre criatividade matemática desenvolvidas a partir da aplicação de testes específicos, com vistas a analisá-los em relação à estrutura dos itens (resolução, elaboração e redefinição de problemas) e conteúdos matemáticos envolvidos (Geometria, Álgebra e Aritmética), verificando o seu potencial para estimular os estudantes a desenvolverem a criatividade matemática. E, em seguida, refletir sobre suas contribuições para o trabalho pedagógico em sala de aula. Por resultados, este artigo estabeleceu relações entre os itens de testes de Criatividade em Matemática e potencialidade de suas utilizações em sala de aula, sobretudo, como instrumentos que podem contribuir para a estruturação de trabalho pedagógico dedicado a estimular o potencial crítico e criativo em matemática dos estudantes da educação básica.

Palavras-chave: criatividade em matemática; testes de criatividade; educação matemática.

1 INTRODUÇÃO

A pesquisa sobre criatividade no âmbito educacional tem se ampliado no sentido de identificar, estimular e avaliar o potencial criativo do estudante, com vistas à realização de ações pedagógicas que possibilitem o desenvolvimento de sua capacidade de solucionar problemas buscando obter diferentes respostas válidas e/ou empreendendo estratégias variadas para obtê-las. Esse tipo de pesquisa se justifica pelo fato de que, na atualidade, a criatividade tem se destacado como uma das

* Pós-graduanda em Matemática, Educação e Tecnologias no Instituto Federal de Ciência, Tecnologia e Educação de Brasília — Campus Estrutural. Licenciada em Matemática pela Universidade de Brasília e em Pedagogia pela Universidade Católica de Brasília. E-mail: giulia62382@estudante.ifb.edu.br.

**Doutor em Psicologia pela Universidade de Brasília. Mestre em Educação pela Universidade de Brasília. Licenciado em Ciências e Matemática pelo Centro Universitário de Brasília. E-mail: cleyton@mat.unb.br.

***Doutor e Mestre em Educação pela Universidade de Brasília. Graduado em Matemática pela Faculdade Santa Terezinha. E-mail: mateus.fonseca@ifb.edu.br

habilidades humanas de grande valor para o enfrentamento dos diversos desafios que as sociedades têm passado, 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 nosso planeta. Destaca-se ainda a importância da criatividade para a saúde mental das pessoas. A escola é espaço em potencial para o desenvolvimento de atividades que potencializem a criatividade dos estudantes e, para que isso ocorra, faz-se necessário mudanças no contrato didático praticado em muitas escolas, de modo a colocar o estudante como protagonista do seu processo formativo, exercendo o pensamento criativo no processo de construção do conhecimento (Gontijo; Carvalho; Fonseca; Farias, 2018).

Conforme aponta a *National Education Association*, 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” (2012, p. 24). E, como destaca Vincent-Lancrin et al. (2020, p. 14), “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 (Ministério da Educação, 2022). A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), responsável pela aplicação do Pisa, ainda não divulgou os resultados desse teste, mas, espera-se que estes possam ser usados para a promoção de políticas públicas educacionais que estimulem o pensamento criativo dos estudantes em todo o mundo. Os resultados também encorajarão 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” (OCDE, 2019, p. 7).

De acordo com o documento *PISA 2021 Mathematics Framework (Draft)* (OCDE, 2019), que detalha a avaliação de matemática no Pisa, a grande mudança na última edição em relação às anteriores é o afastamento da necessidade de executar cálculos básicos para se direcionar a um mundo que está em constante mudança e em busca de novas tecnologias. Atualmente, pensar matematicamente utilizando raciocínio matemático em conjunto com alguns conceitos que não necessariamente são ensinados explicitamente (podem até ser conceitos adquiridos pelas experiências dos próprios estudantes), tem sido primordial para preparar uma pessoa jovem para contribuir com a sociedade do século XXI, em que os cidadãos são engajados, criativos e que sabem tomar as melhores 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, sendo este um marco no estudo científico da área (Urban, 1991), o que implicou em um aumento considerável do 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, sendo sustentadas por pesquisadores como Balka (1974), Haylock (1987), Kang Sup Lee, Dong-jou Hwang, Jong Jing Seo (2003), Cleyton H. Gontijo (2007), Alexandre T. Carvalho (2015), Roza Leikin (2007; 2013), Miri Lev (2007), Maria Kattou (2013), Demetra Pitta-Pantazzi (2013), entre outros. Muitos deles trabalham com testes específicos para a criatividade em matemática.

E se testes dessa natureza contribuem para identificar e avaliar quão criativos em matemática podem ser os estudantes, quais as potencialidades deles para estimular os estudantes em sala de aula? A partir deste questionamento, surgiu o objetivo desta pesquisa, que é refletir acerca das potencialidades de itens de testes de criatividade em matemática para o a estruturação de trabalho pedagógico junto a estudantes da educação básica. Destacaremos itens de testes que requerem habilidades no campo aritmético pela abrangência desse campo 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 tais metas, é necessário que o estudo da matemática seja estimulado a partir de abordagens e exemplos que a torne interessante e útil, considerando a história ao mesmo tempo que dá atenção ao mundo atual (D'Ambrosio, 2020). Para D'Ambrosio (2020), 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” (2020, p. 2) e “estimular e facilitar a ação comum, com vistas a viver em sociedade” (2020, p. 2).

O *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 2000) destacou nos *Principles and Standards for School Mathematics*, 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.

Temos, considerando a relevância da matemática na vida cotidiana e a importância de promover uma educação que desperte o potencial criativo dos estudantes, um desafio que é promover uma educação matemática que incorpore esses elementos na organização do trabalho pedagógico das escolas. Do ponto de vista das orientações curriculares, no caso do Brasil, temos que uma das competências gerais da Educação Básica expressa na Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2018) 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 (Brasil, 2018, p. 9).

A despeito do destaque dado à criatividade na BNCC, o documento não apresenta uma compreensão sobre o que constitui esse constructo e tão pouco indica elementos que possam favorecer o desenvolvimento no ambiente escolar (Fonseca; Gontijo, 2020). Considerando essa lacuna, destacaremos 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, a partir das contribuições de Henri Poincaré (Hadamard, 1954; Sriraman, 2004). Ele percebeu que a mente trabalha de duas maneiras: o trabalho inconsciente e o trabalho consciente. De acordo com ele, o trabalho consciente nos leva ao trabalho inconsciente, que é aquele que nos traz soluções após um longo período de descanso (Poincaré, 1996). A partir disso, ele 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 contribuíam para esse processo (Hadamard, 1963/2009 apud Gontijo; Carvalho; Fonseca; Farias, 2018). Ele 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, ele admite que a intuição é um elemento com mais destaque no processo de criação em matemática, e cada pessoa apresentaria um nível de intuição diferente (Poincaré, 1995).

A partir dessas reflexões, outros estudiosos também se empenharam em entender esses processos. Jacques Hadamard (2009), por exemplo, inspirado no trabalho de Wallas (1926), 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-Zamir e Leikin (2013) definiram a criatividade em matemática como a capacidade cognitiva de geração de diferentes soluções para um mesmo problema. Kattou, Kontoyianni Pitta-Pantazi, Christou e Cleanthous (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 e colaboradores (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 correlacionados. 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. 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, a partir da análise de dados, que estudantes com pontuações mais altas nos testes de habilidade matemática foram também os mais criativos.

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 (Almoloud, 2007; Mann, 2005; Harpen; Sriraman, 2013; Vasconcelos, 2002).

Gontijo (2007, p. 37), 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, apresentando-a 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 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.

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 se dá pela 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 em várias respostas. A elaboração de problemas se dá pela formulação, a resolução e o 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 uma outra perspectiva, encontrando soluções criativas.

Outro fator importante no que diz respeito à criatividade em matemática é a avaliação. Esta pode ser realizada no cotidiano escolar, analisando as produções dos estudantes 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 de identificação de estudantes talentosos ou com altas habilidades no campo da matemática, podendo ser aplicado, inclusive, em turmas comuns nas escolas com vistas a conhecer características do pensamento criativo

(fluência, flexibilidade e originalidade de pensamento) nas produções dos estudantes. Nesse contexto, vários testes foram criados em diferentes países para avaliar a criatividade em matemática (Balka, 1974; Carvalho, 2015; Foster, 1970; Gontijo, 2007; Haylock, 1987, 1997; Kattou et. al., 2013; Lee; Hwang; Seo, 2003; Levav-Waynberg, 2009; Singh, 1987; Sophocleous; Christou; Pitta-Pantazzi, 2013; Fonseca, 2015).

Sobre os testes, 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 estudantes 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 que tenha por propósito 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 a partir 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 (2009) desenvolveu 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. Ela considerou 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 a partir do “número de problemas matemáticos solucionáveis”; flexibilidade a partir do “número de categorias constituídas em função do número de relações semânticas envolvidas em cada resposta”; e originalidade a partir da “raridade relativa dos problemas propostos” (Gontijo, 2007, p. 157-158). Ainda, Carvalho (2015) propôs 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; Carvalho; Fonseca; Farias, 2018).

O uso de problemas abertos para estimular e avaliar o pensamento criativo em matemática visa, entre outros fatores, desenvolver a fluência processual dos estudantes, que

é a 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, p. 1, 2023).

O NCTM se apoia em quatro princípios considerados ações necessárias para garantir que cada aluno tenha acesso e desenvolva fluência processual. Estes aplicam-se a todo o currículo do ensino fundamental e médio, incluindo fatos básicos,

números inteiros multidígitos e números racionais, bem como a outros procedimentos ao longo do currículo, como comparar frações, resolver proporções ou equações e analisar transformações geométricas. Os 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, p.2, 2023).

A Aritmética, área da Matemática que explora as operações numéricas, 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 nosso 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, p. 265, 2018).

O documento propõe uma divisão da Matemática em eixos temáticos, sendo o primeiro deles denominado Números. Esse eixo busca trabalhar os conceitos da Aritmética, objetivando o desenvolvimento do pensamento numérico e da construção da noção de número, considerada fundamental dentro da Matemática, assim como em outras áreas. Essas noções são ampliadas e aprofundadas em situações que envolvem os demais eixos temáticos: Álgebra, Geometria, Grandezas e medidas e Probabilidade e estatística. Além disso, essa unidade temática favorece a interdisciplinaridade e envolve dimensões culturais, sociais, políticas, psicológicas e econômicas, questões que promovem o desenvolvimento de competências pessoais e sociais dos alunos, que se tornam capazes de construir contextos para as aplicações de conceitos matemáticos (Brasil, 2018).

A partir desse referencial teórico, foi possível mapear itens de alguns testes elaborados para avaliar a criatividade em matemática, desenvolvidos por pesquisadores de diferentes países (Akgul; Kaveci, 2016; Balka, 1974; Carvalho, 2015; Dunn, 1975; Fonseca, 2015; Gontijo, 2007; Gontijo; Fleith, 2010; Harpen; Sriraman, 2013; Kattou et al, 2013; Kim; Cho; Ahn, 2003; Lee; Hwang; Seo, 2003; Leikin; Lev, 2007; Livne; Livne; Milgram, 1999; Nikmah, 2017; Pitta-Pantazzi; Sophocleous; Christou, 2013; Silver; Cai, 1996; Walia; Walia, 2017) e classificá-los utilizando uma metodologia que será detalhada no próximo tópico.

3 METODOLOGIA

A fim de identificar testes de criatividade em matemática nas produções acadêmicas, optamos por realizar um mapeamento como estratégia metodológica

para o desenvolvimento deste trabalho, a partir de consultas na Biblioteca Virtual de pesquisas em Pensamento Crítico e Criativo em Matemática¹, que possui um extenso 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, recolhemos itens presentes em testes que avaliam os níveis de criatividade em matemática considerando 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 encontramos algumas similaridades entre as pesquisas realizadas em diferentes países considerando níveis escolares específicos.

Para a seleção desses itens, consideramos as criações originais e as adaptações como sendo os mesmos itens, o que não prejudicou encontrarmos variedade nos estudos que obtivemos acesso. Os itens foram selecionados a partir de 17 trabalhos retirados de arquivo pessoal dos pesquisadores – 12 artigos, 2 dissertações de mestrado e 3 teses de doutorado – publicados nos países Alemanha, Brasil, Coreia do Sul, Estados Unidos, Holanda, Índia, Inglaterra e Turquia.

Inicialmente, categorizamos os itens em função dos tópicos de matemática abordados em suas formulações, enquadrando-os em uma das seguintes áreas: Geometria, Álgebra e Aritmética. E, após, os classificamos de acordo com 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 destes 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/DISSCUSSÕES

Nos 17 trabalhos analisados, foram mapeados 39 itens no total, sendo 16 na área de Aritmética, 06 na área de Álgebra e 17 na área de Geometria. Quando os classificamos a respeito das 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 nossas análises 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. Ao classificarmos em relação às estratégias para o desenvolvimento da Criatividade em Matemática, obtivemos 05 itens de resolução de problemas, 06 de elaboração de problemas e 05 de redefinição de um problema.

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

1º Item

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

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 através da 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.



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

2º item

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

Bishop (1968 apud Dunn, 1975, p. 330).

3º Item

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.

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

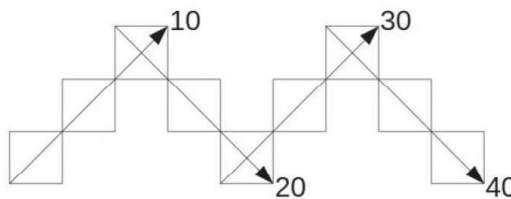
4º Item

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

Bishop (1968 apud Dunn, 1975, p. 330).

5º Item

Todas as células devem ser preenchidas com um número. Os números não devem se repetir. Para preencher as células abaixo é necessário considerar que a primeira diagonal deve resultar em 10, a segunda em 20, a terceira em 30 e a última em 40, não cumulativamente. Você poderá optar pelo uso de qualquer operação matemática a ser realizada entre as células para se obter os resultados das diagonais, como $+$, $-$, $*$, $\div$, $\log$ 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**.

1º Item

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.

Carvalho (2015, p. 108).

2º Item

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?

Akgul e Kahveci (2016, p. 63).

3º Item

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.

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

4º Item

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”

Silver e Cai (1996, p. 525 – com adaptações para o contexto brasileiro).

5º Item

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 não resolver os problemas elaborados.

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

6º Item

Escreva perguntas tendo como resposta 20 centavos

Dunn (1975, p. 330).

A seguir serão apresentados os itens que requerem a **redefinição**.

1º Item

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

Balka (1974, p. 149).

2º Item

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

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

3º Item

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

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

4º Item

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

Gontijo (2007).

5º Item

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:

- $2^3 - 8 = 0$
- $2 \times 3 + 8 = 14$
- $\frac{2}{3} \div 8 = \frac{1}{12}$

Dunn (1975, p. 328).

Dentre as três áreas e as três categorias, a Elaboração de Problemas apresentou um item a mais que as demais categorias.

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

O item 3 apresentou 59 respostas e 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 por exemplo

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

A partir desses exemplos, podemos observar que 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.

O item 4 da Elaboração de Problemas apresentou 72 respostas e repetições menores em relação ao item acima. 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, foram obtidas um total de 52 e como exemplo observamos: “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?”. Nesse caso, foi possível notar que as respostas mais frequentes foram elaboradas de maneira mais simples, sem muitos detalhes. Por outro lado, as respostas únicas são mais específicas e pedem por análises mais críticas.

O item 4 da Resolução 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 por exemplo “divididos por 2 tem 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

A partir da análise dos itens, foi possível perceber que os itens de Resolução de Problemas podem se adaptar à sala de aula em atividades que requerem múltiplas soluções ou uma única solução que pode ser alcançada de diferentes maneiras. 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 ao mesmo tempo que avalia sua Criatividade.

Em paralelo, os itens de Elaboração de Problemas são facilmente adaptáveis para a realidade dos estudantes e não necessariamente se faz julgamento de certo ou errado, o que faz com que a categoria apresente 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 estudantes 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 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 facilita a visualização de novas perspectivas; atividades em grupos, uma vez que gera a discussão de ideias; ou mesmo no formato de apresentação, para que os estudantes 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. Tais itens podem, inclusive, contribuir para que os professores se inspirem para estruturar oficinas inteiras, conforme modelo de Gontijo (Fonseca; Gontijo, 2021).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os itens expostos acima, podem ser utilizados nas práticas de sala de aula, em atividades capazes de trazer os estudantes para seu próprio cotidiano. Um exemplo disso é o item 1 da seção de Elaboração de Problemas, em que os alunos, ao invés de apenas imaginarem estar no recreio da escola, realmente podem ser levados para fora de sala de aula a fim de explorarem os espaços da escola e criarem problemas dentro de sua realidade. Além disso, o professor **pode se sentir livre** para utilizar diferentes tipos de atividades de acordo com o proposto pela escola, desde atividades 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.

Algumas limitações percebidas na pesquisa foram a pouca quantidade de itens encontrados, visto que muitos autores se inspiraram em outros na confecção de seus testes, ocasionando no fato de que mesmo possuindo um arquivo pessoal extenso de trabalhos que incluem testes de Criatividade em Matemática, muitos itens encontrados acabavam sendo parecidos ou mesmo iguais, com adaptações. Ademais, foram percebidos poucos 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 as categorias dos itens dentre os todos os campos da Matemática observados (Álgebra, Aritmética e Geometria), foram identificados poucos itens de Resolução de Problemas se comparados com a Elaboração e a Redefinição de Problemas. Isso se dá pelo fato de que a Elaboração e a Redefinição são categorias que oferecem mais liberdade aos professores em suas propostas e aos alunos em suas respostas.

Nesse contexto, outras pesquisas podem ser empreendidas em relação à utilização real desses itens em sala de aula. Ao desenvolver novos itens, adaptar os já existentes e selecioná-los em uma quantidade uniforme, é possível aplicá-los em turmas da Educação Básica no formato de atividades que se encaixem no dia a dia dos estudantes, observando os resultados obtidos e como o desenvolvimento do potencial criativo nos alunos pode ser útil na Matemática.

Pelo fato de a Criatividade estar começando a adentrar o ambiente escolar aos poucos, esse tipo de pesquisa de mapeamento de itens e análise de sua utilização é relevante para apresentar essa habilidade, exemplificando como ela pode ser aplicada a partir de itens advindos de testes publicados por pesquisadores da área, além de orientar os educadores que buscam implementar a Criatividade no contexto da Matemática, que ainda é tida como uma matéria desinteressante, ao ser ensinada de maneira obsoleta e em contextos de pouca utilidade na realidade do século XXI (D'Ambrosio, 2020).

REFERÊNCIAS

AKGUL, Savas; KAHVECI, Nihat Gurel. **A Study on the Development of a Mathematics Creativity Scale**. Eurasian Journal of Educational Research, [s. l.], 62, p. 57-76, 2016.

ALMOULOU, Saddy 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. 228 f. Tese (Doutorado em Educação, Currículo e Desenvolvimento) – Faculty of the Graduate School, University of Missouri, Columbia, EUA.

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

CARVALHO, Alexandre Tolentino de. **Relações entre criatividade, desempenho escolar e clima para criatividade nas aulas de Matemática de estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental**. Orientador: Prof. Dr. Cleyton Hércules Gontijo. 2015. 132 p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Por que se ensina Matemática?**. São Paulo, 2020.

DUNN, James A. **Tests of creativity in mathematics**. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 6:3, 327-332, 1975.

FIORENTINI, Dario et al. **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 (Organizadores). Mapeamento da pesquisa acadêmica brasileira sobre o professor que ensina matemática: período 2001 – 2012 (p. 17-41). Campinas, SP: FE/UNICAMP, 2016.

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

FONSECA, Mateus Gianni; GONTIJO, C. H. **Pensamento crítico e criativo em matemática: uma abordagem a partir de problemas fechados e problemas abertos**. PERSPECTIVAS DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, v. 14, p. 1-18, 2021.

FOSTER, John. **An exploratory attempt to assess creative ability in mathematics**. Primary teacher. New Delhi, v. 8, n. 2, p. 2-8, 1970.

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

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. Medidas de criatividade: teoria e prática (p. 91-111). Porto Alegre: Artmed, 2010.

GONTIJO, Cleyton Hércules; CARVALHO; Alexandre Tolentino de, FONSECA; Mateus Gianni; FARIAS, Mateus Pinheiro de. **Criatividade em matemática: conceitos, metodologias e avaliação**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2018. 122 p.

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

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, Amsterdam, v. 82, n. 2, p. 201-221, 2013.

HAYLOCK, Derek W. **A framework for assessing mathematical creativity in school children**. Educational studies in mathematics, Amsterdam, v. 18, p. 59-74, 1987.

HAYLOCK, Derek W. **Recognizing mathematical creativity in schoolchildren**. International journal on mathematics education, Berlim, v. 29, n. 3, p. 68-74, jun. 1997.

KATTOU, Maria; KONTOYANNI, Katerina; PITTA-PANTAZZI, Demetra. et al. **Connecting mathematical creativity to mathematical ability**. ZDM Mathematics Education 45, 167–181 (2013).

KIM, Hongwon; CHO, Seokhee; AHN, Doechee. **Development of Mathematical Creative Problem Solving Ability Test for Identification of the Gifted in Math**. Gifted Education International, [s. l.], v. 18, p. 164-174, 1 jan. 2004.

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, Seul, 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, [S. l.], v. 3, p. 161-168, 8 jul. 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/267792202_Multiple_solution_tasks_as_a_magnifying_glass_for_observation_of_mathematical_creativity. Acesso em: 15 abr. 2021.

LEV-ZAMIR, Hana; LEIKIN, Roza. **Saying versus doing: teachers' conceptions of creativity in elementary mathematics teaching**. The international journal on mathematics education, Berlim, v. 45, n. 2, p. 295-308, 2013.

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 & technology, London, v. 30, n. 2, p. 227-243, 1999.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (Brasil). Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa)**. In: Governo do Brasil: Inep. [S. l.], 2021.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (Brasil). Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Inep inicia aplicação do Pisa 2022 no Brasil**. Brasil, 18 abr. 2022.

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

NCTM. 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"**. NEA: Washington, DC, 2012.

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

OCDE. Framework for the Assessment of Creative Thinking in PISA 2021. Third Draft. OECD Publishing, Paris, 2019.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **PISA 2022 Creative Thinking**. In: OECD: PISA. [S. l.], 2021.

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, 45(2), 199–213, 2013.

POINCARÉ, Henry. **O valor da ciência**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1911/1995.

POINCARÉ, Henry. **A invenção matemática**. In: ABRANTES, Paulo; LEAL, L. C.; PONTE, João Pedro. (Org.). Investigar para aprender matemática. Lisboa: Projecto MPT e APM, 1908/1996.

SILVER, Edward A.; CAI, Jinfa. **An analysis of arithmetic problem posing by middle school students**. Journal for Research in Mathematics Education. Reston, VA, v. 27, n. 5, p. 521-539, 1996.

SRIRAMAN, Bharath. **The characteristics of mathematical creativity**. The mathematics educator. Atenas, v. 14, n. 1, p. 19-34, 2004.

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.

Vincent-Lancrin, S., González-Sancho, C., Bouckaert, M., De Luca, F., Fernández-Barrera, M., Jacotin, G., Urgel, J. & Vidal, Q. **Desenvolvimento da criatividade e do pensamento crítico dos estudantes: o que significa na escola** [coordenação geral Instituto Ayrton Senna; tradução Carbajal Traduções]. – São Paulo: Fundação Santillana, 2020.

WALIA, Pooja; WALIA, Puneet. **Development and standardisation of mathematical creativity test**. Int. J. of Adv. Res. 5 (Jul). 1293-1300, 2017.

WALLAS, G. The art of thought. In: VERNON, P. E. (Org.). **Creativity**. Harmondsworth, UK: Penguin, 1973. p. 91-97. Trabalho original publicado em 1926.

Documento Digitalizado Público

Artigo TCC - Giulia Albuquerque

Assunto: Artigo TCC - Giulia Albuquerque
Assinado por: Ana Liborio
Tipo do Documento: Trabalho de Conclusão de Curso - TCC
Situação: Finalizado
Nível de Acesso: Público
Tipo do Conferência: Documento Original

Documento assinado eletronicamente por:
■ **Ana Maria Liborio de Oliveira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 13/03/2024 15:42:25.

Este documento foi armazenado no SUAP em 13/03/2024. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 571406
Código de Autenticação: 3cec1f30df

