Universidade de Brasília

Faculdade de Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação
Linha de Pesquisa: Educação em Ciência e Matemática
Eixo de Interesse: Educação Matemática, Avaliação e Criatividade

RELAÇÕES ENTRE CRIATIVIDADE, DESEMPENHO ESCOLAR E CLIMA PARA CRIATIVIDADE NAS AULAS DE MATEMÁTICA DE ESTUDANTES DO 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Alexandre Tolentino de Carvalho

Brasília-DF, março de 2015

Universidade de Brasília

Faculdade de Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação
Linha de Pesquisa: Educação em Ciência e Matemática
Eixo de Interesse: Educação Matemática, Avaliação e Criatividade

RELAÇÕES ENTRE CRIATIVIDADE, DESEMPENHO ESCOLAR E CLIMA PARA CRIATIVIDADE NAS AULAS DE MATEMÁTICA DE ESTUDANTES DO 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Educação da Universidade de Brasília como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação, na linha de pesquisa Educação em Ciências e Matemática, sob a orientação do professor Dr. Cleyton Hércules Gontijo.

Brasília-DF, março de 2015

Alexandre Tolentino de Carvalho

RELAÇÕES ENTRE CRIATIVIDADE, DESEMPENHO ESCOLAR E CLIMA PARA CRIATIVIDADE NAS AULAS DE MATEMÁTICA DE ESTUDANTES DO 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Banca Examinadora

Prof. Dr. Cleyton Hércules Gontijo
Faculdade de Educação - UnB
Orientador

Prof.ª Dra. Denise de Souza Fleith
Instituto de Psicologia – UnB

Prof. Dr. Cristiano Alberto Muniz
Faculdade de Educação - UnB

Prof.ª Dra. Regina da Silva Pina Neves
Departamento de Matemática – UnB
(Suplente)

Dedico o fruto desse esforço àqueles que compartilharam comigo a aventura da busca pelo saber: à minha esposa, Thaynara, pela graça da paciência e por suas palavras sábias, e aos filhos Daniel, Thayná e Alice, herdeiros dos sonhos que venho construindo.

AGRADECIMENTOS

Aos consanguíneos e amigos pelo convívio e por me causarem as mais ricas motivações em busca do desenvolvimento.

Às professoras Cássia Maria Marques Nunes e Solange Lima Pelinção, amigas e chefes pelo apoiou nesta importante etapa de minha vida desde a fase embrionária deste projeto.

Ao meu orientador Cleyton Hércules Gontijo, por se doar ao projeto de uma nova educação matemática, pela forma singular em que deposita confiança em seus orientandos e pelos ricos momentos de aprendizagem proporcionados.

À professora Denise de Souza Fleith, pela gentileza em aceitar fazer parte da Banca Examinadora e pelas preciosas contribuições no aperfeiçoamento deste trabalho.

Ao professor Cristiano Alberto Muniz, por abrilhantar a Banca Examinadora com sua presença e pelas contribuições com seu olhar experiente diante da Educação Matemática.

À professora Regina da Silva Pina Neves, por se dispor gentilmente a participar da banca examinadora.

Aos alunos, professores, coordenadores e diretores das seis escolas na qual realizou-se todas as etapas de pesquisa, desde a validação dos instrumentos até a coleta de dados. Imprescindíveis participantes que fizeram possível este trabalho.

Ao meu rebento concebido e parido durante o período de mestrado, Alice Tolentino, pelos ares de paz e alegria proporcionados nos momentos de tensão e à sua genitora, amor de minha vida, Thaynara Cavalcante de Sousa, pelo lindo presente.

Ao meu parceiro amado, pelo afeto demonstrado quando mais preciso, Daniel Tolentino.

À minha orientadora mirim, Thayná Vitória Cavalcante Costa, que esteve presente apresentando ricas sugestões na elaboração dos itens constituintes dos testes.

À minha mãe, Cremilda Tolentino de Carvalho, responsável pelas direções corretas por mim escolhidas e trilhadas.

Muito obrigado a todos vocês que converteram minhas idealizações em fatos reais.

RESUMO

O objetivo dessa dissertação foi analisar as relações entre a percepção do clima para criatividade nas aulas de Matemática de alunos do 5º ano do ensino fundamental, o desempenho desses alunos em Matemática e em teste de criatividade em Matemática. Foram construídos os seguintes instrumentos de pesquisa: (a) Escala de Clima para Criatividade nas aulas de Matemática, (b) Teste de Desempenho Escolar em Matemática e, (c) Teste de Desempenho em Criatividade Matemática. Os dados foram tratados estatisticamente por meio da Correlação de Pearson a fim de analisar as relações entre os mesmos. Observou-se que não houve correlação entre clima para criatividade em Matemática e as duas formas de desempenho: em Matemática e em criatividade em Matemática. Observou-se correlação em sentido oposto entre Clima para Criatividade em Matemática e Originalidade avaliada no teste de criatividade em Matemática. Houve correlação positiva entre Desempenho em Matemática e Desempenho em Criatividade Matemática. Esses resultados reafirmam a importância do desenvolvimento integral das habilidades matemáticas, sendo a escola um importante espaço de desenvolvimento tanto das habilidades básicas em Matemática quanto das habilidades criativas. Foram encontradas também correlações positivas e estatisticamente significativas entre o bloco Grandezas e Medidas constituinte do Teste de Desempenho Escolar em Matemática e três variáveis relacionadas à criatividade em Matemática: o fator 5 - Interações dos Alunos na Busca de Estratégias Matemáticas constituinte da Escala de Clima para Criatividade em Matemática, Fluência (um dos aspectos avaliados no Teste de Desempenho em Criatividade Matemática) e Elaboração de Problemas (tipo de atividade constituinte do Teste de Desempenho em Criatividade Matemática). Entende-se que os resultados encontrados neste estudo são importantes para enriquecer a produção do conhecimento sobre o fenômeno da criatividade matemática no ambiente escolar.

Palavras-chave: criatividade; clima para criatividade; criatividade em matemática; desempenho em matemática.

ABSTRACT

The purpose of this dissertation was to analyze the relationship between the perception of the climate for creativity in Mathematics classes of students of the 5th year of primary school, the performance of these students in Mathematics and creativity test in Mathematics. The following research instruments were designed: (a) Climate Scale for Creativity in Mathematics classes, (b) School Performance Test in Mathematics and, (c) Performance Test in Mathematics Creativity. The data were treated statistically using the Pearson correlation in order to analyze the relationships between them. There was no correlation between climate for creativity in Mathematics and the two forms of performance: in Mathematics and creativity in Mathematics. It was observed correlation in opposite directions between Climate for Creativity and Originality in Mathematics evaluated on creativity tests in Mathematics. There was a positive correlation between Performance in Mathematics and Performance in Mathematics Creativity. These results confirm the importance of integral development of mathematical abilities, the school being an important development space both basic skills in Mathematics and creative abilities. Were also found positive correlations and statistically significant between the block Greatnesses and Measures constituent of the School Performance Test in Mathematics and three variables related to creativity in Mathematics: the factor 5 - Interactions of the Students in Search of Mathematics Strategies constituent of the Climate Scale for Creativity in Mathematics, Fluency (one of the aspects evaluated in the Performance Test in Mathematics Creativity) and Elaboration of Problems (type of activity that constitutes the Performance Test in Mathematics Creativity). It is understood that the results of this study are important to enhance the production of knowledge about the phenomenon of mathematical creativity in the school environment.

Keywords: creativity; climate for creativity; creativity in mathematics; mathematics performance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE TABELAS

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

O campo da Educação Matemática vem se destacando nas últimas décadas por apontar uma preocupação crescente no que se refere ao desenvolvimento de alternativas para o atual cenário no qual se encontra o ensino e aprendizagem da Matemática nas diversas escolas brasileiras. Essa preocupação decorre em parte dos resultados desfavoráveis apontados por estudiosos da área em relação ao desenvolvimento dos conhecimentos matemáticos trabalhados na escola e pelas impressões negativas que professores e alunos demonstram quanto ao ensino e aprendizagem da Matemática. Por outro lado, tal preocupação se situa em um momento histórico no qual a atual configuração socioeconômica em que nações e economias mundiais estão mergulhadas exige a formação de cidadãos competentes em solucionar problemas inéditos, nunca antes enfrentados, problemas que exigem ações criativas para questões não-rotineiras.

Diante desse cenário, nosso país encontra-se em uma situação peculiar na qual, em certa medida, os locais de trabalho estão providos de computadores e máquinas avançadas que realizam as atividades manuais, restando aos trabalhadores se ocuparem das ações que exigem a resolução criativa de problemas cada vez mais complexos. Em contrapartida, as escolas permanecem funcionando em uma estrutura ultrapassada que continua formando (ou tentando formar) cidadãos preparados para agir diante dos problemas antigos. A Matemática tem sido tratada como uma disciplina na qual o aluno deve aprender apenas algoritmos e conhecimentos matemáticos que não são suficientes para permitir que o aluno se torne um solucionador de problemas da vida real.

Esses argumentos são desenvolvidos ao longo dos parágrafos a seguir, indicando a busca de alternativas no sentido de superação de uma educação matemática que não possui mais lugar diante de um mundo cada vez mais complexo e que exige pessoas cada vez mais criativas. Nesse sentido, busca-se, na introdução deste trabalho, compreender o cenário atual do ensino de Matemática no Brasil atestado pelos pesquisadores da área e pelos resultados apontados em avaliações de larga escala para que entenda-se o desenvolvimento da criatividade em Matemática como uma alternativa para a superação dos equívocos nos quais o ensino e aprendizagem dessa área do conhecimento estão emersos.

1.1 Ensino de Matemática no Brasil

São vários os pesquisadores que indicam equívocos na forma com a qual o ensino de Matemática tem se desenvolvido em nosso país (CARNEIRO, 2000; D’AMBROSIO, 2011;

GOMES; DA ROCHA FALCÃO, 2012; MUNIZ, 2009a, 2009b; SILVEIRA, 2002) levantando a necessidade de novos olhares sobre o ensino e a aprendizagem matemática nas diversas escolas brasileiras.

Carneiro (2000) apresenta a dicotomia entre educação pública e privada e a atribuição de culpa ao professor pelo fracasso escolar matemático:

> Demonstro, entre os resultados da pesquisa, que o regime de verdade, criado na sociedade brasileira, com respeito à educação, à escola e ao professor, separa as redes pública e privada e seus atores. Em tal quadro, é instituída uma figura contraditória e estereotipada de professor, culpado pela crise da escola pública e, ao mesmo tempo, garantia de um ensino de qualidade na rede privada. (...) Completando o panorama, as dificuldades evidenciadas na aprendizagem desta disciplina, fonte de exclusão na escola, têm como efeito uma divisão dos docentes no interior da própria categoria: professores de Matemática tradicionais, de um lado, e professores atualizados em Educação Matemática, que, aparentemente, tem potencial para modificar o *status quo*, de outro. (CARNEIRO, 2000, p. 126).

A autora salienta que no regime de verdade de nossa sociedade, enunciados contraditórios dão significados distintos ao termo Matemática. De um lado, encontra-se o discurso hegemônico, representado por professores que preparam alunos para exames diversos, pelos próprios estudantes e pelas manifestações da mídia que concebem Matemática como um produto acabado, um corpo estático de conhecimentos a ser transmitido/adquirido, relacionado muitas vezes ao sentimento de dificuldade, fracasso, medo. A matemática assume importância capital, uma vez que é responsável por selecionar e classificar os estudantes, tendo em vista que o saber matemático gera *status*, pois sua aprendizagem é tradicionalmente difícil e Matemática é um saber reservado para os talentosos.

Já os representantes da Educação Matemática (aqueles que produzem um discurso novo, novos saberes e novas verdades sobre Matemática, ensino e pesquisa, e sobre o professor e sua formação) percebem-na como uma construção humana, em desenvolvimento constante, relacionando-a com elementos positivos, tais como lugar de beleza e mola propulsora do progresso científico. Para eles, tal ciência possui valor social e não está relacionada, por si mesma, às dificuldades de aprendizagem. A autora evidencia, desse modo, que nesse panorama, Educação Matemática surge, no Brasil, em discussões da década de 50 originando-se do discurso de matemáticos que passam a investigar a questão da possibilidade de mudar a realidade crítica do ensino de Matemática predominante.

Para a autora, a proliferação e ampla circulação destes discursos abrem caminho para novas concepções de ensino/aprendizagem e subjetivam novas figuras de professor com potencial para mudar o papel seletivo, classificatório e hierarquizante que é destinado à

Matemática escolar. Assim, Carneiro (2000) afirma que uma nova figura docente pode se tornar real: professores que sejam éticos (aproveitam os espaços de liberdade, construindo um comportamento de compromisso consigo mesmo e com a comunidade), (cri)ativos (veem a docência como oportunidade ímpar de prática criativa e ativa) e especialistas em Educação Matemática (atualizados, em formação contínua).

D'Ambrosio (2011) aponta uma dimensão política negativa da estrutura educacional afirmando que:

> A escola ampliou-se, acolhendo jovens do povo, aos quais se oferece a possibilidade de acesso social. Mas esse acesso se dá em função de resultados, que são uma modalidade de cooptação. Sistemas adequados para a seleção dos que vão merecer acesso são criados e justificados por convenientes teorias de comportamento e de aprendizagem... Logo, a Matemática também assumiu um papel de instrumento de seleção. E sabemos que muitas crianças ainda são punidas por fazerem contas com os dedos. (2011, p. 41).

Percebe-se, na afirmação do autor, a existência de uma estrutura historicamente construída com o objetivo de excluir (ou de incluir como consumidores em potencial constituindo sustentáculos do sistema capitalista), de selecionar. Estrutura que tem como base um currículo sexista, racista e normatizante, fechado para outras formas de conhecimentos matemáticos estranhos aos saberes constituídos no contexto branco-europeu. Aponta-se aqui um possível motivo para os resultados desfavoráveis quando se pensa em ensino de Matemática: os conhecimentos trabalhados nas aulas de Matemática desconsideram as raízes culturais que os alunos trazem dos contextos informais extraescolares em uma dinâmica em que, "ao chegar à escola, normalmente existe um processo de aprimoramento, transformação e substituição dessas raízes." (D'AMBROSIO, 2011, p. 41)

A escola, espaço no qual o desenvolvimento cognitivo deveria ser baseado no favorecimento dos processos matemáticos criativos, tem suas origens voltadas para o embargo da ação do estudante envolta na criatividade, na elaboração própria dos conhecimentos, por favorecer uma única forma legítima de concepção da Matemática. Forma que geralmente é descontextualizada das vivências dos alunos. D'Ambrosio (2011) contribui afirmando que:

> A dinâmica escolar poderia também ter resultados positivos e criativos, que se manifestam na criação do novo. Mas geralmente se notam resultados negativos e perversos, que se manifestam sobretudo no exercício de poder e na eliminação ou exclusão do dominado. (p. 42).

Gomes e Da Rocha Falcão (2012) abordam essa preocupação com o ensino da Matemática e com as dificuldades de ensino e aprendizagem amplamente divulgadas e reconhecidas no Brasil, por meio dos resultados apontados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2008), e no mundo, evidenciadas nos dados levantados no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA, 2008). Reportando-se à prática profissional do professor de Matemática, os autores sugerem uma abordagem clínica (o docente produz e interpreta os dados se autoconfrontando com a própria atividade e sugerindo mudanças nas perspectivas, nas atitudes e nas práticas profissionais) como alternativa para que este professor de Matemática compreenda os obstáculos encontrados em sua atividade profissional e procure caminhos para um melhor desempenho em sua prática, entendendo que:

> Tal melhoria, diga-se, não se pode circunscrever à visão tecnicista de um simples melhor desempenho, em termos da transmissão de conteúdos, mas deve buscar a ampliação e a melhoria da condição de professor de Matemática para a construção de sua própria identidade, com desdobramentos sobre o desenvolvimento e a saúde mental desse trabalhador. (GOMES; DA ROCHA FALCÃO, 2012, p. 67).

Muniz (2009a) aponta como fatores que dificultam a aprendizagem Matemática pelos alunos o reducionismo conceitual das operações matemáticas e o trabalho da Matemática escolar desprovido de sentido. Para o autor, as escolas tendem a apresentar as operações matemáticas de forma reduzida, levando os alunos a entenderem que cada operação apresenta apenas uma dimensão conceitual (no caso da subtração, essa operação é apresentada apenas com o conceito de retirar, quando pode significar, também, comparar e complementar) fato que acaba contribuindo para a “falta de habilidade de nossos alunos para resolverem problemas.” (MUNIZ, 2009a, p.102). Segundo o autor, quando a escola realiza o reducionismo conceitual das operações, acaba se distanciando da “resolução de situações-problema”, objetivo do ensino da Matemática previsto nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1996).

O autor considera que, em uma proposta fundada na situação-problema, as situações e os temas de significado social, político e cultural para o próprio aluno são “as fontes inspiradoras da atividade matemática” (MUNIZ, 2009a, p. 111). Nessa perspectiva, o motivo essencial do desenvolvimento da matemática escolar é o engajamento num processo de leitura do mundo e de ação sobre as realidades, processo no qual o conhecimento matemático torna-se ferramenta de ação e de reflexão.

Quanto ao ensino de Matemática despojado de situações significativas que suscitem um sentido claro para o aluno, Muniz (2009b) constata:

> Esse fato revela que a Matemática é trabalhada, muitas vezes, desprovida de um sentido, quando o aluno realiza a atividade matemática sem qualquer relação lógica com o mundo sociocultural que o cerca. A escola acaba por propagar uma concepção de Matemática como um tipo de jogo virtual, desconectada de qualquer realidade, composta de regras a serem aplicadas de forma mecânica, sem que elas sejam discutidas. (2009a, p. 110).

Diante de tal realidade, Muniz (2009a) apresenta o desafio de levar aos professores as discussões sobre a diversidade conceitual das operações e sobre a função das situações-problema na aprendizagem matemática, o que pode trazer, ao bojo das práxis, novas produções de conhecimento matemático pelo aluno e pelo professor. Busca-se, de tal modo, romper com "o pensamento cristalizado e restritivo" (MUNIZ, 2009a, p.117) de muitos professores. O autor defende, então, a substituição do trabalho com problemas pelo trabalho com situações-problema. Para ele:

> Até então, estamos habituados a lidar com problemas propostos nos livros que tratam, na maior parte dos casos, de "somar idade do cunhado com a idade da prima da vizinha ...", "somando a quantidade de pernas das galinhas com a metade da quantidade de pernas de porcos ...", ou "meia dúzia de centena de milhão de lápis divididos por um terço de dezena de caixinhas prismáticas cuja área de base corresponde à raiz quadrada em centímetros quadrados ...". Tais problemas não têm o menor interesse para o aluno que está mais ligado em questões relacionadas a preços dos objetos de seu consumo ou dos pontos que fez no *videogame*. (MUNIZ, 2009b, p. 138-139).

Nesse sentido, segundo Muniz (2009a), o processo de ensino-aprendizagem tendo como base as situações-problema pressupõe um trabalho fundamentado na perspectiva da Matemática como conhecimento e instrumento de desenvolvimento humano.

Silveira (2002) avalia a disciplina Matemática como um campo do conhecimento considerado difícil por alunos e professores e constituído como um quesito importante na decisão sobre a aprovação ou reprovação do aluno. A autora afirma que essa avaliação leva a consideração que o aluno só pode passar para a série seguinte se for atestado seu conhecimento nessa disciplina e, como consequência, aceita-se inclusive que o aluno seja reprovado apenas em Matemática, mesmo que lhe faltem décimos para atingir a média instituída pela escola. A autora constata que os discursos circulantes no meio escolar ressignificados ao longo da história dão conta da Matemática como um conhecimento para poucos, o que representa uma verdade cristalizada.

Assim, comparando o ensino atual com o ensino realizado por Pitágoras no século VI a.C. e com sua intolerância com aqueles que não conseguiam resolver os problemas propostos por ele, a autora contesta:

> Provas extremamente difíceis, discípulos despedidos ou alunos reprovados, discípulos incapazes ou alunos com rendimento insatisfatório, escárnio sem piedade ou "ralação"; inimigo irredutível da ordem ou inimigo da Matemática; "só pelo iniciado poderia ser compreendida" ou só pelos inteligentes e capazes a Matemática é entendida, tudo isso tem o mesmo significado. Se, na época de Pitágoras os neófitos partiam com furor, retiravam-se envergonhados, atualmente, tais práticas são recorrentes por parte dos estudantes de Matemática, ao serem reprovados, às vezes, apenas em Matemática. (SILVEIRA, 2002, p. 4-5).

Segundo a autora, esse discurso pré-construído que está sendo repetido pelos alunos e que dá conta da Matemática como uma disciplina difícil acaba convertendo a beleza natural da Matemática que está presente nos variados ambientes nos quais o aluno convive em um rigor que impõe restrições à aprendizagem dessa disciplina na escola, transformando a Matemática em um "bicho de sete cabeças". De tal forma, o professor se vê impossibilitado de encantar o aluno, visto que ele comprova na escola o mito da dificuldade que já conhecia antes de entrar nesse ambiente. A autora conclui que o papel do professor seria relativizar esse sentido de dificuldade em relação à matemática sendo a escola o lugar de desconstrução dessa verdade pré-construída.

No entanto, relativizar talvez não seja o termo ideal no que se refere à ressignificação do sentido constituído nas salas de aula sobre as dificuldades em matemática. Isso porque, de um lado, nem sempre a dificuldade se constitui como uma barreira intransponível, e, de outro, é preciso repensar o sentido que as dificuldades possuem no processo de aprendizagem matemática. Nessa ótica, torna-se necessário compreender dois questionamentos básicos: a) esse sentimento de dificuldade é uma característica inerente e exclusiva da disciplina de Matemática? b) tal dificuldade em Matemática possui uma natureza negativa quanto à aprendizagem do aluno ou pode ser tomada como um fator positivo no qual a aprendizagem se dá em torno de uma dinâmica de superação de obstáculos epistemológicos (BROUSSEAU, 1983)?

Quanto ao primeiro questionamento, Correa e MacLean (1999) apresentam resultados de um estudo empírico no qual contestam o fato de que a dificuldade é uma característica própria da Matemática. O estudo contou com a participação de alunos brasileiros e ingleses em turmas que correspondem, nos dias atuais, aos 6º, 7º, 8º e 9º anos do ensino fundamental. Foi aplicado um instrumento em que os alunos assinalavam o grau de dificuldade de cinco disciplinas: Matemática, História, Geografia, Ciências e Linguagem (Português ou Inglês, conforme nacionalidade do aluno).

Os resultados apontaram a existência de diferenças tanto na avaliação dos alunos relativas a sua cultura de origem (brasileiros ou ingleses), bem como em função do seu grau de escolaridade (6º, 7º, 8º ou 9º anos). Isso demonstra que Matemática não é considerada incondicionalmente como a matéria mais difícil do programa escolar, mas que o julgamento dos alunos estava intimamente ligado às experiências didático-pedagógicas desenvolvidas na disciplina em relação à distribuição e sequência dos conteúdos ao longo das diferentes séries e em relação às diferentes formas de se propor tais conteúdos. Sendo assim, os autores supõem que possa existir uma afinidade dinâmica entre as concepções que os estudantes possuem a respeito da Matemática e das situações didáticas relacionadas ao seu aprendizado, situações tais que podem manter ou modificar a avaliação sobre o grau de dificuldade que os alunos percebem tanto em Matemática como em outras disciplinas do currículo.

Em relação ao segundo questionamento, qual seja a compreensão sobre a natureza da relação entre a dificuldade em Matemática e a aprendizagem dos alunos, deve-se ter em conta o fato de que o "motor da aprendizagem matemática é a resolução de problemas" (STEWAR, 1989 apud MUNIZ, 2009a, p. 109) e que "só há problema se o aluno percebe uma dificuldade." (CHARNAY, 1996 apud MEDEIROS, 1999). Assim, a dificuldade em Matemática teria um sentido positivo, uma vez que é uma realidade existente em todas as áreas e aspectos do conhecimento humano e combustível para a produção do conhecimento tendo em vista o fato de que, ao constituir-se em desafio, a superação das dificuldades acaba por evidenciar soluções para os problemas postos.

No entanto, ao considerar a Matemática um conhecimento de difícil acesso para os alunos, o professor acaba optando por problemas que, conforme Medeiros (1999), "se caracterizam como exercícios repetitivos, permitindo ao aluno identificar certas características que se repetem no processo de resolução, criando procedimentos padronizados para serem utilizados na resolução de problemas semelhantes." (p.33).

Tal atitude acaba por produzir um processo de facilitação da aprendizagem matemática no qual a transposição didática[1] realizada por meio de tais problemas tem como consequência a simplificação excessiva do objeto de ensino, provocando um verdadeiro "efeito Topaze[2]". No entanto, essa facilitação se converte em pseudo-aprendizagem na medida em que o professor suprime do processo de aprendizagem o caráter desafiador e a "ideia de obstáculo a ser superado" (CHARNAY, 1996 apud MEDEIROS, 1999, p.33) que caracterizam um problema ideal para a aprendizagem matemática.

Medeiros (1999) lembra que o trabalho com problemas nas aulas de Matemática tem sido falho pois, geralmente, o professor institui um contrato didático no qual prioriza os chamados problemas-padrão ou clássicos. Esses problemas limitam a criatividade porque,

---

[1] Nos anos 80, Yves Chevallard utiliza o termo Transposição Didática referindo-se às transformações adaptativas que um saber científico sofre ao ser designado como objeto de ensino. Em sala de aula essas transformações ocorrem de modo a aproximar o professor do saber a ensinar e os alunos dos saberes ensinados por meio de uma linguagem mais acessível na qual tal saber possa ser assimilado.

[2] Ao buscar estratégias facilitadoras, o professor pode provocar o que Brousseau chamou de "efeitos do Contrato Didático", sendo o "Topaze" um deles. Nessa ocasião, o professor determina de antemão as respostas que o aluno deve dar escolhendo questões nas quais essas respostas se encaixem. O professor acaba executando uma parte substancial do trabalho que deveria ser realizado pelo aluno tendo como consequência o desaparecimento dos conhecimentos visados.

segundo a autora, têm certas características que dão as pistas de quais algoritmos podem ser utilizados para serem solucionados, tais como o uso de palavras indicativas (como, por exemplo, ganhar para adição e perder para a subtração) que levam o aluno a "adivinhar a operação a fazer" (MEDEIROS, 1999, p. 33) e "encontrar uma operação que pode ser corrigida." (MEDEIROS, 1999, p. 34). Nessa ótica, o professor considera que o aluno aprende por um processo de reprodução no qual "basta resolver muitos desses problemas com estratégia idêntica àquela que foi recentemente estudada, para ele aprender a resolver problemas com o conteúdo estudado." (MEDEIROS, 1999, p. 34).

Medeiros sugere, então, o estabelecimento de novas regras de contrato didático por meio do trabalho com problemas abertos que se caracterizam por não terem vínculo com os últimos conteúdos estudados e por estarem em um domínio conceitual familiar, o que permite que o aluno conquiste as primeiras ideias em um novo estudo dando a impressão de que tais problemas são fáceis de serem solucionados. A autora aponta ainda o fato de que os problemas abertos permitem mais de uma solução e podem ser trabalhados em grupo permitindo um "progresso comum em relação ao conhecimento em jogo na situação." (MEDEIROS, 1999, p. 34). Assim, nos problemas abertos, o objetivo do aluno é encontrar o resultado superando os obstáculos intrínsecos a um verdadeiro problema.

Nos relatos de Silveira (2002), fica evidente a preocupação excessiva dos professores quanto à Matemática percebida como um conhecimento difícil de ser assimilado, quase inacessível. Essa preocupação leva esses profissionais a desconsiderar a importância da superação de dificuldades no processo de aprendizagem e o professor passa a intervir excessivamente no processo de apropriação do conhecimento pelo aluno, retirando-lhe a oportunidade de envolver-se integralmente na atividade matemática. Nesse sentido, Almouloud (2007) enfatiza que a mediação do professor na relação didática se faz necessária, no entanto, não pode solapar do aluno as condições imprescindíveis para apropriar-se do conhecimento.

Uma vez que esse sentimento de dificuldade descrito por Silveira (2002) acaba se transformando em um impedimento que imobiliza a ação do aluno, ressignificar tal sentido parte do pressuposto de que a dificuldade na aprendizagem da Matemática não deve ser considerada como impedidora, mas como condição para que tal aprendizagem ocorra em um meio desafiador. As contribuições de Silveira (2002) nos dão conta que se introjeta, no ambiente escolar, uma conotação negativa sobre o papel da dificuldade na aprendizagem do indivíduo. Não se leva em conta a importância da dificuldade como obstáculo a ser superado.

Nesse sentido, podemos recorrer às contribuições de Brousseau (1983) sobre obstáculos epistemológicos em Matemática. Segundo Brousseau (1989 apud ALMOULOUD, 2007), um obstáculo não é a falta de conhecimento, mas a expressão de um conhecimento que produz respostas adequadas em certos contextos, no entanto, fora desse contexto, esse conhecimento produz soluções falsas. Almouloud (2007) salienta que, "para Brousseau (1983), os obstáculos se manifestam pela incapacidade de compreender certos problemas, de resolvê-los com eficácia, ou pelos erros que, para serem superados, deveriam conduzir à instalação de um novo conhecimento." (p.135). O aluno revela o conhecimento mobilizado, mesmo que insuficiente ou inapropriado, numa situação problemática e evidencia, por meio do erro, o caminho que precisa ser percorrido para a superação do obstáculo que o impede momentaneamente de obter êxito na solução adequada de um problema. Assim, ganha importância o papel do erro na aprendizagem, que se mostra necessário por três motivos: para desencadear o processo de aprendizagem do aluno, para o professor situar as concepções do aluno compreendendo os obstáculos subjacentes, e para o professor adaptar a situação didática.

Pais (2011) salienta que, no plano pedagógico, é mais pertinente se referir à existência de obstáculos didáticos, definindo-os como conhecimentos relativamente cristalizados no plano intelectual e que podem dificultar a evolução da aprendizagem do saber escolar. O autor evidencia, assim, que "o interesse em estudar a noção de obstáculo decorre do fato da mesma permitir identificar as fontes de diversos fatores que levam a aprendizagem a uma situação de inércia e de obstrução" (PAIS, 2011, p. 45).

Na concepção de Brousseau (1983), os obstáculos surgem para serem superados, sendo essa a lógica da aprendizagem em Matemática. Os erros, que tornam-se obstáculos para aprendizagem, são, segundo Brousseau (1983), o efeito de um conhecimento que anteriormente era suficiente para que o aluno obtivesse sucesso, mas que em uma nova situação torna-se inapropriado. Assim, os erros que os alunos certamente cometerão, fazem parte de um processo natural de aprendizagem em que conhecimentos anteriores são suscetíveis de tornarem-se obstáculos para a aquisição de novos conhecimentos e a superação de tais obstáculos é a condição em que o aluno evoluirá atingindo um "salto informacional" (ALMOULOUD, 2007, p. 136). Tais erros precisam ser aceitos e, inclusive, provocados de modo que sejam potencializadas as condições de aprendizagem para o aluno. Nesse sentido, o professor precisa proporcionar momentos em que o aluno se defronte com problemas nos quais os erros, vistos como necessários à aprendizagem, despontem um saber em constituição.

Percebe-se, diante da concepção tratada por Brousseau sobre obstáculos epistemológicos, em que consiste o equívoco presente no modo em que as dificuldades em Matemática são tratadas por uma parte considerável dos professores brasileiros: considera-se a Matemática como um conhecimento de difícil assimilação, quase inacessível aos alunos. Desse modo, entende-se que o aluno não aprende por meio de superação de obstáculos na qual possa expressar suas concepções espontâneas (ARTIGUE, 1990), mas por meio da facilitação abusiva do conhecimento a aprender, situação que suprime do processo de aprendizagem os erros que o aluno cometeria. O que esses professores consideram como barreira intransponível que afasta os alunos dos conhecimentos matemáticos, Brousseau considera como etapa necessária para a construção sólida e duradoura de conceitos importantes para a aprendizagem em Matemática.

Por meio desses poucos exemplos, ficamos a par das constatações apontadas em pesquisas recentes na área do ensino brasileiro de Matemática. No entanto, evidencia-se em outros cenários extra-acadêmicos a preocupação aparente da comunidade científica em torno dos problemas pelos quais atravessa o ensino de Matemática em nosso país. Em audiência pública realizada no mês de setembro de 2013 pela Comissão de Educação da Câmara dos Deputados, em Brasília, na qual reuniram-se os principais especialistas na área de educação Matemática no país, foram discutidos os problemas existentes nessa área da educação.

Nessa audiência, especialistas afirmaram que as deficiências na educação básica se refletem no ensino superior e evidenciaram como principais problemas nessa área da educação básica as estruturas curriculares deficientes, as questões salariais que desestimulam os professores a se manterem no magistério, as escolas mal equipadas, os alunos desestimulados e falta de participação dos pais na vida escolar dos alunos. Quanto ao rendimento escolar nessa área, Ribeiro, presidente da Sociedade Brasileira de Educação Matemática - SBEM, aponta o fato de que práticas de ensino nas "primeiras séries escolares focam o ensino da Matemática na memorização e na resolução de problemas com conteúdos pouco ligados à realidade sociocultural dos alunos." (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2013).

Percebe-se, por meio das reflexões aqui apontadas, que os problemas no ensino de Matemática, sobretudo aqueles que se referem ao rendimento escolar, constituem uma realidade contemporânea presente na educação brasileira. Assim, constata-se que a Educação Matemática tem sido marcada pela atribuição de culpa ao professor, por um ensino desprovido de sentido, desconectado da realidade do aluno, fragmentado, mecânico, no qual os alunos demonstram falta de habilidade para resolver problemas matemáticos e desinteresse por esse componente curricular, além da sensação de um conhecimento difícil e restrito a poucos. Tudo isso acaba sendo reforçado pelos resultados desfavoráveis apontados nas avaliações de larga escala como abordado adiante.

1.2 Dados oficiais acerca da proficiência em Matemática de alunos brasileiros

Os índices resultantes de avaliações oficiais relativas ao conhecimento em Matemática constatam que muito do que se ensina nas escolas não é assimilado pelos alunos. Os dados indicam que tanto o professor encontra dificuldades para realizar um trabalho que consiga consolidar um conhecimento duradouro para o aluno, como revelam que o discente demonstra não compreender a relação entre o que o professor tenta ensinar e a real importância dessa teoria para sua vida prática, implicando no fato de que não exista a efetiva aprendizagem, como verificaremos a seguir.

No cenário mundial, os resultados expressos no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) mostram o baixo desempenho dos estudantes brasileiros nas avaliações matemáticas em 2009, situando nosso país na 53ª nação em um ranking de 65 países. Se analisarmos o fato de que os estudantes participantes dessa avaliação eram adolescentes de 15 anos de idade, portanto teoricamente matriculados na fase final do ensino fundamental, podemos perceber que a escola brasileira tem sido ineficiente no que se refere ao ensino de Matemática. Essa ineficiência influencia na formação de cidadãos pouco preparados para interpretar a realidade em que vivem e, portanto, menos capazes de participar ativamente das decisões a serem tomadas na condução do destino da sociedade.

Os dados referentes ao Pisa 2012 evidenciam uma melhora na pontuação em Matemática, subindo de 386 para 391 pontos em relação à versão anterior, no entanto, nosso país apresentou uma queda de cinco posições, atingindo a 58ª colocação em uma lista de 65 países (INEP, 2013b). Comparando os resultados dos anos de 2003 e 2012, versões da Pisa que tinham o foco em Matemática, o crescimento é maior, sobe-se de 356 para 391 pontos. Porém, esse escore está bem longe da média geral dos países participantes da *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) que é de 494 pontos. Apesar desse crescimento, precisa-se avançar muito em relação à Matemática. Dos 6 níveis de proficiência, a maior parte dos estudantes brasileiros (67,1%) encontra-se abaixo do nível 2 e apenas 0,8 % se encontram acima do nível 5, ao passo que, no caso dos estudantes chineses classificados em 1º lugar, apenas 3,7% encontram-se nessa faixa inferior de proficiência e 55,4% estão acima do nível 5 (INEP, 2013b). Os níveis de proficiência dos estudantes nas disciplinas avaliadas pelo PISA são descritos no relatório (OECD, 2014) da seguinte forma: nos níveis 5 ou 6 estão incluídos os estudantes com desempenho superior, no nível 4 encontram-se aqueles com desempenho forte, nos níveis 2 ou 3 estão os estudantes com desempenho moderado, e no nível 1 ou abaixo de 1 encontram-se aqueles com desempenho baixo.

Além da tradicional avaliação das áreas de leitura, matemática e ciências, a edição do PISA de 2012 introduziu a avaliação de habilidades dos estudantes em resolução criativa de *real-life problems* (problemas da vida real). Assim, os estudantes precisam solucionar problemas do tipo interativo, ou seja, problemas que exigem que eles descubram informações úteis explorando a situação-problema. Em seu relatório, a OECD evidencia que

> A crise econômica em curso só aumentou a urgência de investir na aquisição e desenvolvimento das competências dos cidadãos - tanto através do sistema de ensino quanto no mercado de trabalho. Numa altura em que os orçamentos públicos estão apertados e há pouco espaço para mais estímulo monetário e fiscal, investir em reformas estruturais para aumentar a produtividade, como educação e desenvolvimento de competências, é a chave para o crescimento futuro. Na verdade, o investimento nestas áreas é essencial para apoiar a recuperação, bem como para tratar de questões de longa data, como o desemprego juvenil e desigualdade de gênero. (2014, p.3).

O relatório chama a atenção, de tal forma, para a necessidade de serem atendidas tanto as antigas quanto as novas demandas advindas da crise socioeconômica mundial que se acentuou no final da primeira década do século XXI. Nessa lógica, torna-se indispensável a avaliação do modo como o ensino tem privilegiado o desenvolvimento de conhecimentos que capacitem os estudantes a resolverem os problemas complexos enfrentados no dia a dia, sobretudo nos ambientes de trabalho, respondendo ao questionamento: "estão os jovens de 15 anos de hoje adquirindo as habilidades necessárias de resolução de problemas do século 21?" (OECD, 2014, p. 3). A OECD buscou responder a essa questão por meio da inclusão de uma quarta área do conhecimento nas avaliações do PISA: a resolução criativa de problemas da vida real.

Os resultados nessa área do conhecimento dão conta que os estudantes brasileiros são apontados, ao lado de estudantes da Itália, Japão, Coreia, Macau-China, Sérvia, Inglaterra (Reino Unido) e dos Estados Unidos, como os respondentes que apresentaram desempenho significativamente melhor na resolução de problemas, em média, do que os alunos de outros países que mostram desempenho semelhante em matemática, leitura e ciências. Os resultados apontam, ainda os estudantes de nosso país, juntamente com estudantes da Irlanda, Coreia do Sul e Estados Unidos, como aqueles que obtiveram melhor desempenho em resolução dos chamados problemas interativos, aqueles que exigem que o estudante descubra algumas informações necessárias para a resolução do problema, e menor desempenho em problemas estatísticos (aqueles que têm todas as informações divulgadas no enunciado). No entanto, o Brasil (média de 428 pontos) figura ao lado de Malásia (média de 422 pontos), Emirados Árabes (média de 411 pontos), Montenegro (média de 407 pontos), Uruguai (média de 403 pontos), Bulgária (média de 402 pontos) e Colômbia (média de 399 pontos) como os países que apresentaram menos de 2% dos estudantes com desempenho no nível 5 ou 6 e também como os países que estão muito abaixo da média da OECD (média de 500 pontos).

Infelizmente as avaliações nacionais ainda não contemplam aspectos de resolução criativa de problemas, o que poderia indicar como e em que níveis investir nessa área do conhecimento tendo em vista o alerta da OECD:

> A adaptação, a aprendizagem, a ousadia de experimentar coisas novas e estar sempre pronto para aprender com os erros estão entre as chaves para a superação e sucesso em um mundo imprevisível. Poucos trabalhadores hoje, seja em ocupações manuais ou baseadas em conhecimento, usam ações repetitivas para realizar suas tarefas de trabalho. (2014, p.26).

Segundo a OECD (2014), uma possível explicação para essa mudança para tarefas não-rotineiras no local de trabalho é que computadores e máquinas introduzidos nos locais de trabalho passaram a realizar as tarefas manuais e analíticas, restando aos trabalhadores lidar com o inesperado e o desconhecido. Nessa lógica, as escolas precisam cada vez mais se ocupar de investir no desenvolvimento da criatividade dos alunos, para que sejam preparados para solucionar problemas da vida real que requerem muito mais do que a aplicação de algoritmos e fórmulas matemáticas, tendo em vista que, devido a essas mudanças, “a ênfase na educação está mudando também, de equipar os alunos com habilidades altamente codificadas, de rotina para capacitá-los para enfrentar e superar os desafios cognitivos complexos, não-rotineiros.” (OECD, 2014, p. 26).

A OECD (2014) salienta que quando os estudantes são solicitados a “resolver problemas para os quais eles não têm estratégias prontas, eles precisam ser capazes de pensar de forma flexível e criativa sobre como superar as barreiras que se interpõem no caminho de uma solução.” (p.26). Infelizmente os resultados divulgados pelo PISA 2012 demonstram que muito ainda precisa ser realizado em nosso país para que nossos alunos possam se tornar solucionadores criativos de problemas da vida real.

No cenário nacional, a avaliação da educação por meio do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb), sistema composto por três avaliações em larga escala, a saber, Avaliação Nacional da Educação Básica (Aneb), Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (Anresc / Prova Brasil) e Avaliação Nacional de Alfabetização (ANA), analisa o nível em que se encontram os alunos em relação aos conhecimentos matemáticos.

Restringindo a análise desses dados à Anresc, popularmente conhecida como Prova Brasil, pode-se situar o ensino de Matemática brasileiro dentro de um contexto real. Conforme o Inep, a Prova Brasil constitui-se em uma avaliação censitária envolvendo os alunos da 4ª série/5º ano e 8ª série/9º ano do Ensino Fundamental das escolas públicas das redes municipais, estaduais e federal, objetivando avaliar a qualidade do ensino ministrado nas escolas públicas. O requisito básico para uma escola participar dessa avaliação é o fato de ter que possuir, no mínimo, 20 alunos matriculados nas séries/anos avaliados. Os resultados são disponibilizados por escola e por ente federativo (INEP, 2013c).

As informações encontradas na última edição dessa avaliação apresentam também dados reveladores da atual situação do ensino de Matemática no país. Os resultados do ano de 2011 mostram que, em uma escala que se estende do nível 1 ao nível 13, os alunos do 5º ano do ensino fundamental se encontram no nível 4 com a média de 209,9 pontos o que representa que esses alunos concluíram as séries iniciais sem dominar vários conhecimentos importantes, como veremos logo a seguir. Os alunos do 9º ano do Ensino Fundamental se encontram no nível 6 com a média de 250,6 pontos, o que também representa um quadro preocupante.

Esses dados demonstram que os alunos brasileiros têm concluído as duas etapas do ensino fundamental sem desenvolver os conhecimentos mínimos para poderem enfrentar as situações práticas que os impedem de ter acesso aos graus mais elevados de estudo, fato que contribui para a reprodução da atual ordem social que exclui principalmente os alunos de escolas públicas. Os resultados dão conta, assim, de que as escolas não estão fornecendo condições suficientes para os alunos tornarem-se cidadãos aptos a solucionarem os problemas enfrentados no atual panorama socioeconômico no qual estão inseridos, uma vez que apresentam resultados baixos em uma avaliação baseada em problemas matemáticos fechados em que os dados estão explícitos e o aluno precisa apenas recorrer aos algoritmos e conhecimentos matemáticos teoricamente abordados em sala de aula para poder solucionar as questões. Como então, tais alunos se relacionarão com os problemas da vida real, muito mais complexos, problemas que exigem competências para além da aplicação de algoritmos e que são baseados em soluções criativas desde que apresentam-se, muitas vezes, como questões inéditas surgidas no bojo das transformações socioeconômicas recentes?

Analisando os resultados dos alunos do 5º ano do ensino fundamental, nível de ensino no qual os sujeitos da pesquisa dessa dissertação estão inseridos, percebemos que, conforme Descrição dos Níveis da Escala de Desempenho de Matemática – Saeb (INEP, 2013c), os alunos brasileiros estão concluindo essa etapa de ensino sem dominar conhecimentos importantes como reconhecimento e utilização das regras do sistema de numeração decimal, tais como agrupamentos e trocas na base 10 e o princípio do valor posicional; como resolução de problemas envolvendo o cálculo do perímetro de figuras planas, divisão, números decimais e noções de porcentagem; e como identificação de planificações de uma figura tridimensional.

Poderíamos indicar outros exemplos, além dos anteriormente citados, em um rol de quase cinquenta habilidades matemáticas que os alunos dessa faixa etária acabam não desenvolvendo.

Os dados levantados em 2011 revelam que os alunos brasileiros em geral, encontram-se no nível 4 em uma escala que se estende do nível 1 até o nível 10 em relação aos alunos do 5º ano do ensino fundamental. A média das escolas da rede pública é de 204,58 pontos contra 242,81 pontos das escolas da rede privada. Portanto, conforme essa escala, as escolas públicas encontram-se no nível 4 e as escolas particulares no nível 5.

Esses dados nos dão uma ideia clara do desempenho escolar dos alunos brasileiros. Os resultados obtidos no PISA nos situa entre os últimos colocados no ranking mundial e os dados da Prova Brasil nos informam que muito precisa ser feito para atingirmos um ensino de Matemática que evidencie melhores resultados.

1.3 Por que pesquisar criatividade em Matemática?

Os questionamentos aqui analisados nos dão conta da existência de práticas pedagógicas que desestimulam a ação consciente do aluno sobre os objetos matemáticos e que tendem a negar a condição humana de exploração do mundo objeto base para seu desenvolvimento intelectual e combustível para seu processo evolutivo. Nessa lógica, a escola se encontra em um verdadeiro ciclo vicioso no qual as estratégias pedagógicas fortemente influenciadas pelo ideário conteudista, oriundo das transformações sofridas pelo fenômeno da Matemática Moderna surgido nos Estados Unidos nos anos 50, produzem resultados baixos, que geram cada vez mais uma preocupação acentuada em despejar nas aulas um excesso de ensinamentos vazios de significado para o aluno. Nessa lógica, fica negligenciado o trabalho com um dos objetivos gerais do ensino fundamental preconizado nos Parâmetros Curriculares Nacionais: o questionamento da realidade por meio da formulação e resolução de problemas, onde a criatividade é apontada como um dos meios utilizados para tanto (BRASIL, 1997, p.9).

Diante de um ensino fragmentado e mecanizado (GONTIJO, 2007), altamente desvinculado da vida cotidiana do aluno (MUNIZ, 2009a), uma disciplina considerada difícil e restrita a alguns poucos talentosos (CARNEIRO, 2000; SILVEIRA, 2002; OTAVIANO, 2009), utilizada como instrumento de seleção (D’AMBROSIO,) e que prioriza a reprodução de formas impostas de fazer Matemática, em que os alunos apresentam baixo desempenho tanto em resolução de problemas escolares (INEP, 2013c) quanto em problemas da vida real (OECD, 2014), sobra pouco, poderíamos dizer, quase nenhum tempo para que o aluno protagonize o papel de indivíduo potencialmente criativo. Papel que na vida extraescolar se dá de uma forma natural a partir das experiências de vida de cada ser. Nesse sentido, os resultados de avaliações em larga escala (PISA e Prova Brasil) nos dão conta que os alunos brasileiros não estão obtendo resultados positivos tanto em questões que exigem o pensamento convergente em que são priorizados os problemas fechados voltados para a aplicação de conhecimentos escolares (algoritmos e conceitos matemáticos), quanto em questões que exigem a resolução criativa de problemas da vida real.

Frente aos dados constituintes do atual panorama do ensino de matemática no Brasil destacados anteriormente, a presente pesquisa estudou as relações existentes entre os conhecimentos escolares, a criatividade em Matemática e o clima para criatividade nas aulas dessa disciplina. Espera-se que o presente estudo possa contribuir com a compreensão sobre os processos de aprendizagem em Matemática, tendo em vista a necessidade de mudanças em uma área do conhecimento importante para a formação de pessoas aptas a solucionarem os problemas complexos da sociedade de hoje. Entende-se que "uma forma de possibilitar mudanças nessa realidade é a implementação de práticas que favoreçam o desenvolvimento da criatividade nesta área do conhecimento." (GONTIJO, 2007, p. vi). Desse modo, a pesquisa direcionou-se a um público alvo específico, ou seja, alunos do 5º ano do Ensino Fundamental matriculados em uma escola da rede pública.

1.4 Objetivo geral

Objetivou-se, nesse contexto, analisar as relações existentes entre as percepções dos alunos quanto ao clima para criatividade nas aulas de Matemática, o desempenho em Matemática e criatividade matemática.

1.5 Objetivos específicos

Além desse objetivo geral, buscou-se, como objetivos específicos, construir instrumentos que pudessem medir as variáveis estudadas, elaborando (a) uma escala de clima para criatividade nas aulas de Matemática; (b) um teste de desempenho escolar em Matemática; (c) um teste de criatividade matemática. Assim, apresenta-se neste trabalho um estudo que permite analisar correlatos de um processo complexo como a criatividade em Matemática. Assim, as seções estão organizadas do modo que se segue.

No Capítulo 2 apresenta-se a revisão da literatura que aborda a base teórica orientadora desta pesquisa. Assim, no Subcapítulo 2.1, apresenta-se um breve histórico de como se constituiu o atual panorama da Educação Matemática. Em seguida, no Subcapítulo 2.2, evidencia-se a importância da criatividade na atualidade e busca-se compreender o que se entende hoje por criatividade. No Subcapítulo 2.3 define-se o que se compreende neste trabalho como criatividade em Matemática, apresenta-se estudos pioneiros e recentes sobre esse tema e aponta-se o modo como a literatura vem avaliando a criatividade em Matemática. Nos Subcapítulos 2.4 e 2.5 são descritas estratégias e técnicas presentes na literatura sobre como desenvolver a criatividade em Matemática. No Subcapítulo 2.6 são apresentadas as contribuições teóricas para a compreensão sobre clima para criatividade nas aulas de Matemática.

No Capítulo 3 abordam-se o método da pesquisa, os participantes, descrevem-se os instrumentos utilizados na coleta de dados, apresenta-se o modo como se deu a análise dos dados e como realizou-se os procedimentos da pesquisa.

No Capítulo 4 apresentam-se os resultados da pesquisa

No Capítulo 5 discutem-se os resultados da pesquisa e apontam-se as considerações finais.

2 REVISÃO DA LITERATURA – DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA TRADICIONAL AO DESENVOLVIMENTO DA CRIATIVIDADE MATEMÁTICA

2.1 Historicidade do Ensino de Matemática no Brasil

O panorama atual do ensino de Matemática foi criando forma no decorrer de sua evolução histórica, na qual problemas e formas equivocadas de se conceber essa área do ensino foram sendo acumulados e mesmo cultuados. Tal como explicitado logo a seguir, pode-se observar, nas práticas pedagógicas brasileiras da atualidade, um misto de Matemática tradicional e Matemática moderna, sobressaindo-se seus aspectos negativos que permitem ao ensino da Matemática se guiar pela repetição mecânica de modelos matemáticos e pela valorização dos aspectos quantitativos, fatores que impelem os estudantes a aprenderem pela memorização em detrimento da compreensão consciente dos conhecimentos matemáticos.

Para compreender o percurso histórico pelo qual o ensino de Matemática passou até encontrar-se na atual situação que hoje vivenciamos, é preciso entender os equívocos que restaram advindos da instituição do currículo tradicional e do surgimento do fenômeno da Matemática Moderna. Nesse exercício de resgate histórico das marcas políticas e sociais nas quais se constituiu essa área do ensino, podemos identificar os fatores influenciadores das práticas pedagógicas e das formas constituídas de se conceber o ensino de Matemática brasileiro na atualidade.

2.1.1 Currículo tradicional do Ensino de Matemática

A organização dos conhecimentos matemáticos em objeto de ensino passou, no decorrer da história, por alguns períodos dos quais nos interessa analisar três: a constituição do currículo tradicional (baseado no raciocínio dedutivo desenvolvido 300 anos antes de Cristo pelo matemático Euclides), a modernização do ensino de Matemática (marcada pela formulação de um novo currículo na década de 50) e o Movimento da Educação Matemática (iniciado no final dos anos 70).

Desde a sua organização como disciplina a ser ensinada de forma intencional, nas antigas civilizações orientais, a Matemática foi se constituindo como conhecimento restrito a uma seleta classe de aprendizes, sendo considerada uma ciência nobre. “Seu ensino era reservado apenas aos membros de uma classe privilegiada: a dos escribas, dos altos funcionários e dos dirigentes.” (MIORIM, 1998, p. 1). Além disso, com o surgimento da Matemática racional na Grécia antiga do século VI a.C., o ensino desses conhecimentos passou a ser pautado pelos estudos teóricos em detrimento das aplicações práticas.

Observamos, nas origens do ensino de Matemática, o surgimento da cultura de uma disciplina voltada para uns poucos legitimados a dominá-la (os futuros dirigentes), desnaturalizando da ação humana o fazer matemático e transformando-a naquilo que hoje observamos em sala de aula: a constatação de que os alunos a consideram uma disciplina difícil, desvinculada da vida prática e pouco acessível à maioria dos estudantes. Essa representação da Matemática foi sendo reforçada ao longo dos anos em momentos e sociedades diversas. Platão, no século IV a.C., defendia uma Matemática que apresentava resultados perfeitos e imutáveis, compreendida por alguns poucos escolhidos considerados superiores e, portanto, constituindo-se em um elemento fundamental para seleção de pessoas aptas para as diversas profissões (MIORIM, 1998).

Na educação clássica da época helenística, que data desde a morte de Alexandre em 323 a. C. até a indexação da península grega por Roma em 146 a.C., momento em que a escola dá os primeiros passos para se afirmar como a instituição responsável pela educação, percebe-se um ensino livresco e nada agradável às crianças submetidas a esses espaços. Segundo Miorim (1998):

> Totalmente baseado na memória e na repetição, com um mestre que não hesitava em dar chicotadas quando achava o aluno preguiço, esse ensino estava muito longe ainda de preocupar-se em proporcionar algum prazer à criança. O que os testemunhos nos mostram é que ela tinha verdadeiro terror pelo seu mestre e pela escola (p.23).

Já no século I a.C., as influências da geometria euclidiana se enraizaram nas outras áreas da Matemática resultando em um ensino desvinculado das aplicações práticas, ou seja, fortemente teórico. Com o advento da ciência moderna no século XVII, muito do que foi se constituindo em relação ao ensino de Matemática permaneceu inalterado como se a força do tempo pouco tivesse influenciado para a ocorrência de mudanças significativas.

Marcado pela fragmentação do conhecimento, pela mecanização dos processos de ensino quase sempre desconexos e pelas práticas pedagógicas desmotivadoras, o currículo tradicional, com conhecimentos matemáticos criados antes do ano 1.700, portanto, antiquados e impenetráveis para conhecimentos mais atuais relacionados aos fatos contemporâneos, perpetuou-se pelos séculos. Esse currículo manteve suas estruturas inabaladas mesmo diante dos terremotos de críticas que foi sofrendo e tempestades de avanços tecnológicos por quais foi passando a humanidade. Os educadores matemáticos dessa época desconsideravam o fato de que "a Matemática como ciência não se trata de verdades eternas, infalíveis e imutáveis, mas como ciência dinâmica, sempre aberta à incorporação de novos conhecimentos" (BRASIL, 1997, p. 30 com adaptações).

Hoje, com os avanços conseguidos por meio dos estudos sobre o desenvolvimento do ensino de Matemática e não ignorando as condições socioeconômicas da época em que tais fatos se deram, pode-se identificar muitas críticas sobre o currículo tradicional, sendo apontados os equívocos que tanto interferiram na aprendizagem matemática dos estudantes submetidos a este currículo. Kline conclui que “a primeira crítica importante que se aplica particularmente à álgebra, é que ela apresenta processos mecânicos e força, portanto, o estudante a confiar mais na memorização do que na compreensão” (1976, p.19). Apesar do autor está se referindo à realidade norte-americana de quatro décadas atrás, muito se assemelha essa realidade com a que vivenciamos nos dias atuais aqui em nosso país (BRASIL, 1997; GONTIJO, 2007). Uma álgebra marcada pelo número exagerado de processos matemáticos ensinados por meio da cópia de procedimentos que o estudante aprendia a manejar pela repetição excessiva de exercícios orientados pela lógica da ação automatizada. “A aprendizagem consiste quase sempre em simples memorização.” (KLINE, 1976, p. 20-21).

Além disso, os conhecimentos eram repassados por meio de processos desconexos nos quais conceitos se isolavam uns dos outros de uma forma que dificultava a construção de sentidos sobre aquilo que o estudante aprendia. “São como páginas arrancadas de cem livros diferentes, nenhuma das quais transmite a vida, o sentido e o espírito da Matemática. Esta apresentação da álgebra começa nenhures e termina também nenhures.” (KLINE, 1976, p. 21). Outra crítica apontada por Kline sobre o currículo tradicional diz respeito à falta de motivação. “Dadas ambas as considerações, de sua qualidade fria e caráter abstrato, muitos poucos são os estudantes que se sentem atraídos por esta matéria de ensino.” (1976, p. 23).

Na tentativa de justificar uma motivação, mesmo que ludibriante, os defensores do currículo tradicional argumentavam que esses conhecimentos seriam úteis mais tarde na vida dos estudantes. No entanto, Kline (1976) alerta que poucas as profissões utilizariam esses conhecimentos e, mesmo que todos os estudantes utilizassem a Matemática futuramente, esse fato não poderia ser utilizado como motivador para a aprendizagem desse conhecimento. A perspectiva de um futuro distante poderia não está bem definida em estudantes tão jovens.

Outra motivação que esses defensores frequentemente apresentavam aos estudantes é a de que o ingresso no colégio, ou seja, nos níveis mais avançados dos estudos, dependeria da Matemática estudada nos níveis iniciais. “Se a Matemática que lhe haviam ensinado nas escolas elementar e secundária é típica da que os espera no colégio, talvez não queiram ingressar neste último.” (KLINE, 1976, p. 24).

O autor prossegue com as críticas ao currículo tradicional evidenciando os exercícios propostos por meio de problemas desvinculados da vida e dos interesses dos estudantes que, ao contrário do que argumentavam os defensores desse currículo ao afirmarem que esses exercícios convenciam os estudantes da importância da Matemática, transformavam essa matéria em uma inutilidade. “Infelizmente todos esses problemas soam artificiais e não convencerão pessoa alguma de que a álgebra é útil.” (KLINE, 1976, p.27).

Com duras críticas ao currículo tradicional, Kline (1976) direciona-se para o fato de que os modernistas buscavam uma reforma que desse conta de tamanhos problemas. A partir do final do século XIX, assiste-se, em diversos países, ao surgimento de movimentos de renovação da Matemática existente nas escolas secundárias numa preocupação efervescente em modernizar o ensino dessa área do conhecimento, “especialmente por meio da introdução de novos conteúdos” (MIORIM, 1998, p.59). Sob a influência de diversos enfoques e correntes filosóficas, esses movimentos tinham em comum a preocupação em formular uma Matemática que servisse às exigências advindas da nova configuração sócio-político-econômica na qual a sociedade mundial se via envolta.

No entanto, esses movimentos não foram suficientes para que ocorresse uma mudança realmente significativa na forma de se ensinar Matemática. As iniciativas ficaram restritas aos estudos sobre os levantamentos das práticas de ensino de Matemática sem apresentar uma proposta efetiva para uma grande reforma dessas práticas. Quando essa reforma parecia finalmente decolar com o surgimento de experiências de reformas em países como Áustria, Dinamarca, França e Estados Unidos, veio a Primeira Guerra Mundial (1914-1918) interrompendo as discussões quanto ao ensino de Matemática. Terminada a guerra, transcorreram-se algumas décadas até que a ordem mundial se restabelecesse e os países retomassem os encontros internacionais para discussão sobre o tema.

De qualquer forma, Miorim lembra que “esse movimento pode ser encarado como uma primeira reação organizada contra o “culto a Euclides” (1998, p.78). Expressa-se, nesse momento, o Primeiro Movimento Internacional para a Modernização quando assistimos à “primeira tentativa, organizada e envolvendo vários países, de reformular um ensino de Matemática existente havia séculos.” (MIORIM, 1998, p.107). Uma tentativa que, a despeito de não surtir os efeitos imaginados, abriu espaço para a organização do Movimento da Matemática Moderna iniciada nos Estados Unidos nos anos 50.

2.1.2 Movimento da Matemática Moderna (MMM)

A história tem registrado, como uma das ações pioneiras na busca de modernização do ensino da Matemática, a criação, em 1950, da *Commission Internationale pour l´Étude et l´Amélioration de l´Enseignement des Mathématiques* (CIEAEM) formada por matemáticos como André Lichnerowicz, Gustave Choquet, Jean Dieudonné e o psicólogo Jean Piaget. Valente (2008), citando informações retiradas do sítio digital da CIEAEM, recorda que “a Comissão é criada com a intenção de estudar o estado presente e as possibilidades de melhorar a qualidade do ensino e aprendizagem da Matemática” (p. 585).

Foram nas tentativas norte-americanas de modernização do ensino de Matemática, sobretudo nas reformas curriculares da década de 50, que surgiu a expressão de ações contundentes na busca da modernização de práticas tão marcadas pelo tradicionalismo. Tais mudanças influenciaram uma boa quantidade de países pelo mundo, desencadeando um movimento internacional de modernização do ensino da Matemática, assim como podemos constatar na afirmação de Santaló (apud MIORIM, 1998): “Ao contrário do primeiro movimento, as propostas do Movimento da Matemática Moderna, reforçadas pelos estudos de Jean Piaget e tendo o incentivo de vários governos, propagaram-se ‘como um rastilho de pólvora por todo o mundo’” (p. 111).

A constituição dos processos do ensino brasileiro contemporâneo de Matemática, por exemplo, sofreu fortes influências do advento do Movimento da Matemática Moderna (MMM), tendo como princípio a apresentação da antiga Matemática com uma nova linguagem, evidenciando a valorização da álgebra e geometria vetorial e o culto à linguagem e simbologia matemática. Um fato histórico que comprova essa afirmação ocorreu em 1960. Após participar de um seminário ocorrido em Kansas, o professor Osvaldo Sangiorgi propôs um curso de aperfeiçoamento para professores brasileiros com o objetivo de introduzir a Matemática moderna defendida pelos grupos norte-americanos. Desse ponto em diante, dispara, no Brasil o interesse em implantar os ideais advindos do MMM.

Com o intuito de potencializar o nível de eficiência nessa área do conhecimento que vinha sendo marcada por notas baixas, aversão e pavor generalizado por essa matéria (KLINE, 1976), os estudiosos estadunidenses passaram a empreender uma reforma estruturante no currículo de Matemática, surgindo diversas comissões (Comissão de Matemática Escolar da Universidade de Illinois, 1952; Junta Examinadora de Admissão ao Colégio, 1955; *American Mathematical Society*, 1958; Conselho Nacional de Professores de Matemática, 1959; Estudo de Melhoria do Currículo de Matemática da Escola Secundária, 1965) interessadas em apresentar o currículo ideal para um ensino de Matemática mais eficiente.

Essa corrida por um currículo mais moderno e capaz de abarcar um ensino de Matemática mais produtivo acabou sendo potencializada pelo lançamento do satélite Sputnik pelos russos em 1957, provocando no governo norte-americano o sentimento de atraso tecnológico levando-o a promover incentivos nas produções das áreas científicas, sobretudo em Matemática e Ciências. Sangiorgi (apud VALENTE, 2008) confirma esse fato ao afirmar que:

> A verdade é que depois do lançamento do 'Sputnik', pelos russos, em 1957, houve como que uma nova tomada de posição, por parte dos educadores norte-americanos, em relação à estrutura do ensino de seu país, notadamente na parte que dizia respeito à Matemática e às Ciências, de um modo geral (p. 597).

Os "matemáticos modernos" (KLINE, 1976, p. 34) tinham como meta reformular um currículo antiquado constituído por uma Matemática criada há mais de três séculos antes. Kline (1976) levanta duas características principais desse novo currículo: "uma nova abordagem da Matemática tradicional e novo conteúdo" (p.39).

A corrida por uma Matemática moderna resultou na criação de um currículo enciclopédico que abarcou tanto os conhecimentos da antiga Matemática, quanto novos conteúdos, fazendo das aulas de Matemática um campo bombardeado por uma grande gama de conteúdos. Esse currículo levou os professores a priorizarem os aspectos quantitativos do ensino em detrimento dos qualitativos, não restando outra saída a não ser a mecanização dos processos de ensino e a fragmentação dos conteúdos em recortes superficiais de suas essências. "A abordagem do material deveria tornar o conteúdo atrativo e auxiliar a compreensão tanto quanto possível." (KLINE, 1976, pp.39-40), no entanto, o modo como os pensadores sobre o currículo moderno trataram a Matemática, a distanciou cada vez mais dos estudantes.

A ambição dos países pioneiros na formulação do MMM em produzir seres dotados de uma grande quantidade de conhecimentos matemáticos espalhou-se pelo mundo e acabou transformando-se em uma desastrosa tentativa de modernização do ensino de Matemática, resultando no que os Estados Unidos e os países que seguiram os ideais modernistas vivenciaram: a derrocada da aprendizagem matemática. Segundo Kline (1976), essas reformas propostas pelo movimento da Matemática Moderna, ao invés de corrigir os defeitos anteriores, trouxeram como marca a intensificação desses erros. Miorim (1998) apresenta visão semelhante quanto aos efeitos da Matemática Moderna sobre o ensino de matemática: "a Matemática Moderna não conseguiu resolver o problema do ensino da disciplina. Ao contrário, agravou ainda mais a situação" (p. 115).

A superexposição de conceitos matemáticos aos alunos provocou um efeito contrário ao que se esperava levando milhões de alunos a se sentirem fracassados e incapazes de aprender o que se ensinava nessas aulas. Mesmo diante de inúmeras tentativas de se superar os desgastes provocados pelo fracasso da Matemática Moderna (são louváveis as ideias revolucionárias levantadas pelos franceses Brousseau, 1983; Chevallard, 1991; Vergnaud, 1990; entre outros), percebe-se ainda hoje, currículos enciclopédicos e práticas pedagógicas que priorizam um ensino quantitativo característico do Movimento da Matemática Moderna. Miorim (1998) assim se posiciona:

> Apesar de diferentes, as posições assumidas pelos dois movimentos de modernização da Matemática ocorridos no nosso século influenciaram profundamente o ensino da disciplina daquele momento em diante. Ainda hoje, podemos perceber a presença de suas ideias não apenas nas discussões teóricas sobre o assunto, mas também na prática da Educação Matemática (p. 115).

No Brasil essa realidade não foi diferente e, ao serem influenciadas pelos ideais da Matemática Moderna, nossas escolas acabaram aderindo à tendência mundial que privilegiava o ensino de uma Matemática científica desvinculada dos fatos cotidianos nos quais os aprendizes se encontravam envolvidos, a ponto de ser criticada no ano de 1975 pela principal liderança desse movimento de modernização da Matemática brasileira. Sangiorge, citado por Soares (2001), apontou como erros da nova forma de se conduzir o ensino da Matemática: (a) abandono paulatino do hábito de calcular prevalecendo as operações com conjuntos e o uso de máquinas de calcular; (b) substituição do ensino de conteúdos importantes como frações ordinárias e sistema métrico decimal pelo ensino da teoria de conjuntos, conteúdos extremamente abstratos; (c) substituição do ensino de cálculo de área de figuras geométricas planas e de corpos sólidos por vocabulário de sentido exterior; (d) invasão de novos símbolos e de abstrações completamente fora da realidade deixando de oferecer aos alunos momentos de resolução de problemas da vida cotidiana.

Tais equívocos no ensino de Matemática acabam contribuindo negativamente para a percepção do clima psicológico para o desenvolvimento da criatividade nas aulas de Matemática. Ao se ver cada vez mais atolado em conteúdos desvinculados de sua realidade e tendo que passar a conceitos matemáticos progressivamente mais complexos mesmo sem ter aprendido os mais básicos, o aluno pode apresentar dificuldades em sentir-se um ser matemático. A Matemática pode ser percebida como algo que não está e nunca estará ao seu alcance. Mergulhado em fórmulas e algoritmos pré-estabelecidos, envolvido em uma dinâmica escolar com horários rigidamente fechados, esse ser aprendiz não cria, simplesmente tenta reproduzir aquilo que lhe apresentam.

Esse fato se constata também na ausência de espaço dedicado ao tema criatividade nos documentos oficiais que regulamentam o sistema educacional brasileiro. Os PCN (BRASIL, 1997) tratam de forma vaga esse tema, reservando papel secundário ao desenvolvimento da criatividade nos espaços escolares. Mesmo as avaliações oficiais em larga escala não possuem instrumentos destinados a avaliar como as práticas educativas têm privilegiado os momentos de desenvolvimento dos potenciais criativos dos alunos e como esses discentes se encontram quanto à criatividade nos diversos campos do conhecimento dos quais as escolas se ocupam. A metodologia utilizada nas avaliações do Saeb, com questões do tipo múltipla escolha e com respostas únicas, é apropriada para mensurar as “habilidades escolares” (KRUTETSKII, 1976) desenvolvidas no decorrer dos níveis de ensino da educação básica nacional com itens orientados para a avaliação do pensamento convergente dos alunos. No entanto, não está prevista nesses instrumentos, a meta de avaliar o pensamento divergente e medir as “habilidades criativas” (KRUTETSKII, 1976) que podem e deveriam estar presentes nas práticas educacionais.

Percebe-se que o contexto histórico em que se constitui o cenário da Educação Matemática mundial e nacional apresenta elementos negativos que instalam nesses espaços um clima psicológico inibidor do desenvolvimento do potencial criativo de boa parte dos alunos, na medida em que, nesses cenários, não encontramos estruturas flexíveis de tempo e organização de práticas docentes favoráveis à ação criativa do aluno sobre os objetos matemáticos.

Defende-se, nesse trabalho, o desenvolvimento de uma Matemática menos enciclopédica e mais voltada para a organização curricular e pedagógica que favoreça os tempos de criação, de formulação de hipóteses para que os alunos possam realmente ser indivíduos em criação. Parte-se do princípio que o desenvolvimento do potencial criativo de cada aluno nas aulas de Matemática poderá ser privilegiado na medida em que os professores passem a compreender o que vem a ser a criatividade. Além disso, os professores precisam entender como se inter-relacionam os fatores envolvidos nos processos de criatividade e como organizar os espaços escolares em prol da constituição de um clima psicológico que seja saudável ao desenvolvimento das possibilidades de criação e não mais de mera repetição mecânica de procedimentos tão valorizados pelos principais movimentos de pensadores sobre o ensino da Matemática surgidos ao longo da história.

Acredita-se que o ensino de Matemática não está fadado ao fracasso eterno. Ao contrário, ao propor um ensino no qual seja oportunizado aos alunos momentos de desenvolvimento matemático completo, onde as habilidades matemáticas escolares e criativas sejam desenvolvidas, o presente estudo se guia por novas formas de se conceber o ser matematizador, tal qual vem sendo proposto pelo Movimento da Educação Matemática surgido nos últimos anos da década de 70 e que se contrapõe às anteriores concepções equivocadas de condução do ensino de Matemática.

2.1.3 Movimento da Educação Matemática

Contrapondo-se às formas equivocadas de ensino propagadas pelo MMM, pesquisadores e matemáticos ao redor do mundo passaram a se unir em busca de alternativas aos problemas oriundos das concepções de ensino que o Movimento da Matemática Moderna defendia. Nos Estados Unidos, a publicação do documento intitulado "Agenda para a Ação" realizada em 1980 pelo *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) fica registrada como o marco de um novo momento para o ensino de matemática, conhecido como Movimento da Educação Matemática. O documento apontava recomendações para o ensino dessa área, destacando a resolução de problemas como o foco central no qual o ensino e a aprendizagem de Matemática deveriam se guiar. Onuchic e Allevato (2011) lembram que nessa fase de resolução de problemas, o foco foi colocado sobre os processos de pensamento matemático e de aprendizagem por descobertas. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais, ideias que evidenciavam a relevância de aspectos sociais, antropológicos e linguísticos, na aprendizagem da Matemática, imprimiram novos rumos às discussões curriculares. "Essas ideias influenciariam as reformas que ocorreriam mundialmente, a partir de então." (BRASIL, 1997, p. 20).

Dentre os principais pontos de convergência existentes nas propostas elaboradas em diversos países, os PCN destacam:

> Direcionamento do ensino fundamental para a aquisição de competências básicas necessárias ao cidadão e não apenas voltadas para a preparação de estudos posteriores; importância do desempenho de um papel ativo do aluno na construção do seu conhecimento; ênfase na resolução de problemas, na exploração da Matemática a partir dos problemas vividos no cotidiano e encontrados nas várias disciplinas; importância de se trabalhar com um amplo espectro de conteúdos, incluindo-se, já no ensino fundamental, elementos de estatística, probabilidade e combinatória, para atender à demanda social que indica a necessidade de abordar esses assuntos; necessidade de levar os alunos a compreenderem a importância do uso da tecnologia e a acompanharem sua permanente renovação (BRASIL, 1997, p. 21).

Muitas interpretações foram dadas a respeito dessas recomendações (ora a resolução de problemas era o foco dos estudos, ora os conhecimentos matemáticos eram tratados como meios para se resolver problemas, ora a solução de problemas era considerada como o meio para a aprendizagem da matemática), fato que contribuiu para a falta de consenso e a ausência de direcionamento na busca por um objetivo comum. Onuchic e Allevato (2011) afirmam que "não havia coerência e clareza na direção necessária para se atingir bons resultados com o ensino de Matemática apoiado na resolução de problemas, ou seja, não havia concordância quanto à forma pela qual esse objetivo seria alcançado" (p. 78).

Onuchic (1999) imputa esse fato às grandes diferenças entre as concepções que as pessoas e os grupos tinham sobre o significado atribuído às recomendações feitas pelo NCTM. Após uma sequência de publicações realizadas pelo NCTM nas quais se descreviam recomendações para que os professores pudessem construir uma compreensão mais unânime sobre o assunto, no ano de 2000 o NCTM publica os *Standards 2000*, reconhecido pelo nome de Normas e Princípios para Matemática Escolar. Conforme Onuchic e Allevato (2011), o documento descrevia:

> Seis Princípios (Equidade, Currículo, Ensino, Aprendizagem, Avaliação, e Tecnologia); cinco Padrões de Conteúdo (Números e Operações, Álgebra, Geometria, Medida, e Análise de Dados e Probabilidade); e cinco Padrões de Procedimento, entre os quais o primeiro é Resolução de Problemas, seguido por Raciocínio e Prova; Comunicação; Conexões; e Representação (p. 79).

As autoras afirmam que, a partir do *Standards 2000*, os educadores matemáticos começaram efetivamente a pensar numa metodologia de ensino-aprendizagem de Matemática tendo como meio a resolução de problemas. Partindo dos problemas matemáticos, os alunos são levados a compreender e construir os seus próprios conhecimentos em sala de aula.

No Brasil, esse movimento teve expressiva adesão recebendo contribuições que corroboraram a divulgação e o aprimoramento desse movimento, como, por exemplo, as contribuições de D'Ambrosio que introduziu o conceito de Etnomatemática. Segundo o autor, "o grande motivador do programa de pesquisa Etnomatemática é procurar entender o saber/fazer matemático ao longo da história da humanidade, contextualizado em diferentes grupos de interesse, comunidades, povos e nações" (D'AMBROSIO, 2011, p. 17). Para ele, não existe uma maneira final de saber/fazer matemático de uma cultura sendo que todo indivíduo desenvolve um conhecimento que está em profunda transformação. Portanto, as experiências individuais dos alunos devem receber um grau de importância acentuada nas relações de ensino-aprendizagem constituídas nas escolas.

Percebe-se, pelas ideias inovadoras e ricas em ganhos pedagógicos, que as novas concepções que estão sendo constituídas por meio do Movimento da Educação Matemática carregam o potencial de solucionar muitos dos equívocos observados nas reformas anteriores do ensino de Matemática. No entanto, como qualquer conhecimento em construção, essas concepções precisam ser debatidas, pesquisas devem ser realizadas e pesquisadores, matemáticos e professores precisam evidenciar experiências bem sucedidas e equívocos enfrentados, de modo a se buscar uma forma de ensino virtuosamente favorável ao desenvolvimento global das potencialidades humanas. Pode-se apontar, ainda, o fato de que as produções acadêmicas a respeito da Educação Matemática e das propostas inovadoras que vêm sendo constituídas nos últimos anos ainda permanecem longe do conhecimento de parte considerável dos professores brasileiros. “O que se observa é que ideias ricas e inovadoras não chegam a eles, ou são incorporadas superficialmente ou recebem interpretações inadequadas, sem provocar mudanças desejáveis.” (BRASIL, 1997, p. 21). Talvez uma alternativa para se diminuir a distância entre o docente e as pesquisas realizadas no campo da Educação Matemática seria a implantação da cultura de pesquisa dentro do ambiente de sala de aula na qual o professor também se percebesse como pesquisador em constante estudo e passasse a produzir conhecimento. Assim, o professor-pesquisador não se renderia à mera espera de que o conhecimento chegasse até ele via academia, mas ele mesmo buscaria construir os conhecimentos docentes.

Podemos avaliar que as concepções construídas pelo Movimento da Educação Matemática possuem bases que permitem um ensino matemático propício ao desenvolvimento das habilidades criativas nessa área do conhecimento. Na medida em que, por meio de uma metodologia guiada pela resolução de problemas, os alunos são orientados a produzir seus próprios conhecimentos, pode-se encontrar espaços nas aulas de Matemática para emergir o pensamento divergente e a construção de formas de “saber/fazer matemático” (D’AMBROSIO, 2011) únicas e originais que podem ser validadas pelo professor e pelos colegas nas salas de aula e, eventualmente, ser incorporadas ao arcabouço de conhecimentos de dada comunidade.

Neste trabalho, aposta-se que as habilidades criativas possuem legitimidade suficiente para fazer parte do conjunto das diversas formas de habilidades e competências matemáticas que devem ser desenvolvidas nos ambientes escolares. Assim, é preciso destinar espaço e tempo suficiente para o desenvolvimento do potencial criativo dos alunos nessas novas formas de concepção de ensino de Matemática que estão sendo projetadas. Nesse sentido, serão abordados nos próximos capítulos os conhecimentos produzidos acerca da criatividade, da criatividade nas aulas de Matemática e do clima para criatividade nas aulas de Matemática.

2.2 Importância da criatividade na atualidade

É real o consenso de que a criatividade é um atributo humano valorizado e desejado nas mais diversas áreas em que se dão as relações sociais. Lubart (2007), por exemplo, revela o quanto o termo criatividade tem sido difundido nos mais variados ambientes de convivência humana. Jovens criativos são bem aceitos nos grupos de amigos aos quais se relacionam ao apresentar formas originais de solucionar as questões que surgem nessas relações. Nas artes, aqueles que apresentam obras (músicas, esculturas, instalações artísticas) originais têm chances de ver suas criações ganharem fama em escala internacional tornando-se, muitas vezes, um marco histórico.

Recentemente, jovens com domínio das ferramentas digitais surpreenderam as pessoas com programas de computadores que se tornam produtos digitais largamente utilizados nos mais variados países por indivíduos de todas as faixas etárias. Um exemplo disso é a história do universitário Mark Elliot Zuckerberg, que em 2004, com 20 anos de idade, fundou, juntamente com seus colegas de universidade Dustin Moskovitz, Eduardo Saverin e Chris Hughes, aquela que ficaria conhecida como a maior rede social do mundo, o *Facebook*, transformando seu idealizador, ainda na juventude, em uma das pessoas mais ricas e influentes do planeta.

No ano de 2014 a criação desses jovens tornou-se uma ferramenta de comunicação utilizada por cerca de 1,23 bilhões de pessoas por todo o mundo e recebeu, em 2011, o título de "protagonista" das revoluções de países do Oriente Médio e do norte da África, conhecidas por Primavera Árabe ou, como a mídia mundial repercutia, "Revolução do Facebook". Sem uma liderança declarada e tendo os meios de comunicação tradicionais censurados pelos líderes totalitários, as pessoas, sobretudo os jovens, passaram a utilizar o Facebook como ferramenta para organizar os movimentos e mobilizar os cidadãos a ocuparem as ruas e praças públicas mesmo diante da dura repressão estatal. Por meio do Facebook, os cidadãos também sensibilizaram a comunidade internacional sobre a censura e repressão que vinham sofrendo. Realizando greves, manifestações, passeatas e comícios organizados pelas redes sociais, dentre as quais o Facebook ganhou notoriedade mundial, ditaduras instaladas há anos foram derrubadas. Apesar de toda essa notoriedade mundial, seu principal criador, Zuckerberg, surpreendeu o mundo ao declarar que o Facebook "não foi nem necessário, nem suficiente" para as revoluções. Para Naccache (2013), "a delicadeza desse depoimento nos permite perceber por que tantos jovens trabalham criativamente pela humanidade." (p. XII).

A criatividade se mostra importante, também, nas carreiras profissionais. Em uma pesquisa (*Global CEO Study 2010*) realizada pelo IBM (*International Business Machines*), foram ouvidos 1.541 *Chief Executive Officer* (CEOS) espalhados por 60 países do globo terrestre, considerados os mais importantes executivos das grandes empresas mundiais. Constatou-se que a criatividade figura como requisito mais importante na seleção dos profissionais. A pesquisa mostrou que 59% desses dirigentes apontaram o item criatividade como atributo de liderança mais importante.

> Líderes criativos convidam à inovação contestadora, estimulam os funcionários a assumirem riscos calculados. Têm a mente aberta e são

> inventivos na expansão de seu estilo de administração e comunicação, em particular para envolver a nova geração de funcionários, parceiros e clientes. (LUCCA, 2011)[3].

Empresas que inovam apresentando produtos criativos despontam assumindo as primeiras posições no ranking internacional entre as mais bem sucedidas no mercado. O ranking elaborado pela *World Intelectual Property Organization* (WIPO) revela os países Suíça (1º colocado), Suécia (2º colocado), Reino Unido (3º colocado), Holanda (4º colocado) e Estados Unidos (5º colocado) despontando nas primeiras colocações no Índice Global de inovação 2013. No entanto, o Brasil ocupa uma colocação ruim assumindo a 64ª posição, sendo que vem perdendo posições (17 posições em relação a 2011 e 6 posições em relação à 2012).

Esses são alguns relatos que demonstram o valor dado à criatividade pelas pessoas nos espaços sociais. Bastante popularizada na atualidade e “largamente difundida pelos meios de comunicação” (LUBART, 2007, p. 7), a criatividade vem despertando o interesse de pesquisadores, empresários, professores, neurocientistas, psicólogos e sociedade em geral. Especialistas na área da criatividade (ALENCAR, 1990; ALENCAR; FLEITH, 2003a; LUBART, 2007; NOVAES, 1977) apontam argumentos favoráveis à importância de se investigar esse fenômeno inerente aos seres humanos. Alencar (1990) deixa claro a necessidade de se criarem condições nas salas de aula para o desenvolvimento e manifestação do pensamento criativo, preparando o aluno para “lidar com problemas, que somos até hoje incapazes de antecipar” (p.14). Alencar e Fleith (2003b) abordam a criatividade como importância primária para a sobrevivência num mundo onde o futuro é incerto e as mudanças ocorrem intensa e rapidamente “demandando soluções criativas” (p. 8). Lubart (2007) justifica essa importância salientando a necessidade de se abordar a criatividade sob variadas perspectivas e a apresenta como meio para ajudar a resolver problemas da vida afetiva e profissional, como base para o crescimento econômico e como forma de desenvolver nos seres novas formas de soluções para os problemas sobre o equilíbrio social e planetário (p. 7-8). Já Novaes (1977) enfatiza que:

> A criatividade desempenha papel importante no processo de adaptação do indivíduo ao meio ambiente, uma vez que a personalidade criativa tem mais facilidade em contornar as dificuldades surgidas na sua comunicação com os outros até chegar ao verdadeiro encontro consigo mesma e com as demais. (p. 99)

[3] Artigo disponível em meio eletrônico sem numeração de páginas.

Cientes da importância da criatividade em todos os ramos do conhecimento humano, torna-se fundamental buscar compreender o que se entende por criatividade e o que pode ser considerado como uma pessoa, um processo e um produto criativos.

2.2.1 Afinal, o que se entende por criatividade?

No desenrolar da história sobre a evolução daquilo que se pensa hoje sobre criatividade, encontram-se indícios de que as concepções sobre esse assunto se originam em uma abordagem mística do pensamento criativo. Nesse modo de se enxergar, a criatividade era considerada um dom divino, presente de uma entidade espiritual que dotava alguns privilegiados com uma condição superior de poder criativo. Assim, a musa inspiradora dos poetas descrita por Platão, o espírito que ditava as músicas à Beethoven e o demônio que habitava a caneta do escritor Rudyard Kipling, revelam o caráter místico atribuído ao surgimento da criatividade e à elaboração de produtos considerados criativos pela sociedade em âmbito mundial (LUBART, 2007).

Outra abordagem em torno do entendimento sobre a criatividade se refere à atribuição dessa característica aos considerados gênios. Lubart (2007) lembra que "durante o século XVIII surgiram os debates filosóficos sobre o gênio e, em particular, sobre os fundamentos do gênio criativo" (p. 12). Nesse cenário de debates sobre a genialidade atribuída a seres humanos dotados de capacidades especiais inatas, a criatividade deixa de ser concebida como um dom divino e passa a ser considerada como "uma forma excepcional de genialidade, diferente de talento, e determinada por fatores genéticos e condições ambientais" (ALBERT; RUNCO, 1999 citado por LUBART, 2007).

Em contrapartida, estudos empíricos têm contribuído com novas formas de se conceber criatividade, superando as visões sobrenatural e da genialidade. São tentativas de rever, por meio de estudos científicos, aquilo que se compreende sobre a criatividade, vencendo a concepção mística ao tentar desvendar a forma com que se desenvolve o potencial criativo em cada pessoa e superando a visão inatista de genialidade ao levantar a importância das experiências de vida para o acúmulo de elementos necessários para a emergência da criatividade. Portanto, busca-se o afastamento do entendimento da criatividade como produto das influências divinas e da visão simplista de que basta nascer dotado de poderes criativos para manifestar a criatividade.

Em 1926, um dos pioneiros nos estudos de criatividade, o psicólogo Graham Wallas, apresentou um modelo que se tornou um clássico quando o assunto se refere ao processo criativo, provavelmente inspirado em seus precursores Poincaré e Helmholtz, que no limiar do século XX apresentavam três fases do processo criativo similares às fases apontadas por Wallas. Em sua obra, *A Arte do Pensamento*, após estudar empiricamente a vida de inventores famosos, descreveu o processo criativo em quatro fases, algumas ocorrendo ao nível das funções conscientes e outras surgindo no cerne dos processos inconscientes: a fase de preparação, a fase de incubação, a fase de iluminação e a fase de verificação.

Na fase de preparação a pessoa passa a investigar uma solução para determinado problema, se dedicando à causa para a qual se dirige. Assim, ela busca compreender os elementos que constituem o problema e se especializa de modo a tentar entender o funcionamento daquilo que é seu objeto de solução.

> Durante a fase de preparação, o problema é "investigado em todas as direções", como o pensador prepara o solo mental para a semeadura das sementes. É o acúmulo de recursos intelectuais de que se dispõe para construir as novas ideias. É totalmente consciente e envolve uma parte de pesquisa, uma parte de planejamento, uma parte de entrar no frame direito da mente e atenção (POPOVA, 2013). [4]

Alencar e Fleith (2003b) lembram que “esse envolvimento leva a pessoa a trabalhar cada vez mais no problema que o fascina, levando o investigador a dispender uma enorme quantidade de tempo e esforço” (p. 49).

Observa-se que o processo criativo não ocorre de modo simples e despropositado. Ao contrário, ele requer uma complexidade de situações favoráveis para que ocorra, necessitando de captação de uma diversidade de elementos para que o ser em estado de criação possa se organizar diante do problema a ser solucionado. Necessita, ainda, de uma tomada de consciência diante do problema e das implicações de sua solução, sendo um processo envolto em intencionalidades. Por tanto, a criatividade não é fruto de um presente da mente humana que brinda pessoas especiais em momentos raros, mas se constitui por meio de um árduo processo de preparação. Nesse sentido, acredita-se que a musa inspiradora dos poetas e artistas criativos nada mais pode ser do que um profundo conhecimento sobre aquilo que se pretende produzir, assim como a solução inesperada para um problema considerado como não solucionável não pode ser considerada como uma criação de um ser dotado de hipersensibilidade, mas sim como o resultado de um árduo esforço mental frente ao problema.

Na segunda etapa, ocorre o momento da incubação. Novaes (1977) afirma que “na fase da incubação, uma das mais interessantes de ser estudada, o inconsciente tem destacada influência” (p,49). Lubart (2007) concebe essa fase como um momento em que não há trabalho consciente, fase da produção criativa na qual, mesmo a pessoa se dirigindo a outras situações

[4] Tradução nossa

diversas do problema para o qual desprendeu tanto esforço, o sistema nervoso central continua trabalhando de forma inconsciente, realizando associações imperceptíveis pelo ser que está mergulhado em outros afazeres ou em estado de relaxamento.

A terceira fase, chamada por Wallas (1926) de fase de iluminação, aparece no momento em que uma ideia se destaca dentre as ideias surgidas no trabalho inconsciente. Pode ocorrer quando, após um árduo momento de reflexão sobre um determinado problema, já exausto e descrente de que haja mesmo uma solução ou uma saída para tal problema, a pessoa decide abandonar de vez seu intento e passa a buscar realizar uma atividade relaxante tentando se desligar daquele problema tão desgastante. Esse indivíduo, já relaxado e com poucas lembranças sobre o insucesso que a pouco havia experimentado, de repente, é surpreendido por um pensamento que o faz se remeter ao problema e... *eureca*! Eis que surge a solução apropriada que tanto buscava. Lubart (2007) define essa fase como um *flash*, uma iluminação súbita. Nessa etapa do processo criativo a pessoa é surpreendida por uma solução repentina que surge quando menos esperada, no banho, no cinema, no intervalo de um programa de televisão, ao cortar a grama. A propósito, o termo *eureka* foi pronunciado pelo matemático Arquimedes, como bem lembrado por Perkins (2001, p. 16-17), enquanto corria nu pelas ruas após descobrir, durante o banho, a solução para o famoso problema de como descobrir se havia prata misturada à coroa de ouro que o rei Hiero II mandara fazer para oferecer aos deuses.

A última fase se realiza ao nível de trabalho consciente. É a fase de verificação, momento no qual o criador da ideia passa a valorar o produto criado testando sua funcionalidade, evidenciando fragilidades e buscando aperfeiçoar potencialidades. Enfim, nessa fase ocorre a ponderação sobre o valor do produto criado e avalia-se a necessidade de se retornar ou não às outras fases do processo criativo.

Muitas críticas têm sido apontadas a esse modelo do processo criativo em quatro etapas, ora evidenciando a necessidade de se realizar extensões aumentando a quantidade de etapas, ora apontando falhas em relação à padronização desse processo como se ocorresse de forma igual e linear em todas as pessoas. Lubart (2007) afirma que "os processos criativos podem efetivamente ser estudados examinando seus diferentes componentes e seu papel nos trabalhos de criação" (p. 98).

Lubart (2007) salienta que, nos últimos 20 anos, formas multifacetadas de se analisar a criatividade foram propostas, sendo consideradas como "o resultado de uma convergência de fatores cognitivos, conativos e ambientais" (p. 16). Percebe-se, assim, uma mudança de perspectiva que deixa de considerar a criatividade como resultante de fatores individualmente considerados e passa a concebê-la envolta em uma multiplicidade de fatores. Nessa perspectiva, criatividade pode ser considerada como a criação (processo) de produtos novos (produto) e validados por uma determinada sociedade em um determinado período da história (ambiente natural e social), dependente de condições cognitivas, emotivas e de personalidade de quem os cria (indivíduo).

A vasta literatura dessa área de estudo não fornece um conceito único sobre o que se entende por criatividade, percebendo-se que não há consenso entre os pesquisadores. Goswami (2012) reconhece a existência de dois tipos básicos de criatividade: a criatividade situacional na qual se resolve novos problemas "combinando ideias antigas de maneira nova" (p.64) e a criatividade fundamental que "versa sobre verdadeira originalidade, da qual é capaz só mesmo a consciência, em sua liberdade incondicional" (p. 64). Esse autor aborda, assim, a criatividade ocorrendo sob duas formas de surgimento do novo: por meio de combinação de ideias já existentes e por meio de surgimento de novas ideias.

Conforme Lubart (2007), a maioria dos investigadores concebe a criatividade como "a capacidade de realizar uma produção que seja ao mesmo tempo nova e adaptada ao contexto na qual ela se manifesta" (p. 16). Nessa abordagem, considera-se o novo como um produto carregado de ineditismo pelo fato de jamais ter sido percebido por aqueles que o consideram original. Sendo original, o produto precisa ainda ser adaptado, ou seja, ser útil para aquilo que se propõe, devendo ser validado por aqueles que o avaliam como produto criativo.

Csikszentmihalyi (1996) evidencia que:

> Não há nenhuma maneira de saber se um pensamento é novo, exceto com referência a alguns padrões, e não há nenhuma maneira de saber se ele é valioso até que passe pela avaliação social. Portanto, a criatividade não acontece dentro da cabeça das pessoas, mas na interação entre os pensamentos de uma pessoa e um contexto sociocultural. É sistemático, em vez de um fenômeno individual (p. 23).

São esses pensamentos, que nascem no âmago dos processos psíquicos individuais, que dão origem aos produtos criativos após serem externados e legitimados nos contextos sociais. Temos aqui uma visão criteriosa do que seria a criatividade. Nem todo pensamento individual se torna um produto criativo, mesmo que seja original. Para ser assim considerado, o produto, que nasce de uma atividade mental solitária, precisa transitar pela avaliação coletiva para poder tornar-se uma produção legitimamente criativa.

Não são raros os exemplos de criações em diversas áreas que hoje são consideradas produtos de valor inestimado, mas que não tiveram esse valor reconhecido quando foram apresentados para o coletivo, devido a não validação dessas criações pela sociedade da época. Como exemplo, podemos citar Leonardo Da Vinci, que desenhou vários projetos na área da engenharia, muitos dos quais só foram concretizados mais de quatro séculos depois, como o helicóptero concebido pelo célebre inventor no ano de 1.510 e esquecido até o começo do século XX quando foi concretizado pelos irmãos Wright. Vicent Van Gogh só teve suas obras reconhecidas cerca de uma década após ter morrido em 1890. Sendo assim, para que um produto possa ser considerado criativo, ele precisa ser concebido num processo sistêmico, onde concorra todo um conjunto de indivíduos organizados dentro de uma cultura e de um contexto histórico para a aceitação ou rejeição dessa criação. Nesse sentido, há um certo consenso em considerar a criatividade como a apresentação de algo novo e de valor para um determinado contexto sociocultural (ALENCAR; FLEITH, 2003b; AMABILE, 1983; CSIKSZENTMIHALYI, 1996; LUBART, 2007, NOVAES, 1977).

No entanto, existem outras posições considerando a importância das criações para os indivíduos, independemente do reconhecimento social. Muitos autores (por exemplo: AMABILE, 2012; GARDNER, 1993; KAUFMAN; BEGHETTO, 2009; LUBART, 2007) têm caracterizado dois tipos de criatividade, a criatividade com "C" maiúsculo, se reportando às grandes invenções que ganham notoriedade e, por tanto, passam pela validação social, e a criatividade com "c" minúsculo, se referindo às criações realizadas pelas pessoas para solucionar os problemas cotidianos. A criatividade com "c" minúsculo, representa um nível de criatividade individual na qual a criação apresenta importância em um plano pessoal. Outro ponto de vista que considera a importância da criatividade no nível pessoal refere-se à perspectiva subjetiva sustentada por Mitjáns Martínez (2004). A autora considera a criatividade como um processo complexo da subjetividade humana na qual duas dimensões indissociáveis se articulam: a dimensão individual e a dimensão social. Assim, criatividade é "um processo complexo da subjetividade humana na simultânea condição de subjetividade individual e subjetividade social, expresso na produção de algo 'novo' e 'valioso' em algum campo da ação humana" (MITJÁNS MARTÍNEZ, 2012, p. 89) ao menos para o indivíduo. Segundo a autora, participam desse processo "configurações específicas que assumem um caráter único e irrepetível nos sujeitos concretos." (MITJÁNS MARTÍNEZ, 2004, p. 88). Desse modo, a concepção subjetiva evidencia a importância da criatividade também no plano personológico e não apenas no plano social.

2.3 Criatividade em Matemática

2.3.1 Definindo criatividade em Matemática

Nesta subseção, apresentamos as bases conceituais sob as quais este trabalho se apoia, evidenciando aquilo que compreendemos como criatividade matemática. Autores como

Krutetskii (1976), Dante (1988), Silver e Cai (1994), Haylock (1997), Mann (2005), Gontijo (2007), Kattou et al (2013), buscam contribuir com o entendimento sobre o que vem a ser a criatividade em Matemática, no entanto:

> ...a criatividade matemática é uma construção complexa e, como tal, tem sido definida e medida de várias maneiras. Muitos pesquisadores têm argumentado que, até a presente data, não existe uma definição única bem aceita para criatividade matemática e uma forma pela qual ela pode ser melhor mensurada... (PITTA-PANTAZI; SOPHOCLEOUS; CHRISTOU, 2013, p. 200)[5].

Kattou et al (2013), por exemplo, definem criatividade matemática como um subcomponente da habilidade matemática, ao lado das habilidades espacial, quantitativa, qualitativa, causal e indutiva/dedutiva. Já Kandemir e Gür (2007) utilizam uma definição mais geral em seus estudos sobre pensamento criativo na resolução criativa de problemas matemáticos, considerando a criatividade como uma ideia ou produto que deve ser novo, original e adequado, na qual estão envolvidos os seguintes tipos de pensamento: o padrão, o criativo, o divergente, o reflexivo e o convergente. Assim, os autores consideram que:

> A criatividade é um processo de pensamento que resulta em soluções novas, inusitadas e interessantes para um determinado problema que pode ramificar-se a partir de qualquer dificuldade, pelo pensamento divergente e olhando para a solução de problemas usando novas perspectivas. A presente pesquisa combina criatividade com seis adjetivos: novidade, originalidade de ideias, produtos criativos, processo criativo, pessoa criativa e ambiente criativo. (KANDEMIR; GÜR, 2007, p. 108)[6].

Neste estudo, adotamos o conceito construído por Gontijo (2006) por considerarmos que essa definição abarca as principais características apontadas pelos estudiosos sobre criatividade em matemática. O autor define criatividade em Matemática como:

> A capacidade de apresentar inúmeras possibilidades de soluções apropriadas para uma situação problema, de modo que estas focalizem aspectos distintos do problema e/ou formas diferenciadas de solucioná-lo, especialmente formas incomuns (originalidade), tanto em situações que requeiram a resolução e elaboração de problemas como em situações que solicitem a classificação ou organização de objetos e/ou elementos matemáticos em função de suas propriedades e atributos, seja textualmente, numericamente, graficamente ou na forma de uma sequência de ações. (GONTIJO, 2006, p. 4).

A definição de Gontijo nos permite compreender como organizar o espaço escolar de modo que os alunos desenvolvam a criatividade matemática e o professor possa avaliá-la. A

[5] Tradução nossa.
[6] Tradução nossa

seguir iremos abordar estudos pioneiros e atuais sobre o assunto em busca de compreender o processo evolutivo dessa área de pesquisa.

2.3.2 Pioneirismo nos estudos sobre criatividade em Matemática

A literatura sobre criatividade em Matemática nos mostra que os estudos acerca desse fenômeno encontram suas primeiras expressões no início do século XX, sobretudo nos trabalhos de Poincaré (1908/1996) que, de forma pioneira, influenciou outros pesquisadores a se dedicarem aos estudos sobre o fenômeno da criatividade nessa área. Assim se posicionou Poincaré (1908/1996) sobre o fenômeno da criatividade em Matemática:

> A gênese da criação matemática é um problema que deve inspirar o mais vivo interesse ao psicólogo. Trata-se do ato no qual a mente humana parece basear-se menos no mundo exterior; é o ato em que esta não atua, ou não parece atuar, senão por si mesma ou em si mesma, de modo que, ao estudar o processo do pensamento geométrico podemos esperar alcançar o que há de mais essencial na mente humana... (p. 7).

No entendimento de Poincaré (1908/1996), nem todas as pessoas seriam capazes de criar no campo da Matemática. O autor afirma que "percebe-se que esta sensação, esta intuição da ordem matemática que nos leva a adivinhar harmonias e relações escondidas, não possa pertencer a toda a gente." (1908/1996, p. 8). Segundo ele, existem três tipos de pessoas: (a) uma maioria desprovida de intuição, de capacidade de memória e atenção acima do normal, portanto, incapazes de compreender uma Matemática um pouco mais elevada; (b) outros com esse sentimento (intuição) não muito desenvolvido e uma memória pouco falha, conseguindo compreender a Matemática e, algumas vezes aplicá-la, porém, sem capacidade para a criação; e (c) outros com um grau de intuição um pouco mais elevado, não só compreendendo a Matemática, mas podendo se converter em criadores com maior ou menor êxito, conforme o desenvolvimento dessa intuição.

Partindo dessa categorização, Poincaré (1908/1996) passa a definir a criação em Matemática, ora nomeando-a assim, ora denominando-a invenção, hora chamando-a pensamento geométrico, e ainda, nomeando-a intuição, concluindo que "criar consiste, precisamente, não em construir as combinações inúteis, mas as que são úteis e que estão em ínfima minoria. Criar é discernir, escolher..." (p. 8). Para ele, não se trata apenas de aplicação de regras e elaboração do maior número possível de combinações por meio de leis fixas resultando em combinações numerosas, inúteis e embaraçosas.

Em seus estudos, Poincaré passou a buscar compreender como se dava o processo de criação em Matemática e, por meio da observação de suas próprias rotinas, descreveu essa dinâmica em que ocorre a criação matemática na mente humana. Assim, percebeu que duas formas de trabalho da mente são responsáveis pelo surgimento do fenômeno de criação. Um deles, o trabalho inconsciente, ocorre em momentos longos de descanso e relaxamento onde surge a iluminação súbita e a ideia aparece após duras horas de trabalho consciente sem que surgisse a solução procurada. A outra forma de trabalho, o consciente, é a base sem a qual o trabalho inconsciente não seria possível acontecer.

Poincaré (1908/1996) clarifica esse entendimento alertando para o fato de que:

> Tal trabalho [inconsciente] não é possível, e em todo o caso não seria fecundo, se, por um lado não for precedido e, por outro, se não se lhe seguir um período de trabalho consciente. Estas inspirações súbitas não surgem (e os exemplos que apresentei provam-no já de modo suficiente) senão depois de alguns dias de esforços voluntários, aparentemente estéreis, em que pensávamos não estar a fazer nada de interessante e ter seguido um caminho totalmente falso. Estes esforços não foram, portanto, tão estéreis como se pensava. Puseram em movimento a máquina inconsciente e sem eles esta não teria funcionado nem poderia ter produzido o que quer que fosse... (p. 10).

Evidencia-se o importante papel do trabalho consciente para o acionamento do inconsciente na criação Matemática, não se tratando essa criação, de certo, de um mero processo automático. Assim, por meio de uma analogia entre os elementos que comporão as combinações moleculares e os átomos em forma de gancho de Epicuro, Poincaré (1908/1996) evidencia a importância do trabalho consciente no sentido de colocar em movimento esses elementos que, combinados dão origem às soluções para os problemas, assim como, ao se movimentarem, os átomos se chocam possibilitando a formação de moléculas. Emergem do inconsciente, ou como prefere Poincaré, do "eu sublimar" (1908/1996), as combinações selecionadas como úteis para a solução do problema no qual o indivíduo tanto se debruçou durante horas de trabalho consciente sem obtenção de resultados.

Fruto da sensibilidade matemática, essa seleção se dá no momento em que, diante de vários objetos constituídos como consequência do automatismo do "eu sublimar", penetrariam no campo do consciente somente aquelas combinações dotadas de uma estética matemática, cujos "elementos estão dispostos harmoniosamente, de forma que a mente possa sem esforço abraçar todo um conjunto penetrando em todos os seus detalhes" (POINCARÉ, 1908/1996, p. 12). Essa sensibilidade estética especial desempenha o papel de aplicar as delicadas regras que conduzem à escolha das combinações úteis para a solução do problema. As outras combinações, por não apresentarem essa estética, por não se fazerem importantes para a solução do problema, permanecem reservadas no inconsciente. Portanto, segundo Poincaré (1908/1996), somente as pessoas que possuem essa sensibilidade estética especial são capazes de criar.

As ideias pioneiras de Poincaré, apesar de parecerem limitadas se tomarmos como parâmetro os conhecimentos hoje desenvolvidos nessa área, inauguram um campo de pesquisa que seria vislumbrado por muitos outros pensadores. Reconhecemos tais limitações tendo em vista o fato de que a criatividade se expressa nos mais variados níveis (AMABILE, 2012) e não se restringe à classificação realizada pelo autor situando as pessoas em dois polos distintos: os criativos e os não-criativos. Compreendemos a naturalidade das limitações dos estudos de Poincaré como decorrência do cenário histórico que o autor vivenciou. Em contra partida, evidenciamos a importância das contribuições do pioneirismo empreendido por Poincaré para o desenvolvimento dos conhecimentos sobre a criatividade em Matemática.

Outro pioneiro que debruçou-se sobre o fenômeno da criação em Matemática foi Jacques Hadamard (1865-1963). Após participar de uma conferência ocorrida nos primeiros anos do século XX na Sociedade de Psicologia em Paris na qual o conferencista era Poincaré, Hadamard passou a interessar-se pelo tema. De tal modo, guiando-se pelos estudos de Poincaré e buscando analisar suas próprias experiências nos processos de criação matemática, Hadamard compreende esse fenômeno enfatizando o papel do inconsciente na produção de soluções para os problemas que ficaram pendentes durante os processos conscientes.

Se contrapondo à teoria do acaso proposta pelo biólogo Charles Nicolle, Hadamard concorda com Poincaré, para quem a iluminação súbita é resultante de um intenso trabalho inconsciente:

> Não posso aceitar e nem compreender como um cientista como Nicolle pode ter essa ideia. Por maior que seja o respeito pela personalidade de Charles Nicolle, a explicação pelo *acaso puro* equivale a não explicar nada e a afirmar que existem efeitos sem causa. (HADAMARD, 1963/2009, p. 33).

No entanto, Hadamard não descarta a ação do acaso sobre o inconsciente no processo inventivo. O que ele evidencia é o fato de que as iluminações súbitas não emergem por pura obra do acaso, mas que são produtos da intervenção de um processo mental anterior, ou seja, um processo inconsciente. Se referindo à invenção em Matemática, ele hipotetiza que esta ocorre por meio das inúmeras combinações de ideias e ressalta o papel do acaso na construção dessas combinações. Porém, esse papel do acaso se desenvolve no inconsciente, visto que, boa parte dessas combinações, as mais inúteis, permanece desconhecida. Frente ao extenso número de combinações produzidas no inconsciente, com a participação do acaso, são selecionadas e emergem ao espírito consciente somente as combinações fecundas ou que guardam um potencial de fecundidade em relação ao problema a ser solucionado.

A busca de Hadamard por tentar compreender o fenômeno da invenção em Matemática foi importante para a evolução daquilo que hoje se tem construído sobre o conhecimento da criatividade nessa área. Recorrendo aos ensinamentos de Poincaré, chegou à dupla conclusão de que a invenção é uma escolha na qual são selecionadas as combinações úteis em meio à enorme quantidade de combinações surgidas nos processos inconscientes e que "essa escolha é governada de modo imperativo pelo sentido da beleza científica" (HADAMARD, 1963/2009, p. 48), em um processo em que as formas de inconsciente mais privilegiadas, ou seja, que apontam possibilidades de se tornarem conscientes, dão base à sensibilidade necessária para a realização dessa escolha.

Essa etapa de escolha passa por uma seleção preliminar que ocorre também no inconsciente sendo que a percepção das combinações interessantes fica a cargo do consciente. Dessa forma, assinala a importância do trabalho consciente como momento de preparação que antecede o momento de incubação e o momento de iluminação. Sem essa ação preliminar, os processos de invenção ficariam dependentes somente do acaso e a "descoberta ocorreria como se não tivesse havido nenhum trabalho preparatório; restaria de novo a inadmissível hipótese do puro acaso." (HADAMARD, 1963/2009, p. 64). De tal forma, o consciente desencadeia a ação e define a direção na qual o inconsciente entrará em movimento.

No entanto, Hadamard chama atenção para o fato de que tanto a dispersão da atenção quanto a concentração excessiva desta em direção a um foco único podem ser prejudiciais para o processo de descoberta. Assim, ele enfatiza o importante papel do trabalho preparatório para se "educar o inconsciente" e propõe que após ter estudado um assunto sem conseguir lograr êxito, deve-se abandoná-lo temporariamente e, após um intervalo de alguns meses, retomá-lo.

Hadamard desenvolve a quarta etapa, ou seja, a verificação (as outras três etapas, tratadas no subcapítulo anterior são: a preparação, a incubação e a iluminação) tratada por Poincaré apontando quatro motivos que a tornam necessária para o processo da invenção na Matemática. Além de expor os resultados oralmente, funciona como verificação da eficácia do produto inventado, como acabamento que relata com precisão a invenção e como obtenção de resultados intermediários, ou seja, resultados precisos pelos quais cada etapa da pesquisa deve se articular à seguinte. Hadamard define resultados intermediários afirmando que após a conclusão de certo estágio da pesquisa, "o seguinte exige um novo impulso que só pode ser gerado e dirigido quando o nosso consciente leva em conta o primeiro resultado preciso." (HADAMARD, 1963/2009, p. 80). Essa quarta etapa da invenção, como podemos perceber, ocorre ao nível do consciente e representa não a conclusão de um processo, mas a mola propulsora que dá continuidade a um ciclo de produção criativa.

Partindo das imensuráveis contribuições desses pioneiros, o tema criatividade em Matemática ganhou bastantes adeptos em diversos países, fato que tem contribuído para o desenvolvimento dessa área do conhecimento. Dentre os numerosos trabalhos, podemos citar os estudos de Gontijo (2007), Hashimoto (1997), Haylock (1987, 1997), Krutetskii (1976), Piggott (2007) e Valdés (2010), estudos que iremos abordar logo em seguida.

2.3.3 Estudos sobre criatividade em Matemática

No exercício de buscar entender como se dá o desenvolvimento do potencial criativo das pessoas, o campo da Educação Matemática também vem apresentando um número crescente de pesquisas empíricas (por exemplo GONTIJO, 2007; HASHIMOTO, 1997; HAYLOCK , 1987, 1997; LEIKIN, 2009; LIVNE; MILGRAN, 2006; PELCZER, 2008), que contribuem para constituir um arcabouço rico de conhecimentos nessa área, o que pode auxiliar os educadores matemáticos a compreender a dinâmica em que se constitui as competências criativas nas aulas de Matemática.

Hashimoto (1997), por exemplo, busca formular métodos para fomentar a criatividade matemática em situações que se passam nos espaços escolares. Para tanto, foca-se nas resoluções de problemas matemáticos apresentando dois métodos como meio de fomento da criatividade em Matemática.

O primeiro método é chamado por ele de abordagem *open-ended* e consiste em apresentar um problema incompleto de modo que seja utilizada uma multiplicidade de abordagens corretas para solucionar esse problema, propiciando uma experiência na qual o aluno possa buscar respostas novas para o mesmo problema. A atividade do aluno se desenvolve por meio de três tipos diferentes de problemas abertos: o primeiro se refere a problemas do tipo “descoberta” onde o professor pede para o aluno encontrar regras ou propriedades em uma tabela numérica, o segundo se refere a problemas do tipo “classificação” em que o aluno classifica números de acordo com algumas propriedades comuns que ele identificar e o terceiro diz respeito a problemas abertos do tipo “medição” no qual se deve medir a distância entre objetos a partir de vários pontos de vista e buscar formas diversificadas de indicar essas distâncias.

O segundo método apontado por Hashimoto para fomentar a criatividade em Matemática chama-se “De Problema para Problema”. O aluno é levado a formular novos problemas usando generalização, analogia e o diálogo para depois solucioná-los, a partir de um determinado problema. Como exemplo, Hashimoto (1997) apresenta a seguinte situação:

> Quadrados são feitos utilizando palitos, como mostrado na figura abaixo.
>
> 
>
> Quando o número de quadrados for 5, quantos palitos serão utilizados? Faça muitos problemas semelhantes alterando algumas partes do problema dado. Os alunos podem fazer muitos problemas, alterando o número de quadrados, a forma e o objeto e assim por diante.
>
> Figura 1 – Problema dos palitos
>
> Fonte: Hashimoto (1997), com adaptações

Por meio desses dois métodos, Hashimoto evidencia a importância de se fomentar a criatividade em Matemática nos espaços escolares utilizando atividades que oportunizem aos alunos formas diversas de pensar sobre um problema a ser resolvido.

Outro importante trabalho nessa área foi desenvolvido por Haylock (1997). Em seus estudos, propôs uma bateria de tarefas destinadas a reconhecer a criatividade em Matemática em alunos com 11 e 12 anos de idade. Ele utilizou duas concepções para construir as atividades aplicadas às crianças, as quais "podem formar a base para um quadro para a promoção e desenvolvimento da criatividade matemática em escolares." (HAYLOCK, 1987, p. 59).

Uma das concepções diz respeito à capacidade para ultrapassar a fixação de conteúdos universais e fixação algorítmica (ou seja, a quebra de um conjunto mental) que levam alguns alunos a restringirem seu pensamento a procedimentos de rotina ou respostas estereotipadas mesmo quando essas respostas são ineficientes ou inapropriadas para o problema em questão. Para o autor, o oposto da flexibilidade é a rigidez de pensamento, portanto, a superação dessa rigidez pode ser um aspecto da criatividade relevante para a resolução de problemas matemáticos.

A outra concepção utilizada na elaboração das tarefas refere-se à produção divergente "indicada pela flexibilidade e originalidade na tarefa matemática para a qual é possível um grande número de respostas apropriadas e possíveis." (HAYLOCK, 1997, p. 68). O autor alerta para o fato de que, em um contexto matemático, o critério de fluência parece ser menos útil para indicar o pensamento criativo divergente do que os critérios de flexibilidade, originalidade e adequação.

Para que a produção divergente seja possível, as tarefas foram organizadas por Haylock (1997) com o intuito de avaliar três aspectos distintos da criatividade em Matemática: a resolução de problemas, a problematização (elaboração de problemas) e a redefinição. Na resolução de problemas o aluno se depara com uma situação que tem muitas soluções possíveis, sendo convidado a encontrar tantas respostas diferentes e interessantes que puder. O autor afirma ser “raro na Matemática convencional alunos terem a oportunidade proporcionada por problemas mais abertos deste tipo para demonstrar tal pensamento verdadeiramente criativo em Matemática.” (HAYLOCK, 1997, p. 72). Na problematização o aluno é envolvido em uma situação matemática de modo a levá-lo a fazer muitas perguntas interessantes e possíveis que podem ser respondidas a partir dos dados fornecidos. Por exemplo, ao analisar um gráfico de dispersão que mostra o número de meninos e meninas nas famílias das crianças de uma classe, pede-se ao aluno para fazer perguntas que podem ser respondidas a partir do gráfico, sendo aconselhável orientá-los a responder às próprias perguntas de modo a deixarem claras suas intenções. Quanto à redefinição, o aluno é incentivado a redefinir os elementos de uma situação, em termos de seus atributos matemáticos, demonstrando a capacidade de dar novas interpretações aos velhos objetos matemáticos para usá-los de uma nova maneira.

Por meio de seus estudos, Haylock conclui que apenas o desenvolvimento de habilidades matemáticas convencionais pode limitar o desempenho do aluno tanto em tarefas convencionais baseadas em conteúdos matemáticos universais quanto em tarefas que exigem produção divergente, porém não pode determinar essa limitação. Constatou, por exemplo, que alunos que apresentavam desempenhos equivalentes em testes convencionais de Matemática demonstraram grandes diferenças em atividades de produção divergente, ou seja, os alunos de capacidade matemática igual mostraram diferentes desempenhos em tarefas próprias para revelar a criatividade matemática (HAYLOCK, 1997).

Valdés (2010) concorda com essa posição na qual ter um pensamento lógico bem desenvolvido é insuficiente para a resolução de problemas matemáticos que requerem criatividade. Ao se referir ao pensamento lógico, o autor busca definir aquelas formas de raciocínio desenvolvidas pelo professor onde se prioriza o pensamento convergente. Essa forma de pensamento, denominada pelo autor como “associadas ao pensamento formal” (VALDÉS, 2010, p. 8) compreende os raciocínios indutivo, dedutivo e por analogia, portanto, não abarca as formas de raciocínio necessárias para o desenvolvimento das potencialidades criativas dos alunos.

> Logo, é necessário que as Matemáticas escolares se encarreguem de formar e priorizar na formação dos alunos aqueles modos de pensamento comprometidos com o comportamento criativo, e que se complementam com o pensamento lógico na solução daqueles problemas que demandam alta doze de criatividade. (VALDÉS, 2010, p. 6).

Para o autor, os educadores matemáticos (modo como chama os professores de Matemática) não só têm dúvidas sobre o papel da Matemática escolar no desenvolvimento da criatividade dos alunos, como não têm um nível de preparação adequada que os permitam conduzir um trabalho efetivo nesta direção. Entre as razões que explicam essa realidade do professor de Matemática, Valdés enumera: o desconhecimento dos caminhos e métodos para o desenvolvimento da criatividade matemática dos alunos, o baixo nível de informação sobre criatividade endossado pela carência de cursos sobre essa temática e pela escassa bibliografia sobre o assunto, as crenças dos educadores sobre a natureza da Matemática não considerando-a como uma atividade humana com possibilidade de desenvolvimento da criatividade dos alunos e, por último, a formação dos professores de Matemática que não deixa claro que o conhecimento matemático se pode construir ou descobrir.

Nesse sentido, Valdés se permite concluir que a Matemática escolar está apta a desenvolver nos alunos diferentes formas de pensamento, além das formas de pensamento lógico, que serão utilizadas em sua atividade pessoal e profissional para solucionar os problemas que atravessarão sua vida. Assim, apresenta um quadro no qual enumera duas formas de pensamento que se desenvolvem na educação matemática: as formas associadas ao pensamento formal, que são as formas de raciocínio relacionadas ao pensamento lógico já citadas anteriormente, e as formas associadas ao pensamento não formal, compreendendo: o pensamento intuitivo, o pensamento heurístico, o pensamento especulativo, o pensamento lateral ou divergente. Segundo Valdés (2010), essas formas de pensamento não formais participam ativamente, em conjunção com o pensamento lógico, da descoberta de ideias matemáticas em um ato de criação.

Em um estudo sobre o processo de criatividade em Matemática, Piggott (2007) levanta preocupações tanto em relação ao que os alunos fazem para que desenvolvam a criatividade, como também em relação àquilo que o professor faz para favorecer esse desenvolvimento. Em relação ao professor, o autor afirma que cabe a ele propiciar experiências matemáticas que tragam oportunidades para que os alunos sejam criativos. Tendo como princípio o fato de que a Matemática deve basear-se na resolução de problemas e que a resolução de problemas é um processo criativo, o professor precisa definir tarefas desafiadoras que levem o aluno a empreender o pensamento criativo.

Para tanto, esses problemas não podem ser do tipo fechado, em que há pouco espaço para a ação exploratória do aluno de maneira que possa buscar ser criativo. Segundo a autora, esses problemas fechados se restringem a abordar um contexto que é muito familiar ao aluno, quase sempre retratando um conceito matemático que acabaram de aprender e que nada trazem de desafiador, pois, são dadas pistas claras sobre o conhecimento a ser aplicado em sua resolução.

Ao contrário, a autora defende que a resolução de problemas deve ser organizada de modo a valorizar a independência e as ideias individuais e “deve dar algum espaço matemático para desenvolver um ‘hábito da mente’ que dá oportunidades para a experiência.” (PIGGOTT, 2007, p. 7). Nesse sentido, Piggott defende que esses problemas devem dar espaço para a criatividade e os ambientes precisam ser projetados para incentivar os alunos a representar seus próprios problemas.

Piggott lista três atitudes do professor que oportunizam o desenvolvimento da criatividade nas aulas de Matemática, devendo incorporar essas atitudes nas práticas cotidianas: (a) a apresentação dos conteúdos pelo professor que, segundo Piggott, pode ser realizada por meio da resolução de problemas utilizados para explorar aspectos da Matemática; (b) apresentação de modelos de boa prática pelo professor como, por exemplo, compartilhando com os alunos o fato de que esforçar-se com a Matemática é o estado normal das coisas quando se encontra algo novo; e (c) o incentivo aos alunos a serem criativos, utilizando, dentre outras, atividades que os conduza na elaboração de problemas e os instigue a desenvolverem-se como pensadores criativos independentes por meio da técnica de questionamento, ou seja, levando-os a encontrar respostas por meio de perguntas sucessivas.

Piggott (2007) indica, desse modo, que os professores desempenham um papel vital na criação de um ambiente em que a criatividade e individualidade são valorizadas e utilizadas. Nesse sentido, a autora traz uma contribuição importante ao concluir que os alunos só podem ser solucionadores de problemas criativos caso tenham a liberdade para serem criativos. E isto pode ser conseguido por meio da utilização de situações que abram oportunidades para explorar, descobrir e dar sentido à Matemática. Assim, cabe ao professor “pensar menos sobre o conteúdo e mais sobre as experiências.” (PIGGOTT, 2007, p. 6).

No Brasil, um estudo sobre a criatividade em Matemática foi desenvolvido por Gontijo (2007), por meio de uma pesquisa empírica na qual foram empregados testes e escalas. O autor buscou examinar as relações existentes entre criatividade, criatividade em Matemática e motivação em Matemática de alunos do ensino médio.

Algumas conclusões do autor serão destacadas. Entre elas, o fato de que os alunos de ambos os gêneros apresentaram potencial criativo similar, o que foi evidenciado por meio dos resultados do teste Torrance do Pensamento Criativo. Assim, salienta que:

> Esse resultado corrobora na afirmação da não existência de superioridade de homens sobre as mulheres e vice-versa, evidenciando que as produções criativas não ocorrem em função das características biológicas, mas especialmente, em função das oportunidades e dos processos de socialização. (GONTIJO, 2007, p. 114-115).

Quanto aos resultados oriundos da aplicação dos instrumentos, o autor evidencia as seguintes conclusões:

a) Existe relação entre criatividade e criatividade em Matemática, conclusão que permitiu ao autor inferir que investimentos em programas, treinamentos e uso de técnicas de criatividade no cotidiano escolar podem favorecer aos alunos o desenvolvimento do potencial criativo em áreas específicas do currículo.

b) Existe relação entre motivação em Matemática e criatividade nessa área, possibilitando o entendimento que, para que possam ocorrer produções criativas em Matemática com maior frequência e qualidade, é preciso a construção de uma cultura de sucesso, de aprendizagem e prazer em relação a essa área do conhecimento.

Uma importante contribuição de Gontijo (2007) para os avanços nessa área de pesquisa se refere à formulação da definição sobre criatividade em Matemática, atendendo, de tal maneira, uma demanda que até então se encontrava sem uma resposta efetiva. Já evidenciamos que no presente trabalho adotamos essa definição, que pode ser observada na subseção 2.3.1.

Ao analisar a forma em que a criatividade em Matemática é abordada por alguns dos principais autores da área, percebe-se que a Matemática escolar possui dois objetivos complementares: o desenvolvimento de habilidades escolares, ligadas à Matemática convencional e o desenvolvimento das habilidades criativas, além da avaliação dos aspectos ligados ao desenvolvimento do potencial criativo nos espaços escolares. Em seguida, iremos abordar as tendências atuais em avaliação da criatividade em Matemática nas salas de aula, apresentando aspectos utilizados na medição das habilidades criativas e apresentaremos formas de contrato didático que podem favorecer o desenvolvimento do potencial criativo.

2.3.4 Avaliação da criatividade em Matemática

Mann (2005) lembra que a identificação do potencial criativo é um desafio, no entanto, essa identificação em alunos pode encorajar os professores a nutrir esse aspecto do talento matemático. Desse modo, torna-se primordial avaliar em que níveis de criatividade se encontram os alunos para que o professor possa intervir de modo a favorecer o desenvolvimento da capacidade de agir criativamente diante de uma situação matemática. Ainda nesse sentido, levando em conta o fato de que a criatividade matemática é uma propriedade dinâmica da mente humana e que o potencial criativo de uma criança pode ser tanto desenvolvido como inibido, Leikin (2009) destaca que as ferramentas para a avaliação da criatividade matemática dos alunos são importantes para desenvolver o potencial criativo desses indivíduos e para avaliar a eficácia dos currículos de Matemática.

Mann (2005) salienta que vários “instrumentos desenvolvidos para identificar o potencial de criatividade matemática têm utilizado os conceitos de flexibilidade, fluência e originalidade em respostas dos alunos, como forma de quantificar essas respostas.” (p. 10). Haylock (1997) define esses conceitos como sendo a fluência referente à quantidade de respostas consideradas válidas atribuídas em cada item, a flexibilidade referente ao número de categorias distintas nas quais as respostas podem ser classificadas e a originalidade considerada em respostas incomuns em relação às respostas dos demais participantes.

Em trabalhos recentes (por exemplo, KATOU et al, 2013; LEIKIN, 2013; PITTA-PANTAZI; SOPHOCLEOUS; CHRISTOU, 2013; LEVAV-WAYNBERG; LEIKIN, 2009; GONTIJO, 2007; MANN, 2005), a avaliação da criatividade em Matemática foi realizada privilegiando a análise da fluência (número total de respostas adequadas), da flexibilidade (o número de diferentes categorias em que as respostas podem ser classificadas), e da originalidade (raridade das respostas), três dos quatro critérios utilizados por Ellis Paul Torrance nos anos 60 em seu teste de criatividade. Existe a tendência em não utilizar o critério de elaboração (quarto critério utilizado por Torrance) por considerarem um critério difícil de ser observado em atividades matemáticas (PITTA-PANTAZI; SOPHOCLEOUS; CHRISTOU, 2013). Geralmente, esses critérios são analisados em questões que requerem a resolução e elaboração de problemas. Silver (1997) salienta que a atividade criativa encontra-se na interação entre esses dois tipos de tarefas. No entanto, uma terceira forma de questões, a redefinição vem sendo abordada em outras pesquisas (HAYLOCK, 1997; GONTIJO, 2007).

Outro aspecto a ser considerado na avaliação da criatividade diz respeito ao tipo de atividade utilizada para tanto. Conforme Lee, Hwang e Seo (2003), pode-se medir a habilidade de pensamento criativo e a capacidade expressiva no campo da Matemática por meio de problemas "de resposta aberta” e questões que exigem mais de uma resposta, o que possibilita a apresentação de soluções originais e exclusivas. Levav-Waynberg e Leikin (2009) chamam tais problemas de tarefas de respostas múltiplas. Os autores avaliaram o conhecimento e a criatividade em geometria de alunos utilizando as *Multiple Solution Tasks* (MST), atividades que contém uma exigência explícita para resolver um problema de várias maneiras.

Inúmeros instrumentos utilizados para medir a criatividade em matemática vêm sendo desenvolvidos há décadas, os quais utilizam problemas do tipo resposta aberta e buscam mensurar o pensamento criativo em matemática nos variados níveis de ensino (BALKA, 1974; GONTIJO, 2007; HASHIMOTO, 1997; HAYLOCK, 1997; KATTOU et al, 2013; LEE;

HWANG; SEO, 2003; MEYER, 1970; PITTA-PANTAZI; SOPHOCLEOUS; CHRISTOU, 2013). Não cabe aqui uma análise suscinta de todos esses estudos. No entanto, iremos abordar alguns aspectos primordiais dos instrumentos que forneceram elementos para a elaboração do teste de criatividade em Matemática utilizado por nós.

Balka (1974), por exemplo,desenvolveu um teste de medição do potencial da habilidade criativa em matemática de alunos estadounidenses que frequentavam a escola numa etapa equivalente aos anos finais do ensino fundamental brasileiro, por meio de uma abordagem psicométrica na qual seguiu rigorosamente a seguinte sequência de fases: (1) definição de critérios, (2) validação da amostra de problemas, (3) a pesquisa, (4) o teste piloto, e (5) o teste de campo.

Compilando critérios recolhidos de estudos existentes na década de 60 sobre medidas de criatividade, Balka desenvolveu a primeira fase (definição de critérios) chegando à uma lista abreviada de 25 critérios que serviram de base para o instrumento criado pelo autor. Na segunda fase (validação da amostra de problemas), o autor desenvolveu problemas matemáticos para cada critério da lista submetendo esses problemas a um processo de validação no qual cinco exemplos de problemas foram atribuídos a cada critério. Assim, a lista com os critérios foi submetida a 10 juízes para que escolhessem qual amostra de problemas melhor exemplificava o critério avaliado.

Na terceira etapa (pesquisa), Balka enviou a lista completa de critérios com cada problema definido na etapa anterior a uma amostra de profissionais do campo da matemática, aleatoriamente escolhidos, sendo orientados a decidir, em uma situação de escolha forçada, se cada critério poderia ou não ser considerado como importante para medir habilidade criativa em matemática. Estipulando que pelo menos 80% da amostra participante deveria considerar o critério importante para que fizesse parte do instrumento, apenas seis dos 25 critérios constituíram o teste de Balka, a saber: a) a capacidade de formular hipóteses matemáticas sobre causa e efeito em uma situação matemática; b) a capacidade de determinar os padrões em situações matemáticas; c) a capacidade de romper com padrões mentais rigídos para obter soluções em uma situação matemática; d) a habilidade de considerar e avaliar idéias matemáticas incomuns, pensar através de suas possíveis consequências para uma situação matemática; e) a capacidade de perceber o que está faltando em uma determinada situação matemática e fazer perguntas que permitirá preencher com uma informação matemática o que falta na referida situação; e f) a capacidade de dividir problemas matemáticos gerais em sub-problemas específicos.

A seguir apresentamos dois exemplos de itens utilizados por Balka (1974):

a) 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.

b) Dado o problema de encontrar o peso do água no cocho mostrado abaixo, liste o maior número de outros problemas que devem ser resolvidos antes da obtenção de uma resposta final.

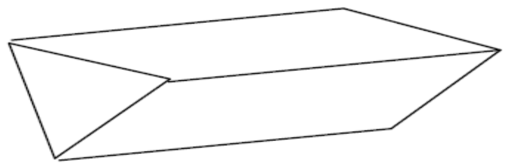


Figura 2 – Item do teste de criatividade de Balka

Fonte: Balka (1974)

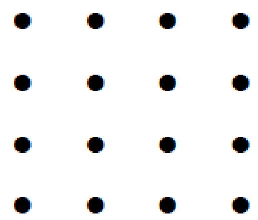
A quarta etapa da pesquisa desenvolvida por Balka (teste piloto) contou com um estudo piloto no qual o autor submeteu a lista com os seis critérios com conjuntos de problemas similares aos problemas escolhidos para cada critério a uma banca de cinco juízes que foram orientados a determinar a validade de conteúdo de cada item, determinar se os textos dos itens estavam compatíveis com o nível de leitura e compreensão da maioria dos alunos das escolas secundárias, determinar se cada item era apropriado matematicamente para estudantes da escola secundária e sugerir outros itens possíveis para cada um dos critérios. A partir daí, o teste foi submetido à uma amostra de 181 alunos. O pesquisador analisou a fluência, flexibilidade e originalidade das respostas dadas pelos participantes, selecionando a melhor pontuação obtida em cada item consituinte dos conjuntos de itens, restando apenas um desses item para cada critério no instrumento final.

Por fim, na última etapa de validação do teste (teste de campo), Balka realizou um teste de campo utilizando uma amostra de alunos de várias escolas públicas, matriculados nas 6ª, 7ª e 8ª séries. Nesse estudo, foram aplicados o teste desenvolvido por Balka, testes de inteligência e testes de criatividade geral de modo a investigar a relação entre habilidade criativa em matemática e sucesso em matemática, a existência de relação entre a habilidade criativa em matemática e inteligência e a existência de relação entre a habilidade criativa matemática e criatividade em geral. Por meio dos resultados obtidos, Balka (1974) concluiu que a capacidade criativa em Matemática apresenta-se em níveis diferentes em cada organismo humano, podendo ser medida e que existem relações positivas entre capacidade criativa em Matemática e as demais variáveis.

Outro estudo envolvendo medida de criatividade foi realizado por Lee, Hwang e Seo (2003). Os pesquisadores desenvolveram um teste para examinar e analisar as diferenças entre os alunos talentosos e alunos regulares da segunda série do ensino médio quanto às respostas dadas a problemas abertos, considerados por eles como aqueles “que podem ser utilizados como veículos essenciais para medir criatividade em matemática” (p. 164). Nessa análise, os autores buscaram examinar os níveis de fluência, flexibilidade e originalidade dados na resolução dos problemas. Como exemplos, apresentamos a seguir dois itens constituintes desse teste:

Problema 1 . Problema dezesseis pontos:

Como mostrado abaixo, existem 16 pontos que estão dispostos com um centímetro de espaçamento entre eles.



Desenhe linhas entre os pontos para fazer tantas figuras quanto possível, com a área de 2 cm^2. (Se duas ou mais figuras são sobrepostas quando se vira uma delas, elas são consideradas idênticas. Nenhuma figura deve ser dividida em duas ou ter um ponto em comum com a outra.

Figura 3 – Problema dos 16 pontos

Fonte: Lee; Hwang; Seo (2003)

Problema 2 . Problemas da classificação de diversas figuras sólidas em Becker e Shimada (1997):

Considere as figuras sólidas como mostrado. Escolha uma ou mais figura que compartilham as mesmas características com a figura B e anote essas características.

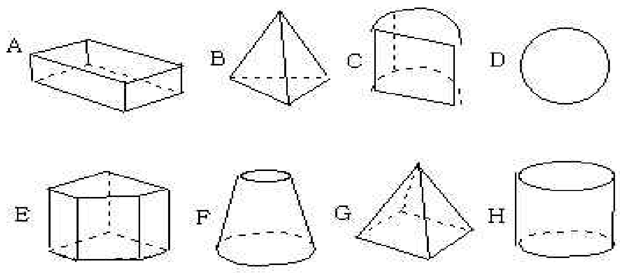


Figura 4 – Problema da classificação das figuras sólidas

Fonte: Lee; Hwang; Seo (2003)

Os autores concluíram que o instrumento por eles validado apresentou alto índice de confiabilidade (alfa de Conbrach 0,80) e que todos os itens componentes do teste foram relevantes para o modelo de análise conforme a teoria de resposta ao item (índice de relevância dos itens menor que 1,2).

A construção de instrumentos de medida de criatividade no campo da Matemática constitue interesse de Roza Leikin, que desde 2005, vem desenvolvendo pesquisas com o uso dos chamados *Multiple Solution Tasks* (MST), ou seja, questões que requerem múltiplas soluções. A autora desenvolveu a noção de espaços de soluções “que permitem aos pesquisadores examinar os vários aspectos do desempenho da resolução de problemas utilizando MTS.” (LEIKIN, 2009, p. 133). Assim, a autora distingue três tipos diferentes de espaços de solução:

a) Espaços de Solução *Expert*: abarca o mais completo conjunto de soluções para um problema ou ainda um conjunto de soluções que os matemáticos especialistas podem sugerir. Na escola, Espaços de Solução *Expert* podem ser espaços de solução convencionais que são encontrados nos currículos, nos livros didáticos ou normalmente ensinados pelos professores, ou espaços de solução não-convencionais que incluem soluções baseadas em estratégias não prescritas nos currículos ou programas da escola;

b) Espaços de soluções Individuais: são conjuntos de soluções produzidas por um indivíduo para um problema particular, comprendendo espaços de solução individuais disponíveis, que dizem respeito às soluções apresentadas pelo indivíduo com algum esforço, e espaços de soluções potenciais, relativas às soluções que os indivíduos encontram com a ajuda dos outros, correspondendo à Zona de Desenvolvimento Potencial descrita por Vigotsky;

c) Espaços de Soluções Coletivas são as combinações das soluções apresentadas por um grupo de indivíduos. Segundo a autora:

> Espaços de Solução Coletiva são geralmente mais amplos do que Espaços de Soluções Individuais dentro de uma determinada comunidade, e formam uma das principais fontes para o desenvolvimento de Espaços de Soluções Individuais. Ambos os Espaços de Soluções individuais e Coletivas são subconjuntos de Espaços de Solução *Expert*. (LEIKIN, 2009, p. 133).

Para avaliar as produções criativas dos alunos, a autora desenvolveu uma ferramenta com um conjunto de problemas matemáticos e um esquema para pontuar o desempenho em resolução de problemas de múltiplas soluções, avaliando a originalidade, flexibilidade e fluência nas respostas dadas pelos alunos, levando-se em conta os vários tipos de configurações com base no modo de resolução de problemas (oral, por meio de entrevista; ou escrita, por meio de prova escrita) e no tamanho e na natureza de um grupo.

Assim, a originalidade é avaliada de acordo com a convencionalidade das soluções levando-se em conta ainda a história da educação matemática dos alunos. Em um grupo de até 10 alunos, uma solução não convencional recebe o escore de 10 pontos de originalidade, uma resposta parcialmente não convencional, ou seja aprendida em contextos diferentes da sala de aula, recebe 1 ponto de escore e uma solução baseada em algoritmo convencional, ou seja, que foi aprendida em sala de aula, recebe o escore 0,1. Quando o grupo é superior a dez alunos e apresenta um fundo comum de educação, a originalidade é avaliada por comparação entre os espaços de solução individual e os espaços de solução coletiva do grupo avaliado, tendo como base a porcentagem de estudantes que apresentam determinada solução. Assim, para soluções apresentadas por menos de 15 % dos alunos, o escore de originalidade atribuído é 10 pontos, de 15% até 39% dos alunos, o escore é de 1 ponto e para soluções apresentadas por mais de 40% dos alunos o escore atribuído é 0,1 ponto.

Essa forma de pontuar a originalidade, por meio de uma estrutura decimal, facilita a interpretação do escore total, pois, por exemplo, para um aluno que obteve o escore total de originalidade igual a 21,3, o algarismo 2 representa duas soluções não convencionais, o algarismo 1 representa 1 solução parcilmente não convencional e o algarismo 3 representa 3 soluções convencionais.

A fluência refere-se ao ritmo em que a solução ocorre e às interrupções que acontecem entre diferentes soluções. Assim, a fluência de um aluno em um teste escrito se dá pelo número de soluções apresentadas no espaço de solução individual e, no caso de uma entrevista individual, é o número de soluções adequadas no espaço de solução individual produzido dentro de uma unidade de tempo.

Já para avaliar a flexibilidade foram estabelecidos grupos de soluções levando-se em conta estratégias de solução empregadas com base em diferentes representações, propriedades (teoremas, definições, ou construções auxiliares), ou ramos da Matemática. Assim, para a primeira solução adequada é atribuído o escore de 10 pontos. Nas soluções consecutivas, é atribuído 10 pontos se a solução pertence consecutivamente a grupos diferentes das soluções anteriores, 1 ponto se a solução pertence a um dos grupos utilizados anteriormente mas com uma distinção não muito clara e 0,1 ponto se a solução é quase idênticas a uma solução anterior. A pontuação total em flexibilidade se dá por meio da soma das flexibilidades individuais.

O escore de criatividade de cada solução dada é calculado pelo produto do valor da flexibilidade pelo valor da originalidade, sendo a criatividade geral calculada por meio da soma dos escores de criatividade de cada solução. Por fim, como considera que a fluência é uma parte integrante da criatividade matemática, Leikin (2009) sugere que a pontuação final da criatividade é o produto da pontuação total de criatividade e a pontuação de fluência.

Em estudo realizado em 2009, Levav-Waynberg e Leikin utilizaram as MST para avaliar o conhecimento geométrico e a criatividade dos alunos avaliando a diferença entre as soluções por meio dos critérios: (a) diferentes representações de um conceito matemático; (b) diferentes propriedades (definições ou teoremas) de conceitos matemáticos de um tópico matemático particular; ou (c) diferentes ferramentas matemáticas e teoremas de diferentes ramos da matemática. As autoras sustentam que as MST podem servir, por um lado, como um meio para estimular a criatividade e, por outro lado como uma ferramenta de diagnóstico para avaliar a criatividade porque permitem que o aluno encontre soluções que podem ser avaliadas por meio da fluência, flexibilidade, originalidade e conexão de conceitos matemáticos.

Um estudo mais recente que apresenta um teste de criatividade em Matemática como um dos instrumentos de coleta de dados se refere à pesquisa de Kattou et al. (2013). Neste trabalho, os autores investigaram a existência da relação entre habilidade matemática e criatividade matemática, examinando, ainda, a estrutura deste relacionamento. Esse teste foi constituído por cinco problemas do tipo aberto em que os alunos deveriam fornecer múltiplas soluções, soluções distintas uma das outras e soluções que nenhum de seus pares poderiam apresentar. O teste foi administrado aos estudantes por meio de formulário eletrônico. Como exemplo de item desse teste aponta-se a seguinte questão, utilizada também em nosso teste:

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 debaixo dela. Preencha as células da pirâmide, mantendo no topo o número 35. Tente encontrar o máximo de soluções possíveis:

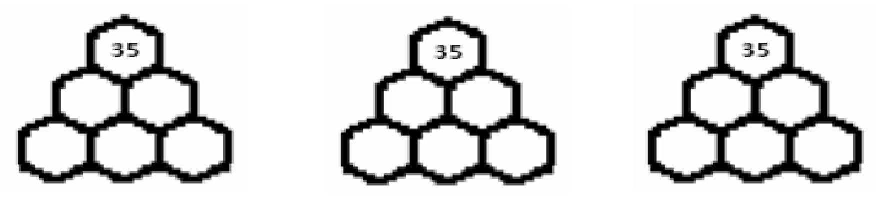


Figura 5 – Problema Pirâmide Numérica

Fonte: Kattou et al (2013)

Outro estudo envolvendo medida de criatividade no campo da Matemática foi desenvolvido por Pitta-Pantazi, Sophocleous e Christou (2013), que examiram estilos cognitivos envolvidos com a atividade criativa em Matemática. Para tanto, utilizaram *Object-Spatial Imagery and Verbal Questionnaire* e um teste de criatividade em Matemática, instrumentos aplicados à 96 universitários do curso de formação de professores de escola primária.O teste de criatividade matemática tinha o propósito de medir habilidades criativas matemáticas dos participantes em área, padrões, levantamento de problema e números e incluía cinco tarefas: duas envolvendo polígonos, uma sobre padrões de formas, uma sobre levantamento de problemas e uma abordando raciocínio com números. Assim, o teste incluía atividades que requeriam conhecimentos verbais e figurais.

Ao submeter os dados levantados à análise de regressão múltipla, os resultados demonstraram que, enquanto estilos cognitivos visuais (espacial e imagens de objetos) foram estatisticamente preditores significativos de habilidades criativas em matemática dos participantes, o estilo cognitivo verbal não apresentou predição para essa habilidade. Ainda, os resultados indicaram que estilo cognitivo imagens espaciais foi relacionado com fluência, flexibilidade e originalidade, ao passo que estilo cognitivo imagens de objeto foi negativamente relacionado com a originalidade matemática e estilo cognitivo verbal foi negativamente relacionado com flexibilidade matemática. Por fim, o estudo revelou que os indivíduos com uma tendência para diferentes estilos cognitivos empregaram diferentes estratégias nas tarefas matemáticas criativas. Abaixo reproduzimos um dos itens utilizados pelas autoras e que está presente em nosso teste:

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**

Figura 6 – Problema Numerais

Fonte: Pitta-Pantazi; Sophocleous; Christou (2013)

Esses estudos vêm fornecendo elementos para a compreensão do desenvolvimento do potencial criativo e municiando os pesquisadores com subsídios para a evolução dos instrumentos de medida de criatividade considerados importantes para a pesquisa nessa área. No próximo tópico serão abordados alguns aspectos presentes na literatura sobre o desenvolvimento da criatividade nos espaços escolares.

2.4 A criatividade nas aulas de matemática: um novo contrato didático

Nas relações estabelecidas em sala de aula, o professor e o aluno apresentam papéis relativamente definidos dos quais se espera que cada um cumpra com seus deveres. Caso algum desses indivíduos burle as regras estabelecidas, conflitos são gerados e alguma atitude será tomada em busca de reestabelecer-se o equilíbrio das relações, seja impondo-se o cumprimento dessas regras ou reformulando-se as normas rompidas. No início da década de 1980, Brousseau (1983) chamou essas regras estabelecidas em sala de aula de Contrato Didático. Para Brousseau, um contrato didático caracteriza-se como o conjunto de comportamentos do professor que é esperado pelos alunos e o conjunto de comportamentos dos alunos esperado pelo professor. Pais (2011) considera que “no nível da sala de aula, o contrato didático diz respeito às obrigações mais imediatas e recíprocas que se estabelecem entre o professor e alunos” (p.77). Conforme, Brousseau (1986 apud PAIS, 2011), tais obrigações nem sempre são determinadas de forma explícita, mas sobretudo, ocorrem de forma implícita.

Brousseau (1986 *apud* PAIS, 2011) evidenciou três exemplos distintos de possíveis contratos didáticos instituídos em sala de aula nos quais a prática educativa escolar é conduzida e o modo como o saber matemático é valorizado. No primeiro exemplo, o autor revela que o professor mantém o monopólio do conhecimento, tendo o aluno pouca participação na escolha dos conteúdos. O conteúdo é apresentado por meio de uma sequência linear de axiomas, definições, teoremas, demonstrações e exercícios. O professor deve ser bastante claro e os alunos precisam prestar bastante atenção pois, considera-se que o aprendiz não sabe nada a respeito dos conteúdos que serão ensinados.

No segundo exemplo de contrato didático apontado por Brousseau, o professor possui um papel secundário na aprendizagem do aluno. “A ideia central é que o aluno é quem efetivamente deve aprender e não é o professor quem tem o poder de transmitir conhecimentos.” (PAIS, 2011, p. 84). É dada uma ênfase não diretiva ao processo de aprendizagem em que o saber cotidiano sobressai-se em relação ao saber escolar, o que acaba inibindo a sistematização dos saberes aprendidos na escola.

Na terceira forma de contrato didático evidenciada por Brousseau, o papel do professor torna-se importante na medida em que busca intervir na relação do aluno com o saber matemático, considerando-se a dupla dimensão da atividade de aprendizagem: a dimensão individual e a dimensão social. O professor não é mais a fonte de conhecimento, mas não deixa de acompanhar o processo de aprendizagem do aluno. Assim, “é o professor que planeja as situações didáticas, mas isso é feito através de uma permanente vigilância entre ação e reflexão." (PAIS, 2011, p. 85). Isso significa que o professor escolhe situações desafiadoras adequadas à realidade e ao nível intelectual dos alunos e os conceitos matemáticos são elaborados ativamente pelo aluno por meio da resolução de problemas.

Tendo em vista o fato de que formas diversas de contrato didático podem ser instituídas nas salas de aula de Matemática, emerge das discussões orientadoras deste trabalho a necessidade do reconhecimento de formas de contrato didático mais favoráveis ao desenvolvimento do potencial criativo dos alunos. De tal forma, busca-se, a seguir, explorar aspectos presentes na literatura sobre Educação Matemática e Criatividade em Matemática que podem contribuir para um contrato didático propício ao desenvolvimento da criatividade nas aulas de Matemática.

Para apontar os recursos utilizados em um contrato didático no qual o desenvolvimento da criatividade seja possível, além de explorarmos estudos atuais sobre a temática, iremos trazer aspectos dispostos nos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN, documento que, apesar de não tratar de criatividade em Matemática de forma explícita, demonstra afinidade com aquilo que a literatura da área vem apresentando como propício ao desenvolvimento do potencial criativo dos alunos. Assim, os PCN enfatizam que:

> É importante atentar para o fato de que as interações que ocorrem na sala de aula — entre professor e aluno ou entre alunos — devem ser regulamentadas por um "contrato didático" no qual, para cada uma das partes, sejam explicitados claramente seu papel e suas responsabilidades diante do outro. (BRASIL, 1997, p. 31).

Ao falarmos de alternativas para o desenvolvimento da criatividade nas aulas de Matemática, estamos lidando com ações do professor no sentido de organizar o espaço de aprendizagem matemática oferecendo condições suficientes para que o potencial criativo dos alunos seja desenvolvido. Refere-se, de tal maneira, ao trabalho pedagógico orientado para formas de ensino que priorizem a expressão da criatividade por meio da reestruturação dos objetivos e metodologias e avaliação do ensino, da reorganização das estruturas físicas e psicológicas constituintes dos espaços escolares, da reconstrução das relações constituídas e, consequentemente, da reestruturação dos fatores que constituem o clima psicológico no qual as aulas se desenvolvem.

Nessa lógica, percebe-se a necessidade de instituição de novas formas de contrato didático em que seja possível a instalação de um clima propício ao desenvolvimento das potencialidades criativas. Esse novo contrato didático precisa priorizar atividades matemáticas nas quais o aluno tenha oportunidade de buscar várias soluções para uma situação problema, explorando formas diversas e incomuns de resolver e elaborar problemas ou redefinir elementos matemáticos (HASHIMOTO, 1997; GONTIJO, 2007).

Almouloud (2007) destaca, como uma das regras do contrato didático em vigor no ensino fundamental, o fato de que, em geral, os problemas de matemática apresentam em seus enunciados somente os dados necessários para sua solução, tendo sempre uma única resposta que pode ser obtida pelo uso de operações matemáticas. Automatiza-se, de tal modo, o comportamento dos alunos diante dos problemas matemáticos que, geralmente, procuram os números no enunciado para que seja realizada alguma operação matemática para encontrar a resposta esperada pelo professor. Segundo Almouloud (2007), geralmente o aluno não tem contato com problemas sem solução ou com mais de uma solução possível, ou ainda que possuem excesso de dados ou não podem ser resolvidos com uma operação matemática. Caso o professor rompa com esse contrato didático e apresente estes tipos de problemas, provavelmente o aluno cometerá erros ou não saberá respondê-los. Nesse sentido, Kandemir e Gür (2007) dizem que o pensamento criativo pode ser melhorado com criatividade e com o uso de técnicas de resolução de problemas criativos que envolvam questões abertas e desafiadoras.

Alguns autores (MANN, 2005; HARPEN; SRIRAMAN, 2013) evidenciam o fato de que o desenvolvimento da criatividade não é um dos objetivos perseguidos nas aulas de Matemática. Geralmente o professor apresenta problemas escolhidos de livros didáticos onde, além das situações serem muito distantes da vida cotidiana dos estudantes, o tempo para solução é limitado e prioriza-se o pensamento convergente com questões do tipo resposta fechada, que segundo Vasconcelos (2002) são quase sempre do mesmo tipo e que podem ser resolvidos "conforme o modelo". O autor revela que, "naturalmente, isto não proporciona o desenvolvimento do raciocínio dos alunos e contribui para que os estudantes criem atitudes negativas em relação à Matemática. (VASCONCELOS, 2002, p.27). Sobra pouco espaço para o aluno formular possibilidades, apresentar alternativas, construir processos originais e apresentar soluções criativas e as aulas vão se tornando cada vez menos prazerosas e estimulantes, assim como conclui Mann em seus estudos:

> A limitação do uso de criatividade na sala de aula de Matemática reduz a um conjunto de habilidades para dominar e memorizar regras. Isso faz com que a curiosidade natural de muitas crianças e entusiasmo para matemática desapareça à medida que envelhecem... Manter os alunos interessados e envolvidos em matemática, reconhecendo e valorizando a sua criatividade matemática pode inverter esta tendência. (2005, p. 2)

Na dinâmica de sala de aula, o processo de ensino-aprendizagem instituído em um contrato didático no qual o desenvolvimento do potencial criativo seja prioritário precisa romper com atitudes mecanizadas em relação ao conhecimento matemático. O novo contrato didático instituído precisa rever os tipos de situações matemáticas nas quais os alunos desenvolvem o conhecimento matemático, precisa reformular os tempos e espaços escolares nos quais a aprendizagem se dá e precisa reinventar os papéis atribuídos ao professor e ao aluno.

Ainda tais atividades precisam ser de natureza variada, de modo que o aluno possa expressar o conhecimento matemático não apenas por meio da operação de algoritmos, podendo demonstrar suas capacidades também por meio de textos, gráficos ou ações multimediatizadas (MUNIZ, 2009a), ou seja, o aluno recorre a diferentes representações para as suas produções: corporal, gestual, manipulativa, gráfica, pictórica, simbólica escrita ou não.

Isso envolve, em contrapartida, a ressignificação daquilo que o professor entende como espaço de aprendizagem matemática, precisando tal aprendizagem ocorrer em lugares diversos da sala de aula. Assim, a quadra de esportes, os corredores, o jardim, a biblioteca, a horta, constituem-se como espaços propícios para as inúmeras possibilidades de ação matemática, o que pode favorecer a liberdade necessária para o desenvolvimento do potencial criativo.

Nesse sentido, Muniz (2009b) salienta que, ao apresentar suas produções para o professor, o aluno evita demonstrar conceitos espontâneos, algoritmos alternativos e registros pictóricos, produções normalmente encontradas “na carteira, no rascunho, na palma da mão, nas últimas páginas do caderno, na contracapa do livro...” (p. 137), mas raramente apresentadas em atividades ou avaliações entregues ao professor. Segundo o autor, isso ocorre porque tais produções não são valorizadas e tampouco institucionalizadas pela escola que as consideram marginais, erradas, uma forma de trapaça.

A seguir, apresentaremos algumas alternativas que podem contribuir para um espaço escolar propício à criatividade. Desse modo, aborda-se, nas subseções a seguir, as estratégias para desenvolver a criatividade em Matemática mais indicadas na literatura da área. Assim, abordaremos a resolução de problemas abertos, a elaboração de problemas, a redefinição de elementos matemáticos e as principais técnicas utilizadas como meio para o desenvolvimento do potencial criativo nas aulas de Matemática.

2.4.1 Resolução de problemas abertos

Na escola atual, as situações matemáticas nas quais os alunos estão inseridos costumam ser hegemonicamente organizadas por meio de realização de problemas sem um significado de vida (MUNIZ, 2009a), fato que se traduz em situações totalmente estranhas aos alunos e, portanto, convertem-se em estratégias de ensino que pouco lhes desperta o interesse.

Schoenfeld (2013) destaca que “na maioria das resoluções de problemas do mundo real, as tarefas surgem na prática e têm uma história ou contexto de algum tipo” (p. 13). Sendo assim, na escola os alunos não estão resolvendo um problema que surgiu em seu cotidiano, mas encontram-se diante de problemas que são escolhidos de forma artificial pelo professor a serem resolvidos com um tempo limitado.

É preciso lembrar, ainda, que muitos problemas da vida real não podem ser resolvidos por meio de algoritmos ou formas tradicionais. “Se as abordagens padrão não podem fornecer uma solução, então há a necessidade de se usar o pensamento criativo. Mesmo quando a abordagem padrão pode prover uma solução, vale a pena experimentar o pensamento criativo para descobrir uma solução ainda melhor.” (DE BONO, 1993, p. 69).

Diante desse fato, torna-se importante a introdução de problemas abertos no espaço escolar como alternativa para o desenvolvimento da criatividade, proporcionando oportunidades para que os alunos solucionem, elaborem e redefinam tais tipos de problemas. Lee, Hwang e Seo (2003) afirmam que, para um problema ser considerado aberto, a situação de partida e a meta atingida devem ser abertas, abarcando situações da vida real, variações de problemas, projetos e levantamento de problemas. Ou seja, as questões apresentadas devem possibilitar situações de partida que estimulem os alunos a chegarem a inúmeras respostas ou elaborar outros problemas por meio da situação inicial apresentada deixando “espaço para o pensamento criativo” (p.165).

Os problemas abertos, ao contrário dos problemas fechados que apresentam soluções únicas, possibilitam ao solucionador aventurar-se no mundo da imaginação, na medida em que o indivíduo sabe não estar preso a processos e a resultados pré-determinados. Assim, o solucionador tem a oportunidade de apresentar uma gama de soluções por meio do pensamento divergente, algumas corretas, outras equivocadas, algumas bem elaboradas, outras em processo de estruturação, algumas tidas como válidas, outras não aceitas e uma quantidade menor de respostas originais, tal como ocorre no processo de solução de problemas da vida real. Vasconcelos (2002) afirma que: “no pensamento divergente a busca da resposta ocorre com o objetivo de resolver o problema, quando este ainda não foi resolvido e não existem padrões pré-determinados para solucioná-lo. O pensamento divergente tende a uma variedade de respostas originais” (p. 13).

Os PCN apresentam a resolução de problemas como um dos “caminhos para ‘fazer Matemática’ na sala de aula” (BRASIL, 1997, p. 32), ao lado de outros recursos como a história da Matemática, a tecnologia da informação e os jogos. Esse documento salienta que a Matemática foi construída como resposta às perguntas motivadas por problemas de ordem prática (divisão de terras, cálculo de créditos), por problemas vinculados a outras ciências (Física, Astronomia), bem como por problemas relacionados a investigações internas à própria Matemática. No entanto, de acordo com os PCN, tradicionalmente, os problemas não têm desempenhado seu verdadeiro papel no ensino, pois, na melhor das hipóteses, são utilizados apenas como forma de aplicação de conhecimentos adquiridos anteriormente pelos alunos. Então, resolver um problema não se resume em compreender o que foi proposto e em dar respostas aplicando procedimentos adequados, mas sim se envolver em uma atividade na qual seja considerado que:

> O fato de o aluno ser estimulado a questionar sua própria resposta, a questionar o problema, a transformar um dado problema numa fonte de novos problemas, evidencia uma concepção de ensino e aprendizagem não pela mera reprodução de conhecimentos, mas pela via da ação refletida que constrói conhecimentos. (BRASIL, 1997, p. 33).

Segundo Gontijo (2006), os problemas não podem se caracterizar como aplicação direta de algum algoritmo ou fórmula que o aluno busca em sua memória, se o que se deseja é motivar o aluno a despertar sua criatividade. Ao contrário, tais problemas precisam envolver invenção e/ou criação de alguma estratégia particular de resolução. O autor ressalta, então, que, "para o desenvolvimento da criatividade em Matemática, deve-se privilegiar o trabalho com problemas abertos" (p. 236) pois, na resolução de problemas abertos, os estudantes devem ser os responsáveis pelas tomadas de decisão, não confiando essa responsabilidade ao professor ou às regras e modelos apresentados nos livros didáticos.

2.4.2 Elaboração de problemas

Harpen e Sriraman (2013), citando Dillon (1982), afirmam que existem vários termos diferentes para se referir à elaboração de problemas: detecção de problema, formulação de problema, descoberta criativa de problema e problematização. No entanto, Cruz Ramírez (2006) entende a elaboração como uma atividade cognitiva mais complexa em relação à formulação e levantamento de problemas. O autor afirma, então, que a elaboração de problemas é uma atividade humana realizada por meio de três procedimentos essenciais: a formulação (uma pergunta inicial fornece os elementos que provocarão o sujeito a formular uma questão), a resolução (o sujeito busca solucionar essa questão formulada testando sua validade) e o aprimoramento (são feitas alterações com o intuito de aprimorar o problema elaborado). Desse modo, nestes estudos utilizaremos o termo elaboração de problemas para nos referirmos à atividade em que o indivíduo reconheça problemas em questões que envolvam situações matemáticas e seja capaz de expressá-los de forma elaborada.

Os PCN não se ocuparam em abordar a questão da elaboração de problemas de uma forma enfática e de modo que deixasse claro essa importante estratégia para desenvolver o conhecimento matemático escolar ou habilidades criativas. Porém, os PCN indicam como um dos objetivos do ensino fundamental:

> Questionar a realidade **formulando-se problemas** e tratando de resolvê-los, utilizando para isso o **pensamento lógico**, **a criatividade**, **a intuição**, a capacidade de **análise crítica**, selecionando procedimentos e verificando sua adequação. (BRASIL, 1997, grifo nosso).

De tal maneira, esse importante documento nacional revela que o ensino precisa oferecer condições para que o aluno desenvolva a capacidade de formular problemas de modo a questionar a realidade, utilizando, para tanto, aspectos do conhecimento tradicionalmente trabalhados na escola (pensamento lógico) e aspectos ligados à criatividade matemática que precisam entrar na pauta de habilidades a serem trabalhadas (intuição e análise crítica) tendo como base o trabalho com a formulação de problemas matemáticos como instrumento para o questionamento da realidade.

A literatura sobre criatividade em Matemática também tem evidenciado a importância da elaboração de problemas para o desenvolvimento do potencial criativo dos alunos. Autores como Hadamard (1945/2009), Balka (1974), Krutetskii (1976), Ellerton (1986), Kilpatrick (1987), Mann (2005), Gontijo (2006), Silver e Cai (2005); Pitta-Pantazi, Sophocleous e Christou (2013), Harpen e Sriraman (2013) têm defendido o trabalho com os chamados *problem-posing* (problematização), atividades nas quais os alunos são levados a identificar problemas em situações matemáticas, como um aspecto propício ao desenvolvimento da criatividade matemática, na medida em que favorece o pensamento divergente.

Silver e Cai (2005) lembram que os defensores da elaboração de problemas argumentam que a experiência com esse tipo de atividade pode promover o engajamento dos alunos em autêntica atividade matemática, pode permitir que enfrentem muitos problemas por meio de vários métodos e soluções, e pode ainda promover a criatividade dos alunos que passam a procurar novos problemas, métodos alternativos e novas soluções. Os autores afirmam que uma característica fundamental das tarefas problematizadoras é que elas permitem a geração de múltiplas respostas corretas. Assim as tarefas de elaboração de problemas, segundo os autores, estão entre os tipos mais comuns de tarefas usadas para identificar indivíduos criativos.

A elaboração de problemas como meio de desenvolver e demonstrar criatividade em Matemática não é uma proposição recente, fato esse evidenciado nas datas das obras citadas, indicando que esse aspecto já vem sendo estudado há algumas décadas. Nesse sentido, serão apresentados a seguir apenas estudos mais recentes de modo a abarcar contribuições atuais sobre esse aspecto importante para o desenvolvimento do potencial criativo dos alunos.

Harpen e Sriraman (2013), por exemplo, realizaram um estudo explorando a criatividade em matemática de alunos do ensino médio dos EUA e da China, analisando suas habilidades em elaboração de problemas em cenários geométricos. Para os autores, as habilidades de problematização são relatadas na literatura como um importante indicador de criatividade em Matemática e a importância das atividades de elaboração de problemas é enfatizada em documentos educacionais em muitos países, incluindo os EUA e a China. No entanto, mesmo sendo a problematização um importante aspecto da criatividade matemática, esse tipo de atividade acaba sendo esquecido pelos professores.

Nos estudos de Harpen e Sriraman (2013), as diferenças nos problemas elaborados pelos alunos foram discutidas em termos de qualidade (novidade / elaboração), bem como a quantidade (fluência). Para medir a habilidade de problematização dos alunos, os autores utilizaram um teste de problematização matemático que incluía três tipos de atividades:

a) livre (os alunos geram um problema a partir de uma situação dada, artificial, ou naturalista. Exemplo: "Há 10 meninas e 10 meninos em uma fila. Faça tantos problemas quanto você puder usando as informações de alguma forma);

b) semiestruturadas (os alunos recebem uma situação aberta e são convidados a explorar a estrutura dessa situação por meio da aplicação de conhecimentos, habilidades, conceitos e relações a partir de suas experiências matemáticas anteriores). Os autores apresentaram uma figura onde havia um triângulo com um círculo inscrito e orientavam os alunos a fazer tantos problemas quanto pudessem que fossem de alguma forma relacionados à figura, podendo ser problemas da vida real.

c) estruturadas (a problematização baseava-se em um problema específico). Exemplo: "Ontem à noite houve uma festa na casa de seu primo e a campainha tocou 10 vezes. A primeira vez que a campainha tocou apenas um convidado chegou. Cada vez que a campainha tocava, chegavam três convidados a mais do que tinha chegado na vez anterior.

1. Quantos convidados vão entrar no 10º toque? Explique como você encontrou a sua resposta.
2. Faça todas as perguntas que você puder que estão de alguma forma relacionadas a este problema".

Harpen e Sriraman (2013) destacam que, nas últimas décadas, as pesquisas sobre resolução de problemas proliferaram. Por outro lado, as pesquisas em torno de habilidades de elaboração de problemas, em geral, têm recebido pouca atenção como um aspecto da criatividade matemática. Assim, os autores enfatizam a necessidade de mais investigações sobre essa linha de pesquisa no âmbito da Educação Matemática, em que os alunos tenham oportunidades de problematização em diferentes áreas da matemática escolar, com o objetivo de estimular a criatividade, bem como estimular o raciocínio matemático diversificado para gerar problemas que são contextualmente diferentes. Alguns anos atrás, autores como Silver e Cai (2005), Yevdokimov (2005) e Cruz Ramírez (2006) já haviam questionado o fato de que, apesar de ser considerada tão importante quanto a resolução de problemas, normalmente a elaboração de problemas tem recebido menos atenção como parte do currículo escolar e como um objeto instrucional.

Pelczer (2008) questiona se a elaboração de problemas é um ato criativo. Entendendo a elaboração de problemas como um processo pelo qual se obtém um problema que ainda não foi resolvido por ninguém ou, em outros contextos, como a reformulação de problemas já existentes, o autor chega a conclusão positiva para esse questionamento. Pelczer (2008) argumenta que, após revisar centenas de problemas de livros didáticos e de problemas gerados por alunos, foi possível compreender a ideia de que a criatividade do processo de elaboração de problemas conta com uma natureza relacional multiarticulada do conhecimento matemático, ou seja, o conhecimento disponível para o aluno está em uma reordenação contínua durante o processo de problematização. Por isso, o autor considera que essa elaboração de problemas em sala de aula é criativa, pois envolve mecanismos cognitivos que são típicos para o pensamento criativo.

Elaboração de problemas, segundo o autor, é vista como o processo de formulação de perguntas sobre ideias que formam a Matemática e sobre as relações entre tais ideias. Nesse sentido, a própria natureza das tarefas de problematização leva os alunos a explorar as suas próprias estruturas de conhecimento, a reformular as relações existentes, generalizar, propor novas relações ou objetos, ligar domínios aparentemente não relacionados, etc. Todas essas atividades são, segundo Pelczer (2008), expressões criativas.

Inspirando-se em Ervynck, Pelczer (2008) apresenta quatro elementos como sendo a força motriz para a criatividade matemática dando uma reinterpretação para o caso da problematização em sala de aula sugerindo atividades que podem melhorar as habilidades de elaboração de problemas. Esses elementos são: a compreensão (para o ensino seria importante mostrar explicitamente a conexão entre diferentes conceitos no contexto específico em que eles são usados), a intuição (aqui o autor salienta a importância dos exemplos como recursos que ilustram os conceitos sendo que, ao dar bons exemplos para os teoremas apresentados, critérios e conceitos, os alunos podem entender seus significados, além de poder gerar uma discussão e verificar um argumento), o insight (levar o aluno a ver a essência da ideia percebendo como os termos de um teorema são restritivos, uma reorientação de interesse e uma reorientação para consolidar o que é importante, e ainda mais, de vislumbrar o que será importante no futuro) e a generalização (a aplicação de generalizações pelo aluno pode auxiliá-lo a construir mapas conceituais compreendendo como usar funções ou propriedades matemáticas na elaboração de problemas em contextos diversos).

O autor diz que esses aspectos podem ser derivados também de tarefas de resolução de problemas, mas, há um aspecto particular da problematização que o diferencia de resolução de problemas: controlar as próprias criações, supervisionar o processo de transformações posteriores, aspecto relacionado com a metacognição, uma vez que as tarefas de problematização exigem do aluno a formulação e reformulação contínua de seu processo criativo. A vantagem da elaboração de problemas sobre a resolução de problemas estaria, então, no fato de que as tarefas de problematização podem desenvolver algumas habilidades específicas como inventar critérios de avaliação e tomada de decisão para mudar de direção como consequência de tal avaliação.

Segundo o autor, outro aspecto da elaboração de problemas que pode beneficiar os alunos no desenvolvimento da criatividade em Matemática é o fato de que, nesse tipo de tarefa, os alunos se encontram diante de uma situação aberta em que eles podem se mover livremente entre temas e domínios e também expressar preferências pessoais (pelo tipo de problema que geram), podendo se sentir mais motivados e comprometidos pessoalmente com a tarefa, o que pode influenciar a experiência emocional de completá-la e o desejo de envolver-se novamente em tarefas semelhantes.

Ao avaliar os resultados de um treinamento para alunos talentosos em Matemática, destinado a formar habilidades e hábitos de elaboração de problemas utilizando geometria plana, Yevdokimov (2005) analisa os processos de pensamento utilizados pelos alunos quando estão envolvidos em atividades nas quais o desenho é utilizado como fonte principal na elaboração criativa de problemas. O autor salienta que o trabalho com desenhos pode auxiliar o aluno a encontrar o equilíbrio entre o pensamento visual e analítico no processo de elaboração de problemas. Segundo ele, por um lado, o desenho estimula o pensamento visual na elaboração de problemas de geometria plana, e por outro, esse desenho permite que o aluno comute do pensamento visual ao pensamento analítico ou vice-versa.

O trabalho de Yevdokimov contribui para a compreensão das atividades de elaboração de problemas como recurso importante para o desenvolvimento da criatividade em Matemática, pois evidencia a importância de desenvolvimento do espírito investigativo dos alunos, o que inclui:

> ...a compreensão de como distinguir um dos objetos geométricos ou algumas de suas características e descobrir suas relações com outros objetos geométricos no desenho, em outras palavras, aptidões para compreender o papel de cada objeto geométrico do desenho, como se relacionam uns com os outros. (YEVDOKIMOV, 2005, p. 263).

Por meio dessa atividade investigativa, o aluno se envolve em um processo de compreensão dos objetos matemáticos de modo a adquirir elementos suficientes para poder elaborar problemas com sucesso. Assim, após a realização da formação, a maioria dos alunos participantes apontou o esquema a seguir como a representação do seu pensamento no processo de elaboração de problemas:

Desenho de alguns objetos geométricos → **Levantamento de conjecturas** → **Prova/rejeição de conjecturas**

Figura 7 – Esquema Processo de Elaboração de Problemas.
Fonte: Yevdokimov, 2005, p. 260 (tradução nossa).

A escolha desse esquema pelos alunos, levou o autor a sugerir que, após o treinamento, eles estavam suficientemente preparados para uma aprendizagem ativa de geometria e para o trabalho de investigação independente, demonstrando que, ao levantar conjecturas, os estudantes tentaram intuitivamente fornecer uma maneira mais usual para o seu trabalho prático em elaboração de problemas.

2.4.3 Redefinição de um problema

Sternberg e Grigorenko (2003) afirmam que redefinir um problema significa pegá-lo e colocá-lo de cabeça para baixo. Gontijo (2007) considera que essa é uma estratégia que consiste em redefinir uma situação matemática em termos de seus atributos gerando muitas possibilidades de representar essa situação. Haylock (1997) considera as atividades de redefinição como aquelas em que os alunos são convidados a redefinir os elementos de uma situação em termos de seus atributos matemáticos, sendo que tais atividades não são apresentadas como categorias rígidas e rápidas, mas como uma estrutura para a geração de tarefas que podem revelar pensamento divergente em Matemática.

Sternberg e Grigorenko (2003) dão um exemplo prático da importância da redefinição de um problema para que seja encontrada uma solução criativa contando a história de um executivo que ocupava um cargo de alto nível. Apesar de adorar seu serviço e o dinheiro que recebia por ele, odiava seu chefe. O executivo pensou em mudar de emprego, mas, redefiniu o problema de ter que encontrar outro lugar para trabalhar passando a procurar um emprego novo para seu chefe. Assim, o chefe encontrou um novo emprego e o executivo assumiu o cargo do chefe. Desse modo, por meio da redefinição do problema de ter que encontrar um novo emprego encarando-o por uma nova perspectiva de ter que buscar um novo emprego para seu chefe, o executivo acabou encontrando uma solução criativa para o problema redefinido.

Nesse sentido, no desenvolvimento da criatividade em Matemática, a redefinição de um problema pode auxiliar o aluno a olhar tal problema por novas perspectivas e vislumbrar uma solução criativa. Sternberg e Grigorenko (2003) sugerem que, nas aulas de Matemática, os professores encorajem os alunos a formular novas perguntas sobre um problema já existente. Os PCN apontam como um dos objetivos do ensino de Matemática no ensino fundamental:

> Fazer observações sistemáticas de aspectos quantitativos e qualitativos do ponto de vista do conhecimento e estabelecer o maior número possível de relações entre eles, utilizando para isso o conhecimento matemático (aritmético, geométrico, métrico, algébrico, estatístico, combinatório, probabilístico); selecionar, organizar e produzir informações relevantes, para interpretá-las e avaliá-las criticamente. (BRASIL, 1997, p. 37).

Com esse objetivo atendido, os alunos podem redefinir uma situação matemática estabelecendo relações entre os conhecimentos matemáticos, reorganizando tais informações por meio de seus atributos e representando tais conhecimentos de formas diversas e criativas. Assim, ao buscar, por exemplo, reorganizar uma lista de numerais (como o conjunto: 2, 3, 4, 9, 10, 12) por meio da composição de conjuntos de 3 elementos analisando seus atributos matemáticos, o aluno perceberá que os elementos matemáticos guardam relações entre si (por exemplo: 2, 4, 10 são pares; 3, 9, 12 são múltiplos; 2,3,4 estão em sequência) e que, ao serem observadas essas relações, o aluno terá uma gama de pistas para a solução de um determinado problema (por exemplo, numa situação com a ideia de repartição envolvendo o 12 e o 3, os alunos perceberão que haverá uma divisão exata, pois, tais termos são múltiplos).

2.5 Técnicas para desenvolvimento da criatividade

A literatura sobre criatividade em Matemática recorre as outras áreas do conhecimento buscando técnicas aplicadas ao desenvolvimento do pensamento criativo, como por exemplo, a técnica conhecida por *Brainstorming* amplamente utilizada na área organizacional e na publicidade, adaptando-as aos contextos educacionais. No entanto, não percebe-se técnicas desenvolvidas no campo da Educação Matemática em busca do desenvolvimento do potencial criativo, fato que evidencia a necessidade de pesquisas em busca desse propósito.

Exemplificando, Kandemir e Gür (2007), ao analisar os pontos de vista de futuros professores de matemática sobre o desenvolvimento do pensamento criativo na resolução de problemas, evidenciaram algumas técnicas que podem ser utilizadas para tanto. Após participarem de um curso de treinamento no qual tais técnicas foram utilizadas, os alunos foram entrevistados e os autores concluíram que a formação criativa pode realmente aumentar a criatividade.

Dentre as estratégias utilizadas para o desenvolvimento do pensamento criativo, os autores citam o uso de técnicas de resolução criativa de problemas, o uso de questões abertas, a escolha de questões desafiadoras para os alunos, o uso de exercícios de pensamento divergente, além da importância do uso de questões da vida real. Os autores chamam atenção, também, para a necessidade de serem percebidas e removidas as barreiras que inibem o desenvolvimento da criatividade. Tais barreiras podem ser externas, ou seja, presentes na família e no sistema educacional quando "as instituições educacionais forçam os indivíduos a colocar suas ideias em um formulário, limitam-nas e tornam-nas sólidas." (KANDEMIR; GÜR, 2007, p. 110) ou externas: barreiras mentais formadas pelo confronto com o mundo externo ou físico que restringem a independência de usar novas abordagens e formular ideias. Outra barreira lembrada pelos autores é o fator tempo. Segundo Kandemir e Gür (2007), a criatividade leva tempo para se desenvolver tendo relevante importância a fase de incubação para o surgimento de ideias. Ainda, os autores lembram que os hábitos, ou seja, comportamentos que estão enraizados no cérebro e que tendem a direcionar as pessoas a olhar as coisas e eventos de forma tradicional, podem se converter em barreiras na medida em que restringem o pensamento levando as pessoas a tentar aplicar uma solução inadequada decorrente do uso anterior.

Além dessas técnicas alguns programas podem ser utilizados para o desenvolvimento da criatividade. Para a pesquisa em Criatividade em Matemática, é interessante apontar as contribuições do programa *Creative Problem Solving*, idealizado por Osborn e Sidney Parnes nas décadas de 50 e 60. É um programa que engloba três componentes (a compreensão do problema, a geração de ideias e o planejamento da ação) nos quais são desenvolvidas tanto habilidades do pensamento divergente como do pensamento convergente por meio de variadas técnicas (ALENCAR; FLEITH, 2003b).

Em relação à compreensão do problema, três fases podem ser identificadas: levantar possíveis problemas (sensibilizar-se em busca de problemas que precisam ser solucionados), constatação de dados (identificar as informações importantes para a solução) e encontrar o problema (transformar as informações do problema que a princípio formavam uma declaração imprecisa em um problema possível de ser solucionado).

Na geração de ideias, o solucionador precisa gerar o máximo possível de ideias sem julgamento prévio, de modo a aumentar a probabilidade de que soluções adequadas venham à tona. Duas fases compõem o planejamento da ação: encontrar a solução (produzindo e escolhendo critérios óbvios de avaliação das ideias geradas, desenvolvendo o máximo possível dessas ideias, elegendo a ideia mais adequada para o problema em questão) e encontrar aceitação (expor a ideia escolhida de modo que seja aceita e colocada em prática).

Apresentamos nesta seção, estratégias, técnicas e programas que podem contribuir com o desenvolvimento da criatividade em Matemática, na medida em que tais elementos constituem-se como instrumentos que fornecem condições práticas para que seja atingido o objetivo pretendido de desenvolvimento do potencial criativo. No entanto, tais elementos não podem ser tomados como receitas nas quais são prescritos procedimentos a serem administrados ou como manuais em que se descreve o passo a passo para a execução linear de algum procedimento. Precisa-se considerar o desenvolvimento da criatividade como um processo complexo que depende de muitos outros fatores que extrapolam os limitados alcances das estratégias, técnicas e programas. Nesse sentido, o uso desses elementos surtirá efeito na medida em que se instale um processo constante de reflexão sobre as práticas pedagógicas no qual seja avaliada a intencionalidade da função de cada estratégia, técnica e programa sendo considerada ainda a avaliação dos fatores constituintes do clima de sala de aula no qual tais procedimentos são desenvolvidos. Tendo em vista a importância do clima de sala de aula para o desenvolvimento da criatividade dos alunos, na próxima subseção serão abordados os aportes teóricos presentes na literatura que contribuem para a compreensão dos fatores constituintes de um clima de sala de aula favorável ao desenvolvimento do potencial criativo.

2.6 Clima de sala de aula

Não há dúvidas entre os pesquisadores que o desenvolvimento do potencial criativo dos alunos precisa fazer parte da pauta das habilidades matemáticas a serem desenvolvidas no espaço escolar (KRUTETSKII, 1976; GONTIJO, 2007; KATTOU et al, 2013). Pode-se conceber a escola como um espaço no qual também é necessário desenvolver um conhecimento matemático carregado de “conteúdo novo e socialmente significativo” (KRUTETSKII, 1976, p. 69). A Matemática escolar ganha um novo *status* de modo que deixa de ser apenas um meio para reprodução de conhecimentos e se permite ser um processo também de criação, uma manifestação mais elevada de suas potencialidades.

Partindo dessas considerações, percebe-se a necessidade de compreender como o espaço escolar, constituído de pessoas das mais variadas origens, carregando diversas impressões de vida, se organiza de modo a favorecer essa dupla função da Matemática escolar: desenvolver as habilidades escolares e desenvolver as habilidades criativas. Sendo um ambiente que apresenta uma estrutura física, uma sistematização de suas atividades e formado por pessoas que relacionam-se entre si e que relacionam-se com os conhecimentos matemáticos, acaba sendo desenvolvido um clima nesse ambiente que tanto pode propiciar o desenvolvimento do potencial criativo que cada indivíduo carrega, como pode servir de barreira que impede a criatividade de aflorar nesse espaço.

Os pesquisadores que se dedicam a estudar a criatividade sob a abordagem sistêmica, por exemplo, revelam a importância do ambiente para o desenvolvimento da criatividade. Amabile (1983) evidencia a importância das influências do ambiente social para o desenvolvimento da motivação, de atitudes e habilidades. Csikszentmihalyi (1988) aponta que elementos do meio social e cultural podem inibir ou estimular a atividade criativa do indivíduo. Sternberg e Lubart (1991) se remetem ao contexto ambiental como um importante fator para o desenvolvimento da criatividade favorecendo a geração de novas ideias, encorajando e dando suporte à geração de produtos criativos e avaliando o produto criativo. Simonton (1988) avalia a criatividade como um fenômeno social, devendo ser estudada por meio da investigação das influências de variáveis sociais, políticas e culturais, não podendo ser compreendida fora do contexto social na qual ocorre.

No Brasil, Alencar (2007), ao formular um modelo para desenvolvimento da criatividade, revela esse processo por meio de um pentágono onde se encontra em cada lado um dos seguintes aspectos: (a) redução de bloqueios, (b) domínio de técnicas e bagagem de conhecimentos, (c) traços de personalidade como iniciativa, autoconfiança e independência, que favorecem a expressão criativa, (d) habilidades de pensamento criativo que englobam fluência, flexibilidade e originalidade e (e) clima psicológico.

O aspecto relativo ao clima psicológico diz respeito à promoção de um ambiente no qual são refletidos valores de apoio à criatividade, guiados pelos princípios de confiança na capacidade e competência de cada pessoa, apoio à expressão de novas ideias, provisão de incentivos à produção criativa e implementação de atividades que ofereçam desafios e oportunidades de atuação criativa.

Percebe-se na concepção dos principais teóricos sobre criatividade, que o ambiente e o clima psicológico nele instalado influenciam qualitativamente o modo como se desenvolve a criatividade em determinado contexto. Analisaremos a seguir o contexto escolar e os fatores que influenciam na constituição do clima psicológico dos ambientes escolares matematizadores.

Fernandes (2008) lembra que na sala de aula “confluem personalidades, motivações e capacidades muito díspares, não sendo, pois, fácil criar e alimentar relações de afeto, de carinho e amizade, caso não exista um bom clima de aceitação das diferenças e de respeito mútuo” (p. 16). Portanto, torna-se relevante analisar que tipo de clima de sala de aula favorece o desenvolvimento da criatividade em Matemática.

Nesse intento, a seguir será discutido o modo como se constitui o clima para criatividade nas aulas de Matemática. Para tanto, será percorrido um caminho no qual se trará à discussão, primeiramente, as contribuições sobre o clima de sala de aula em âmbito geral e que instrumentos se têm à disposição para a mensuração desse clima. Em seguida, será analisado aquilo que se compreende sobre clima para criatividade em sala de aula trazendo à tona as contribuições sobre o tema e instrumentos validados para mensurar esse tipo de clima. Na sequência serão apresentados alguns estudos realizados em torno do clima das aulas de Matemática. Com essas contribuições, busca-se constituir uma compreensão sobre os fatores determinantes de um clima de sala de aula propício para o desenvolvimento da criatividade em Matemática.

2.6.1 Clima de sala de aula: aspectos gerais

Em seus estudos, Santos (2010) lembra que a palavra clima tem origem no grego *Klima*, significando a inclinação de um ponto da terra em relação ao sol tendo seu sentido inerente às condições atmosféricas e meteorológicas. Parte daí, o sentido metafórico que aproxima a acepção sobre clima organizacional do significado original da palavra clima, “reconhecendo o caráter multidimensional deste como acontece com o clima atmosférico e associando à variedade de manifestações climatéricas às variações do clima nas organizações.” (SANTOS, 2010, p. 39).

Nesse sentido, a palavra clima assume um sentido figurado para representar o contexto no qual se organiza o ambiente onde se relacionam pessoas reunidas por um determinado vínculo. Em relação ao ambiente escolar, o clima ali instalado resulta de uma reunião de sentidos oriundos das relações estabelecidas entre seus componentes, em que:

> Aproveitando a abrangência da metáfora, poder-se-ia dizer que os conflitos são como tempestades ou chuvadas, os problemas comunicacionais como nevoeiro, os períodos negativos como nuvens e as correntes emocionais como ventos. (SANTOS, 2010, p. 40).

Segundo um documento elaborado em 2006 por meio do projeto europeu *Improvement Through Research in the Inclusive School* (IRIS) vinculado ao *Departament of Children and Youth Studies* da *Stockholm University*, o clima de sala de aula envolve fatores afetivo-relacionais nos quais se considera o sentimento de significado, participação, bem-estar, respeito, autoconfiança, sentimentos gerados no encontro entre crianças e escola.

No IRIS (2006), é citado o trabalho de Schmidt e Ĉagran (2006) que descreve o clima de sala de aula como um sistema formado por quatro variáveis que são: o envolvimento físico, os objetivos organizacionais, as características dos professores e as características dos alunos. São apontados, ainda, fatores afetivo-relacionais com impacto nos processos de aprendizagem em interação escolar. O documento revela que:

> Estudos sobre a interação entre aspectos psicológicos, estratégias e atitudes dos professores apontam para a importância do clima da sala de aula na aprendizagem dos alunos, o que revela que os alunos alcançam muito melhor os objetivos em salas de aula com ambientes acadêmicos onde se sentem felizes (IRIS, 2006, p. 4).

Estudos relacionados ao tema buscam definir aquilo que se entende por clima de sala de aula. Brunet (1992) define que o clima representa as percepções dos atores escolares em relação às práticas existentes numa dada organização (apud SANTOS, 2010). Considerando a escola como um tipo de organização, o autor lista as seguintes características que marcam o clima organizacional: cada organização ou escola apresenta uma personalidade ou clima próprio; o clima decorre dos comportamentos e políticas dos membros da organização dependendo de variáveis físicas (estrutura) e humanas (processos); é percebido pelos membros da organização; serve de referência para interpretar determinada situação devido ao fato de que a percepção do clima influencia as respostas dos sujeitos às solicitações do ambiente; determina o comportamento dos membros da organização funcionando como um campo de forças que controla as atividades.

Brunet (1992) aponta três variáveis como determinantes da constituição do clima: (a) estrutura: características físicas da organização descritas, por exemplo, nos programas escolares; (b) o processo organizacional: a forma como se dá a gerência dos recursos humanos como, por exemplo, a forma em que se resolvem os conflitos, a política de recompensas e o modo em que se organiza o projeto educativo; (c) as variáveis comportamentais: modos de organizações individuais e grupais. Essas dimensões produzem resultados para os indivíduos (expressos em seu nível de satisfação, em seu rendimento e em sua qualidade de vida), para o grupo (representados por sua coesão, sua moral e seus resultados) e para a organização (expressos em seu rendimento escolar, em sua eficácia, em sua adaptação e em sua evolução).

Outra pessoa que se dedicou ao estudo do clima escolar foi Rodríguez Garrán (2004), que o define como:

> O conjunto de características psicossociais de um centro educativo, determinado por todos aqueles fatores ou elementos estruturais, pessoais e funcionais da instituição que, integrados em um processo dinâmico específico conferem um peculiar estilo ou tom à instituição, condicionado, por sua vez, aos distintos produtos educativos (p. 1-2).

A autora difere clima escolar, ou seja, institucional, do clima de sala de aula ao afirmar que a sala de aula representa uma unidade funcional dentro da escola, sendo influenciada por variáveis específicas determinadas pelas características e condutas dos professores e dos alunos, pela interação entre ambos e pela dinâmica da classe, fatores que conferem peculiaridades ao clima da sala de aula que pode diferir do clima constituído na instituição escolar.

Os estudos realizados no presente trabalho se restringirão a buscar compreender o clima de sala de aula, especificamente nas aulas de Matemática, portanto, não haverá um maior aprofundamento no tocante ao clima institucional. No entanto, cabe evidenciar que, a despeito de haver uma independência visível entre clima institucional e clima de sala de aula (RODRÍGUEZ GARRÁN, 2004), variáveis que incidem sobre a escola como um todo, também podem incidir sobre a constituição do clima da classe, e de outra maneira, o inverso também pode ocorrer quando variáveis restritas ao clima de sala de aula incidem sobre o clima geral da escola.

Fernandes (2008) lembra que um número grande de autores defende que as interações entre professor e alunos são determinantes para a constituição do clima de sala de aula. No entanto, essa interação é apontada como essencialmente assimétrica dependendo em sua maior parte das ações do docente e em menor parte da ação dos alunos. Esse fato se dá devido à postura rígida do professor que espera que os alunos se adaptem ao seu modo de ensinar. Nessa ótica, evidencia-se o importante papel do professor que se constitui como determinante no processo de elaboração do clima de sala de aula. No entanto, é preciso frisar que esse papel docente é determinante, mas não suficiente, uma vez que tanto o aluno "devoto", como o "resignado" e ainda o "revoltado" (AMADO, 2001, citado em FERNANDES, 2008, p. 14) fazem parte dessas interações nem sempre agindo de forma passiva.

Fernandes (2008) entende ser fulcral para o desenvolvimento de um bom clima de sala de aula o conhecimento da realidade do aluno em seus níveis pessoal, social e econômico, tendo a clareza que uma elevada complexidade de relações é estabelecida nesse ambiente. Dessa forma, o conhecimento das necessidades, valores, experiências e objetivos de cada aluno, conduzem o professor a intervir mais eficazmente em situações inadequadas. "Assim, parece-nos essencial salientar que; importante não é tanto o que acontece, mas sim quais as mudanças que esse acontecer provoca em nós" (FERNANDES, 2008, p. 18).

Em um estudo realizado com alunos do 7º, 8º e 9º anos do 3º ciclo de uma escola básica de Portugal, Fernandes (2008) chegou a um modelo teórico sobre o clima de sala de aula no qual três dimensões são responsáveis pela constituição da representação dos alunos sobre o clima de sala de aula nas disciplinas de Matemática e de educação visual e tecnologia: (a) a organização e participação dos alunos nas aulas que incluem componentes como regras de funcionamento das aulas, grau de interesse nas aulas e comportamento social dos alunos; (b) o relacionamento interpessoal professor/alunos e alunos/alunos com componentes como grau de reforço dado pelo professor, fatores que influenciam o aparecimento de conflitos e comportamentos de indisciplina e estratégias utilizadas pelo professor para melhorar o clima de sala de aula; e (c) a gestão preventiva da sala de aula (ou seja, modo como são gerenciadas as estratégias de prevenção de conflitos e de comportamentos de indisciplina) que engloba componentes como intervenção do professor face aos conflitos e comportamentos de indisciplina e atitudes do professor em contexto de sala de aula.

Rodríguez Garrán (2004) aponta como instrumento de medida do clima de sala de aula o *Classroom Environment Scale* (CES), uma escala elaborada por Trickette Moos (1973) e destinada a medir as percepções que os membros de uma sala de aula têm sobre as interações que ocorrem nesse ambiente. Segundo a autora, a escala é uma medida de clima social com o objetivo de medir e descrever as relações entre professor-aluno e aluno-aluno, assim como o tipo de estrutura organizativa de uma aula. No entendimento de Rodríguez Garrán, o instrumento fundamenta-se por meio da teoria de Murray (1938) sobre a inter-relação entre pressão ambiental e necessidades dos sujeitos que diz que a personalidade é o resultado da inter-relação entre a necessidade interna e externa que exerce o ambiente.

O instrumento se constitui em um total de nove subescalas com dez elementos cada uma, agrupados em três domínios:

a) domínio das relações: indica o grau em que os alunos se mostram interessados nas atividades da turma e participam das discussões, afiliação ou grau de amizade entre os estudantes que se ajudam uns aos outros e que se divertem trabalhando juntos, ajuda do professor ou o grau de interesse, amizade e sinceridade que o professor demonstra aos seus alunos;

b) domínio de desenvolvimento pessoal: envolve orientação para a tarefa ou importância dada ao cumprimento do programa, competição ou grau em que o esforço e realização pessoal são valorizados;

c) domínio de manutenção do sistema e de mudança: diz respeito à ordem e organização ou o grau de importância atribuída ao comportamento no trabalho da turma, a clareza de regras e ênfase na definição e aplicação de um conjunto de regras em que os estudantes conhecem as consequências no caso de não segui-lo, controle do professor ou grau em que o professor se mostra rigoroso e severo no que se refere ao cumprimento das normas, inovação ou meio em que os alunos contribuem para conceber as atividades de classe, grau em que o professor introduz atividades originais e variadas.

Por meio dos escores obtidos na escala, distingue-se diferentes classes nas quais se pode classificar o clima social: orientadas à inovação, orientadas à relação estruturada, orientadas a competição como sistema de apoio, orientadas a tarefa com apoio do professor, orientadas a uma competitividade excessiva e, por fim, orientadas ao controle.

O instrumento CES aponta requisitos propícios para medir o clima de sala de aula em âmbito geral. No entanto, veremos a seguir que a grande maioria desses requisitos podem ser utilizados para medir o clima para criatividade em sala de aula e, mais especificamente, medir também o clima para criatividade nas aulas de Matemática.

Diante das contribuições aqui abordadas, podemos concluir que, frente ao seu caráter multidimensional, diversos fatores concorrem para a constituição do clima de determinada sala de aula, podendo ser citados: as relações surgidas nas interações entre professor-aluno e aluno-aluno, as relações professor-conhecimento e aluno-conhecimento, a organização das aulas e a forma de participação dos alunos nessas aulas, a estruturação física do ambiente. Ao longo desse estudo, serão construídos vínculos que permitirão o entendimento de que esses fatores também estarão presentes na constituição de um clima para criatividade nas aulas de Matemática que, por se tratar de uma área singular do conhecimento, apresenta peculiaridades pertinentes aos propósitos a que se destina o presente trabalho.

2.6.2 Clima para criatividade em sala de aula

As pessoas que compõem os ambientes são elementos essenciais na determinação da forma em que se constitui o clima psicológico da sala de aula. Alencar (2007) lembra que o fenômeno da criatividade é complexo, multifacetado e pluurideterminado sendo que “sua expressão resulta de uma rede complexa de interações entre fatores do indivíduo e variáveis do contexto sócio-histórico-cultural que interferem na produção criativa (p. 48). Nessa ótica, devemos compreender o clima para criatividade em sala de aula como um conjunto de percepções influenciadas pela professora, pelos colegas, por outras pessoas que por ventura interferem no espaço da sala de aula, pela disposição das estruturas e dos objetos e pelas motivações implícitas e explícitas que determinam a relação do indivíduo com o conhecimento.

Nesse sentido, Fleith (2010) elenca como característica de um clima de sala de aula favorável à criatividade (a) proteger o trabalho criativo do aluno da crítica destrutiva; (b) levar o aluno a tomar consciência dos seus talentos, fortalecendo sua autoestima; (c) desenvolver nos alunos a habilidade de pensar em termos de possibilidades, de explorar consequências, de sugerir modificações e aperfeiçoamentos para as próprias ideias; (d) encorajar os alunos a refletir sobre o que eles gostariam de conhecer melhor e a elaborar produtos originais (e) envolver o aluno na solução de problemas do mundo real; (f) possibilitar ao aluno participar na escolha dos problemas ou das atividades a serem desenvolvidas; (g) encorajar o aluno a elaborar produtos originais; (h) considerar as características e necessidades cognitivas, emocionais e sociais do aluno, seu ajustamento a determinados contextos escolares, bem como o perfil discente desejado em cada tipo de escola; (i) implementar atividades que estimulem o aluno a produzir muitas ideias; (j) desenvolver atividades que estimulem o aluno a explorar consequências para acontecimentos que poderão ocorrer no futuro; (k) oferecer aos alunos informações que sejam importantes, interessantes, contextualizadas, significativas e conectadas entre si; (l) prover um ambiente de sala de aula psicologicamente seguro, no qual os alunos não tenham medo de se expor.

Segundo a autora, pouco tem sido investido na construção e validação de instrumentos de medida de criatividade, tanto no exterior quanto no Brasil. Assim, Fleith (2010) apresenta a escala sobre o Clima para Criatividade em Sala de Aula (FLEITH; ALENCAR, 2005) construída para avaliar o clima para criatividade em sala de aula e validada por meio de análise fatorial, onde foi utiliza uma amostra de alunos de 3ª e 4ª séries do ensino fundamental (atualmente 4º e 5º anos do ensino fundamental). As autoras basearam-se sobretudo no modelo teórico sobre criatividade elaborado por Csikszentmihalyi. Tal modelo é denominado de Perspectiva de Sistemas e concebe a criatividade como resultado da interação de um sistema composto pela pessoa (bagagem genética e experiências pessoais), pelo domínio (corpo organizado de conhecimentos pertencentes a determinado campo) e o campo (pessoas que podem afetar a estrutura do domínio).

A escala é composta por 22 itens escritos de forma afirmativa. Os itens são respondidos por meio de uma escala de frequência de cinco pontos, variando de nunca à sempre. Os itens estão distribuídos em cinco fatores:

a. suporte da professora à expressão de ideias do aluno: composto por 5 itens que dizem respeito ao apoio dispensado pela professora para que o aluno possa manifestar sua opinião;
b. autopercepção do aluno com relação à criatividade: contém 4 itens relacionados à imagem que o aluno cria de seu desempenho no que diz respeito à criatividade;
c. interesse do aluno pela aprendizagem: formado por 6 itens que apontam o envolvimento do aluno com seu processo de aprendizagem;
d. autonomia do aluno: apresenta 4 itens correspondentes a um traço de personalidade associado à criatividade;
e. estímulos da professora à produção de ideias do aluno: composto por 3 itens relacionados à postura de incentivo e aceitação por parte da professora às ideias desenvolvidas pelos alunos.

Fleith (2010) lembra que os fatores dessa escala se prestam a avaliar tanto os comportamentos do professor que são favoráveis à expressão da criatividade discente, quanto às características do aluno relacionadas à criatividade. Partindo dessa lógica, a autora recomenda a utilização da escala para fins de diagnóstico do clima para criatividade em salas de aula, onde se pode identificar fatores estimuladores e inibidores à criatividade em turmas de 3ª e 4ª séries. Alguns itens da escala de Fleith foram adaptados e utilizados na escala validada no presente estudo.

2.6.3 Clima nas aulas de Matemática

Haladyna, Shaughnessy e Shaughnessy (1983) desenvolveram um estudo em que elaboraram um modelo hipotético no qual os fatores qualidade do professor, clima sóciopsicológico de sala de aula e clima da gestão/organização da sala de aula foram utilizados para mensurar a atitude em relação à Matemática de alunos da 4ª, 7ª e 9ª séries.

No estudo foi utilizado o *Inventory of Affective Aspects of Schooling* (IAAS), um inventário desenvolvido e que aborda cinco aspectos do modelo teórico elaborado: (a) motivação dos alunos, (b) qualidade dos professores, (c) clima de classe sócio-psicológico, (d) o clima de gestão/organização da classe, e (e) atitude em relação à Matemática.

A principal variável dependente Atitude em Relação à Matemática foi examinada em relação às quatro variáveis independentes (Motivação do Aluno, Qualidade do professor, Clima sócio-psicológico de sala de aula e Clima de gestão/organização de sala de aula) das quais nos interessa avaliar as duas últimas. Em relação ao Clima sócio-psicológico de sala de aula, essa variável é composta pelos fatores apreciação dos colegas (Quanto você gosta dos colegas de sua turma?), ambiente (Os alunos ficam orgulhosos de mostrar a sala de aula para um visitante), limitações (Alguns alunos se unem em pequenos grupos), atritos (Há um grupo de alunos que interfere nas atividades de classe). Já a variável Clima de gestão/organização de sala de aula é formada pelos fatores velocidade (A classe tem muito tempo para compreender o trabalho designado), direção do objetivo (A maioria dos alunos conhece os objetivos do curso), desorganização (A turma é bem organizada), uso de materiais (Temos bons materiais para ler nessa classe).

Ao pesquisar a motivação para a matemática, o clima de sala de aula de matemática e a relação entre essas duas variáveis, Messias e Monteiro (2009) recorrem a dois instrumentos: à escala de motivação “Eu e a matemática” a escala de “Clima de Sala de aula de Matemática” e apresentam conclusões interessantes. Os autores consideram que um clima positivo na sala de aula contribui para a promoção no aluno de um sentimento de valor, uma autoestima positiva, confiança em si, nas suas competências e capacidades de autocrítica. Esse clima desenvolve também estratégias de regulação em diferentes contextos e situações, promove atitudes de cooperação, negociação, percepção e aceitação de vários pontos de vista. Ainda, um clima positivo desenvolve o sentimento de pertença e utilidade face à comunidade escolar, a capacidade de adaptação, flexibilidade e iniciativa, uma conscientização em relação às problemáticas sobre o ambiente e qualidade de vida, promovendo autonomia no processo de aprendizagem.

Um aspecto importante do estudo de Messias e Monteiro (2009) para o entendimento que estamos querendo construir sobre a avaliação do clima para criatividade nas aulas de matemática refere-se a caracterização da percepção do clima de sala de aula de matemática de alunos portugueses dos 5º, 6º e 7º anos de escolaridade. Para tanto, as autoras utilizaram a escala de clima social de sala de aula (MATA; MONTEIRO; PEIXOTO, 2008). Após realizarem a análise fatorial, a escala ficou composta por 32 itens distribuídos em 6 dimensões: (a) suporte social dos colegas (avalia a percepção que o aluno tem em relação ao apoio, ajuda e preocupação dada pelos colegas); (b)suporte social do professor (percepção que os alunos têm do suporte dado pelo professor nas aulas de Matemática); (c) atitude em relação à Matemática (avaliação da atitude dos alunos em relação à Matemática, ou seja, se participam nas atividades propostas e se gostam delas ou se as evitam; (d) aprendizagem cooperativa (percepção que os alunos têm a respeito de gostarem e participarem das atividades de cooperação que envolvem ajuda, partilha); (e) aprendizagem individualista (avaliação da percepção que os alunos têm sobre gostarem de trabalhar individualmente ou se esse trabalho individual ocorre nas aulas de matemática); (f) aprendizagem competitiva (percepção que os alunos têm acerca de apreciarem o método de aprendizagem competitivo ou se esse método ocorre em sala de aula).

Ao analisar os fatores determinantes do clima de sala de aula em geral, do clima para criatividade em sala de aula e do clima de sala de aula de Matemática, buscou-se aportes teóricos nesses contributos para poder avançar nas definições sobre clima para criatividade nas aulas de Matemática e para a elaboração e validação de um instrumento necessário para a coleta de dados suficientes e válidos para os estudos aqui realizados.

Diante dos temas abordados na Revisão da Literatura aqui apresentada, buscou-se elencar contributos importantes para a realização desta pesquisa que centra-se no objetivo geral de analisar, no contexto de alunos do 5º ano do ensino fundamental, as relações entre percepção do clima para criatividade nas aulas de Matemática, o desempenho desses alunos em testes de habilidades escolares em Matemática e o desempenho em testes de habilidades criativas em Matemática e os objetivos específicos decorrentes desse objetivo geral já explicitados na Introdução.

Deste modo, buscou-se contribuir com a produção do conhecimento sobre o fenômeno da criatividade em Matemática no ambiente escolar, tanto no sentido de investigar as relações existentes entre variáveis importantes para consolidação de um mais amplo desenvolvimento matemático dos alunos, como por meio da elaboração e validação de instrumentos úteis para a avaliação de tais variáveis. A seguir abordaremos a metodologia utilizada na condução destes estudos.

3 MÉTODO

As investigações foram orientadas por um estudo empírico-analítico com o intuito de responder aos questionamentos motivadores dessa pesquisa. Para tanto, lançou-se mão de escalas e testes como instrumentos de coleta de dados e de análise estatísticas para o tratamento das informações coletadas. Realizou-se, assim, um estudo correlacional.

3.1 Participantes

Participaram da pesquisa 30 alunos de uma turma de 5º ano do ensino fundamental, matriculados em uma escola pública do Distrito Federal, sendo 19 meninas (63,3% do total de participantes) e 11 meninos (36,7% do total de participantes). Do total de alunos, 29 tinham 10 anos de idade e apenas 1 tinha 11 anos. Os alunos foram escolhidos pelo critério de conveniência, pois estavam matriculados na escola em que o pesquisador se encontra inserido como coordenador pedagógico há cerca de dez anos. Assim, a facilidade de acesso aos alunos, o interesse dos docentes em participar da pesquisa e a disponibilidade dos coordenadores, direção e professores da escola se tornou possível devido à inserção do pesquisador nessa comunidade escolar há um período considerável de tempo.

A escola na qual os alunos estavam matriculados é uma escola que atendia 307 alunos do 1º ao 5º ano do ensino fundamental, com uma clientela formada basicamente por alunos de classe média baixa. No momento em que os instrumentos foram aplicados, a escola tinha uma nota de 6,1 no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb) referente ao ano de 2013, portanto, acima da média nacional que era 5,2.

3.2 Instrumentos

Três instrumentos foram validados e utilizados no estudo: Escala de Clima para Criatividade nas Aulas de Matemática, Teste de Desempenho Escolar em Matemática e Teste de Desempenho em Criatividade Matemática. A seguir algumas considerações sobre cada um dos instrumentos.

3.2.1 Escala de clima para criatividade nas aulas de Matemática

Os itens componentes da escala foram elaborados a partir das observações feitas durante as experiências profissionais dos pesquisadores e da consulta à literatura existente sobre clima de sala de aula (BRUNET, 1992; FERNANDES, 2008; RODRÍGUEZ GARRÁN, 2004; SCHMIDT; ĈAGRAN, 2006), sobre Clima para criatividade em sala de aula (ALENCAR, 2007; AMABILE et al., 1996; FLEITH, 2010) e sobre clima nas aulas de Matemática

(HALADYNA; SHAUGHNESSY; SHAUGHNESSY, 1983 e MESSIAS; MONTEIRO, 2009). A consulta à literatura abarcou, ainda, estudos sobre criatividade (ALENCAR; FLEITH, 2003a, 2003b; AMABILE, 1983; CSIKSZENTMIHALYI, 1996; LUBART, 2007; SIMONTON, 1988; STERNBERT, 1991) e sobre criatividade em Matemática (GONTIJO, 2007; HADAMARD, 2009/1963; HASHIMOTO, 1997; HAYLOCK, 1987, 1997; KRUTETSKII, 1976; POINCARÉ, 1908). Alguns itens originários da Escala sobre o Clima para Criatividade em Sala de Aula (FLEITH, 2010) foram adaptados e passaram a compor a escala por nós validada.

A escala busca avaliar a percepção de alunos do 5º ano do Ensino Fundamental quanto ao clima para criatividade nas aulas de Matemática, focando-se, por tanto, nos fatores que podem influenciar o desenvolvimento do potencial criativo dos sujeitos respondentes ao instrumento. Lubart enfatiza que “o ambiente avalia a criatividade através de julgamento social.” (2007, p. 18). Pasquali (2010) lembra que “avaliar parece ser uma fatalidade do ser humano com relação ao seu meio ambiente, incluindo ali, o meio físico bem como o social” (p. 11). Sendo assim, em meio à constante necessidade humana de avaliar os fatos ocorridos ao seu redor e considerando-se a importância dos julgamentos sociais na constituição das percepções individuais, essa escala se fundamenta como uma ferramenta útil na constatação da percepção do aluno quanto ao meio institucionalizado em que se desenvolve seu potencial criativo.

Nesse sentido, foram elaborados inicialmente 53 itens buscando refletir os aspectos citados na literatura consultada, estruturados em uma escala *Likert* de 4 pontos variando do valor 1, correspondente à opção nunca, ao valor 4, relacionado à opção sempre. A linguagem dos itens foi construída por meio de frases afirmativas para garantir a compreensão dos respondentes buscando, ainda, manter uma redação padronizada de modo a facilitar a leitura das frases e enfatizar o fato de que os participantes devem avaliar o que ocorre somente nas aulas de Matemática. Ainda, no intuito de auxiliar o entendimento dos participantes, adequando o instrumento à sua faixa etária, buscou-se, por meio de recursos gráficos, representar os valores atribuídos na escala. Assim, os recursos gráficos representam a gradação que se estende de uma figura de uma casca de sorvete vazia referente ao valor “NUNCA”, uma bola de sorvete referente ao valor “POUCAS VEZES”, duas bolas de sorvete referente ao valor “MUITAS VEZES”, até três bolas de sorvete referente ao valor “SEMPRE”, como se pode observar na figura a seguir:

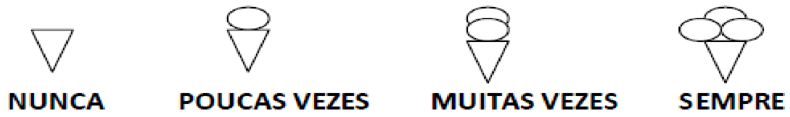


Figura 8 – Recurso gráfico da Escala de clima para criatividade nas aulas de Matemática

A validação desse instrumento foi realizada em três momentos distintos, necessários para que a escala pudesse realmente mensurar aquilo que se propõe de forma eficaz, adequada e confiável. Para tanto, foram consultados inicialmente um grupo de especialistas, depois um grupo de estudantes e por fim, utilizou-se de ferramentas estatísticas. Apresentamos, a seguir, um breve detalhamento desse processo:

a) A análise inicial foi realizada por uma banca de três especialistas, composta por uma pesquisadora de destaque no campo da criatividade, por uma pesquisadora do campo da educação matemática e por uma pedagoga especializada em psicopedagogia atuando em escolas públicas. De tal forma, buscou-se compor uma banca representada por especialistas que poderiam contribuir com experiências na área da criatividade, na área da Educação Matemática e no cotidiano da sala de aula. O papel desses especialistas se constituiu em julgar os itens quanto ao seu propósito de mensuração da percepção dos alunos em relação ao clima para criatividade nas aulas de Matemática, ou seja, responderam ao questionamento: os itens são capazes de mensurar essa percepção? Os itens que foram considerados adequados (ainda que tenham sido sugeridas alterações) por pelo menos 60% dos especialistas passaram a compor a versão que seria subsequentemente submetida a uma análise semântica. Após essa análise, foram sugeridas alterações de termos e sugestões de novos itens, ficando a versão para análise semântica composta por 55 itens no total.

b) Após a consulta aos especialistas, procedeu-se à análise semântica, momento em que cinco colaboradores, alunos do 5º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública, forneceram elementos para a avaliação da adequação vocabular dos itens à faixa etária correspondente. Segundo Pasquali (1999), os itens devem ser formulados com uma linguagem apropriada (critério de clareza) de modo que sejam compreendidos por todos os membros da população (critério de credibilidade). Nessa etapa de análise, os alunos demonstraram compreensão vocabular e nenhuma alteração foi realizada.

c) Após a validação semântica, o instrumento foi aplicado a uma amostra de 324 estudantes do 5º ano do ensino fundamental seguindo a recomendação de Gorsuch (1983) que indica a aplicação em uma amostra que represente uma proporção de 5 alunos para cada item constante na escala ou por um total de pelo menos 200 sujeitos. Desses alunos, 200 estavam matriculados em escolas públicas e 124 em escolas particulares, 168 (51,9%) eram do gênero feminino, 155 (47,8%) eram do gênero masculino e 1 (0,3%) aluno não declarou o gênero. A faixa etária na qual estavam inseridos era de 9 a 16 anos, sendo que a maioria (50,6%) tinha 10 anos. A confiabilidade do instrumento se constituiu mediante análise fatorial, momento no qual verificou-se sua estrutura interna e foi realizada a extração de fatores. Por meio do pacote estatístico SPSS versão 20.0, realizou-se uma análise exploratória dos dados coletados na aplicação da versão preliminar da escala, procedendo-se, posteriormente, à análise estatística desses dados.

Com a análise exploratória dos componentes principais, buscou-se descrever e explorar as características principais dos resultados encontrados e investigou-se a presença, nos dados levantados, de pressupostos estatísticos que demonstrassem a possibilidade de fatorabilidade do instrumento. Em seguida, analisou-se os fatores constituintes da escala e a consistência interna, momento no qual se verificou a fidedignidade de cada um desses fatores por meio do Alfa de Cronbach. O alfa de Cronbach mede a consistência interna de um instrumento ou partes de um instrumento por meio de uma escala que varia de 0 à 1, sendo que, enquanto mais próximo do 1, mais fidedigno, ou seja, confiável é o fator para medir aquilo que pretende medir. Pasquali (1997) lembra que a "fidedignidade ou precisão de um teste diz respeito à característica que ele deve possuir, a de medir sem erros" (p.127). Maroco e Garcia-Marques (2006), citando Nunnally (1978), lembram que, de um modo geral, um instrumento ou teste é classificado como tendo confiabilidade apropriada quando o α é pelo menos 0,70. No entanto, em alguns casos é aceitável um α de pelo menos 0,60, desde que "os resultados obtidos com esse instrumento sejam interpretados com precaução e tenham em conta o contexto de computação do índice" (DEVELLIS, 1991 citado em MAROCO, GARCIA-MARQUES, 2006, p. 73). Desse modo, um dos critérios para a manutenção de itens e para a definição da quantidade de fatores constituintes da escala apresentada no presente trabalho diz respeito ao valor do alfa de Cronbach definidor da consistência interna desses fatores.

Ao ser realizada a extração dos componentes principais observou-se a fatorabilidade da matriz, ou seja, a possibilidade de existência de fatores. Foram apontados índices favoráveis indicativos da fatorabilidade da matriz, dentre os quais, destacamos índice de adequação da amostra KMO DE 0,801, indicando matriz fatorável e ótima adequação do tamanho da amostra tendo em vista que a literatura evidencia que valores acima de 0,80 são considerados ótimos.

Lançando-se mão da Análise dos Componentes Principais, estimou-se o número inicial de 19 fatores tendo como referência o critério de Kaiser onde o *eingenvalue* de cada fator deve ser igual ou superior a 1. Levando em conta o número grande de fatores extraídos por meio desse critério, passou-se a analisar a variância explicada pelo fator devendo ser de no mínimo 3%, o que sugeriu a extração de 6 fatores. A inspeção do gráfico *Scree Plot* também sugeriu a existência de 6 fatores. No entanto, o sexto fator foi eliminado por possuir índice de confiabilidade baixo (alfa de Cronbach) e conter apenas 3 itens que não apresentaram carga fatorial superior à 0,30 nos outros fatores.

Três itens pertencentes aos outros cinco fatores foram eliminados por não apresentarem um sentido teórico que justificasse a presença daquele item no fator ao qual foi alocado. Dessa maneira, após as análises realizadas, a matriz deu origem à escala composta por 45 itens dispostos em cinco fatores que explicam 33,07% de variância total. A escala denominada Escala de Clima para Criatividade em Matemática ficou assim constituída: Compondo o Fator 1, são 11 itens que dizem respeito à relação do aluno com a Matemática desenvolvida em sala de aula, onde ele pode expressar a percepção sobre essa área do conhecimento, demonstrando o nível de prazer e de desempenho nessa disciplina, assim como avaliar o seu nível de criatividade em Matemática. O Fator 1 foi denominado de Relação do Aluno com a Matemática, apresentando índice alfa de Cronbach de 0,862.

Tabela 1 – Carga Fatorial dos Itens do Fator 1: Relação do Aluno com a Matemática

ITENS	Carga Fatorial
As aulas de Matemática estão entre minhas aulas preferidas.	0,842
Eu gosto das aulas de Matemática.	0,776
Eu acho fácil aprender Matemática.	0,756
Eu me acho bom em Matemática.	0,746
Eu acho divertidas as atividades que faço nas aulas de Matemática.	0,669
Nas aulas de Matemática eu aprendo coisas que realmente gosto.	0,608
Meus colegas me acham bom em Matemática.	0,603
Eu sinto orgulho de meu desempenho nas aulas de Matemática.	0,540
Nas aulas de Matemática eu tenho muitas ideias.	0,395
Eu me acho criativo nas aulas de Matemática.	0,390
Nas aulas de Matemática eu gosto de terminar as atividades que começo a fazer.	0,331

Nota: Alfa de Cronbach= 0,862. Variância Explicada= 14,218%

O Fator 2 é composto por 16 itens e foi intitulado de Organização Pedagógica e Criatividade Matemática. Apresentou alfa de Cronbach de 0,762 e diz respeito à percepção do aluno quanto à forma como a professora organiza, planeja e desenvolve suas aulas de Matemática e como ela insere o desenvolvimento da criatividade matemática do aluno nessa organização pedagógica. Messias e Monteiro (2009) afirmam que as metodologias de ensino-aprendizagem utilizadas pelos professores em sala de aula poderão contribuir para a qualidade do clima de sala de aula. Wechsler e Nakano salientam que "o clima de sala de aula é influenciado pelo docente que estimula e interage com o aluno, provocando o pensamento divergente." (2011, p. 20). O fator aborda, assim, itens que buscam avaliar a disponibilidade de materiais e de espaços físicos no desenvolvimento das aulas e a variabilidade de ações pedagógicas que podem estimular a elaboração de estratégias criativas de resolução de problemas matemáticos.

Tabela 2 - Carga Fatorial dos Itens do Fator 2: Organização Pedagógica

ITENS	Carga Fatorial
Nas aulas de Matemática, eu posso expressar minhas ideias utilizando desenhos com formas geométricas.	0,608
Nas aulas de Matemática a professora utiliza acontecimentos do dia a dia para ensinar os conteúdos.	0,592
Nas aulas de Matemática utilizo vários materiais, além do livro e do quadro, para aprender os conteúdos que a professora ensina.	0,548
Nas aulas de Matemática eu tento fazer as tarefas de maneiras diferentes.	0,543
As aulas de Matemática acontecem em vários lugares da escola (biblioteca, quadra de esportes, horta, pátio, etc.).	0,527
Nas aulas de Matemática eu uso minha imaginação.	0,499
A professora propõe atividades com dobradura, recorte, colagem nas aulas de Matemática.	0,487
Nas aulas de Matemática, a professora me pede para pensar em muitas ideias diferentes para resolver o mesmo problema.	0,479
Nas aulas de Matemática sou incentivado a inventar problemas.	0,475
A professora pede para utilizarmos em outras disciplinas os assuntos que estamos aprendendo nas aulas de Matemática.	0,456
A professora faz jogos e brincadeiras nas aulas de Matemática.	0,420

Continuação Tabela 2

Nas aulas de Matemática eu posso expressar minhas ideias utilizando desenhos e palavras no lugar de números.	0,416
Nas aulas de matemática sou incentivado a fazer contas de cabeça para realizar as tarefas.	0,413
Nas aulas de Matemática a professora me pede para mostrar minhas respostas para os outros alunos.	0,390
Nas aulas de matemática sou convidado a explicar a solução dos exercícios para meus colegas.	0,324
Utilizo o que aprendo nas aulas de Matemática para fazer as tarefas do dia a dia que não sejam tarefas da escola (exemplos: ir à padaria, pegar um ônibus).	0,314

Nota: Alfa de Cronbach = 0,743. Variância Explicada= 6,755%

O fator 3 foi nomeado de Relação dos Colegas com a Matemática, abarcando 7 itens que dizem respeito à percepção do aluno quanto à imagem que os colegas passam, durante os momentos de interação, em relação à Matemática e ao nível de criatividade desenvolvido nessa disciplina. Assim, os itens buscam avaliar a percepção do aluno em relação àquilo que seus colegas pensam quanto ao gosto pela disciplina e o modo como avaliam seus níveis de criatividade. O índice alfa de Cronbach foi de 0, 731.

Tabela 3 - Carga Fatorial dos Itens do Fator 3: Relação dos Colegas com a Matemática

ITENS	Carga Fatorial
Meus colegas gostam das aulas de Matemática.	0,774
Meus colegas acham as aulas de matemática divertidas.	0,726
Meus colegas se interessam pelos conteúdos que a professora ensina nas aulas de Matemática.	0,662
Meus colegas acham Matemática fácil de aprender.	0,636
Meus colegas preferem as aulas de matemática às outras aulas.	0,586
Meus colegas são criativos nas aulas de Matemática.	0,419
Meus colegas se mostram curiosos nas aulas de Matemática.	0,390

Nota: Alfa de Cronbach = 0,731. Variância Explicada= 4,817%

O fator 4 ficou constituído por 7 itens relacionados ao nível de apoio que a professora dispensa à produção e comunicação de ideias pelo aluno. O fator ficou denominado de Apoio da Professora à Produção e Comunicação de Ideias. Neste fator, aborda-se a avaliação do aluno quanto à percepção que possui sobre o modo como a professora desempenha seu papel de estimuladora de produção e comunicação de ideias durante as aulas de matemática, ação docente que pode estimular o desenvolvimento do potencial criativo dos alunos, na medida em que esses encontram espaço para aprimorar quantitativa e qualitativamente a elaboração de ideias. O índice alfa de Cronbach foi de 0,664.

Tabela 4 - Carga Fatorial dos Itens do Fator 4: Apoio da Professora à Produção e Comunicação de Ideias pelo aluno

ITENS	Carga Fatorial
Nas aulas de Matemática a professora se importa com o que eu falo.	0,766
Nas aulas de Matemática a professora permite que eu faça perguntas quando tenho dúvidas.	0,704
Nas aulas de Matemática a professora dá atenção às minhas ideias.	0,636
Nas aulas de Matemática a professora me dá tempo suficiente para pensar sobre um problema que eu tenha que responder.	0,487
Nas aulas de matemática minhas ideias são aceitas.	0,330
Nas aulas de Matemática a professora me incentiva a tentar resolver um problema quando eu não sei a resposta.	0,306
A professora nos surpreende com aulas de Matemática interessantes.	0,303

Nota: Alfa de Cronbach=0,664. Variância Explicada= 4,045%

O último fator, intitulado de Interações dos Alunos na Busca de Estratégias Matemáticas, é constituído por 4 itens que buscam avaliar a forma em que se dão as interações entre os alunos na sala de aula durante a resolução das atividades matemáticas. Schoenfeld (2013) evidencia que os ambientes de aprendizado são altamente interativos. Wigfield, Eccles & Rodriguez, (1998), citando Webb & Palincsar (1996), lembram que a aprendizagem em sala de aula não se dá de forma isolada, mas sim por meio das oportunidades e interações sociais em torno da aprendizagem. Neumann (2007) afirma que os ambientes interativos são eficazes para fomentar a criatividade, pois as ideias criativas são também resultantes das interações com os outros. Dessa forma, este fator se ocupa de mensurar o quanto as interações entre os alunos são favoráveis à criação e comunicação de estratégias matemáticas, uma vez que, dentre outros fatores, as ações conjuntas dos alunos podem favorecer o surgimento de estratégias criativas. O índice alfa de Cronbach foi de 0,507. Mesmo o fator apresentando alfa de Cronbach abaixo de 0.60, decidimos mantê-lo, pois este fator apresenta um aspecto bastante lembrado na literatura sobre criatividade em Matemática e sobre Educação Matemática (SCHOENFELD, 2013; VALDÉS, 2010; NADJAFIKHAHA; YAFTIAN; BAKHSHALIZADEH, 2012; NEUMANN, 2007; SIRIRAMAN, 2004). No entanto, novas pesquisas com amostradas maiores e mais diversificadas e com a inclusão de novos itens devem ser realizadas posteriormente para atestar a importância desse fator para avaliar o clima de sala de aula para criatividade em Matemática.

Tabela 5 - Carga Fatorial dos Itens do Fator 5: Interações dos Alunos na Busca de Estratégias Matemáticas

ITENS	Carga Fatorial
Quando não tenho nenhuma ideia de como começar a resolver um problema de Matemática procuro meus colegas para me ajudar.	0,623
Meus colegas gostam de conferir seus resultados das atividades de Matemática com os meus.	0,528
Meus colegas gostam de fazer atividades de Matemática comigo.	0,528
Meus colegas me procuram para eu ajudá-los nas atividades de Matemática.	0,469

Nota: Alfa de Cronbach=0,507. Variância Explicada= 3,233%

A versão completa da Escala de Clima para Criatividade em Matemática pode ser aplicada aos alunos matriculados no 5º ano do ensino fundamental de escolas públicas e particulares, faixa de ensino no qual estavam matriculados os alunos componentes da amostra de validação do instrumento.

A escala, em sua versão integral, tem potencial para servir de instrumento de mensuração das percepções que o aluno faz sobre o modo como a criatividade é tratada nas aulas de matemática, servindo de meio para que o professor possa avaliar sua ação pedagógica em busca de favorecer o potencial criativo de seus alunos.

3.2.2 Teste de Desempenho Escolar em Matemática

A elaboração e validação desse teste, denominado “O que eu já sei de Matemática”, foi útil para mensurar de forma válida e fidedigna o nível de desenvolvimento de alunos do 5º ano do Ensino Fundamental nessa área do conhecimento. O teste é composto por oito itens que visam identificar o nível de desenvolvimento dos alunos quanto aos conhecimentos referentes aos conteúdos prescritos nas Diretrizes para o Ensino Fundamental do Currículo em Movimento, da Secretaria de Educação do Distrito Federal, alusivo aos conteúdos de Matemática ensinados aos alunos do quinto ano, portanto, etapa em curso pelos alunos respondentes. Esse documento concebe a educação Matemática considerando que:

> Nesse sentido, o trabalho com a Matemática na escola deve ter como ponto de partida a exploração de situações da vida cotidiana para que os estudantes possam compreender e explicar os fenômenos socioambientais que os cercam para, então, experimentar a sistematização dos conhecimentos envolvidos nessas situações por meio da linguagem própria da Matemática, que embasam e dão sentido ao processo de ensino e de aprendizagem da Matemática na educação básica. (DISTRITO FEDRAL, 2013, p. 46).

A elaboração dos itens embasou-se, também, nas Matrizes de Referência do Sistema Nacional da Avaliação da Educação Básica (Saeb) referentes aos conteúdos de Matemática da Prova Brasil do 5º ano do ensino fundamental. Os itens desse instrumento de avaliação do sistema de ensino são elaborados levando-se em conta a “associação entre os conteúdos e as competências utilizadas no processo de construção do conhecimento.” (BRASIL, 2008, p.17). Considera-se, também, a transformação dessas competências adquiridas em habilidades (BRASIL, 2008, p.18). As avaliações do Saeb e da Prova Brasil estão estruturadas sob o foco das resoluções de problemas, propondo situações desafiadoras que promovam o desenvolvimento de estratégias de resolução pelos alunos.

Objetivando a construção de itens fidedignos e válidos, a consulta ao Guia de Elaboração e Revisão de itens do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) também subsidiou a elaboração dos itens componentes do Teste de Desempenho escolar. Garantiu-se, de tal forma, itens “com comprovada qualidade técnico-pedagógica e psicométrica.” (Brasil, 2010, p. 5). O Inep é o órgão oficial responsável pela elaboração e aplicação de avaliações nacionais em larga escala como a Prova Brasil.

Nesse sentido, as questões do teste foram construídas tendo em vista os conceitos e conteúdos propostos pela Secretaria de Educação do Distrito Federal para o 5º ano do ensino fundamental, a resolução de problemas do tipo respostas fechadas com resolução descritiva e as recomendações contidas nas Matrizes de Referência do Saeb.

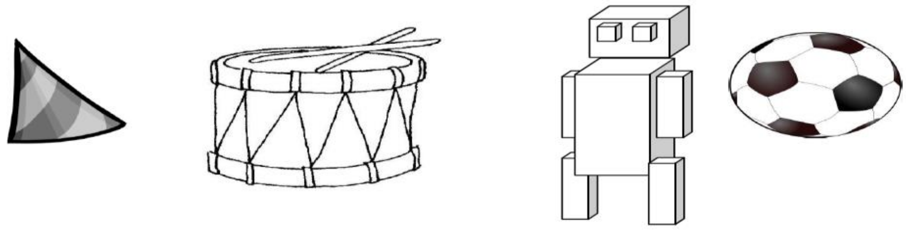
As questões componentes do teste focalizaram a resolução de situações problema como forma de avaliar o desempenho dos alunos nessa área do conhecimento considerando-se a organização dos conteúdos de Matemática nos blocos Números e Operações; Grandezas e Medidas, Espaço e Forma e Tratamento da Informação, proposta pelos Parâmetros Curriculares Nacionais. Foram elaborados itens abarcando cada um desses blocos os quais foram submetidos à análise de professores atuantes no 5º ano do ensino fundamental para que escolhessem itens que melhor representem esses blocos de conteúdos.

As Matrizes de Referência, Temas, Tópicos e Descritores da Prova Brasil apresentam 28 descritores indicativos das habilidades que devem ser desenvolvidas no 5º ano do ensino fundamental, sendo que, pela complexidade de ter que abordar todos em um teste a ser aplicado em alunos dessa fase de ensino, foram elaborados 28 itens representativos desses descritores para serem submetidos ao julgamento de 6 juízes, professores atuantes no 5º ano do ensino fundamental, para que escolhessem as 8 questões componentes da versão final do teste.

O teste foi, dessa forma, submetido a dois processos de validação: escolha de itens pelos juízes e análise semântica realizada por alunos. No primeiro processo, os 28 itens foram submetidos aos seis juízes, que escolheram 8 itens constituintes da versão final do teste e julgaram a adequação desses itens quanto à abordagem dos conteúdos e dos descritores e quanto à adequação para o nível de ensino dos respondentes. Optou-se por uma banca de juízes formada por professores atuantes no 5 º ano do ensino fundamental para que os mesmos escolhessem itens adequados à faixa etária dos alunos. Para facilitar o trabalho dos juízes e atribuir maior qualidade à análise que realizaram, três dos juízes escolheram, por maioria simples, 2 itens em um conjunto de 5 itens relativos a Espaço e Forma, 2 itens em um conjunto de 7 itens relativos a Grandezas e Medidas e 1 item em um conjunto de 2 itens referentes ao bloco Tratamento da Informação. Os outros três juízes escolheram, por maioria simples, 3 itens em um conjunto de 14 itens referentes ao bloco Números e Operações. Com essa estruturação, garantiu-se a representabilidade proporcional de itens conforme a quantidade de descritores constituintes de cada um dos blocos de conteúdos. Desse modo, cada professor precisou analisar 14 itens, julgando ainda cada item escolhido quanto ao nível de dificuldade como fácil, médio ou difícil. Percebeu-se que os professores, em sua maioria, preferiram escolher questões que eles consideraram como fáceis. Houve preferência, também, por questões que abordaram sistema monetário e medida de tempo em detrimento de questões que abordavam medidas de comprimento, de capacidade e de massa. Ao longo dessa subseção serão exibidas as questões constituintes da versão final do teste com o julgamento realizado pelos professores e alunos sobre o nível de dificuldade de cada item.

QUESTÃO 1 (Espaço e Forma)

Depois que aprendeu na escola o que são sólidos geométricos, Ana Clara passou a observar seus brinquedos tentando identificar quais são poliedros, isto é, quais não possuem superfícies redondas. Pinte, da cor que quiser, os brinquedos de Ana Clara que **não** possuem superfícies redondas.



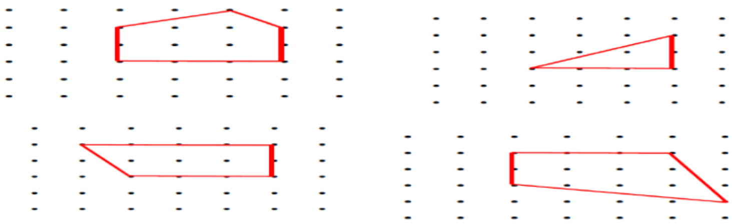
Nível de dificuldade:
Professores (X) FÁCIL ( ) MÉDIO ( ) DIFÍCIL
Alunos (X) FÁCIL ( ) MÉDIO ( ) DIFÍCIL

Figura 9 – Questão 1 do Teste de Desempenho Escolar em Matemática.

No segundo processo realizou-se a análise semântica e adequação do tempo destinado à aplicação do teste, sendo realizado por meio de estudo piloto com seis alunos matriculados no 5º ano do ensino fundamental, 3 meninos e 3 meninas, dos quais 3 eram de uma escola pública e 3 eram de uma escola particular. Os 8 itens escolhidos pela banca de professores foram lidos para os alunos e eles deveriam solucionar as situações problema e informar se o nível de dificuldade de cada item era fácil, médio ou difícil. Com a análise semântica, além da adequação do tempo a ser destinado para sua aplicação, pretendeu-se avaliar o equilíbrio do nível de dificuldade dos itens e realizar modificações de termos de modo a otimizar a compreensão dos alunos. Nenhuma questão foi considerada difícil e nas demais, a maioria dos respondentes declarou que os itens estavam fáceis. No entanto, mesmo considerando as questões desse modo, alguns alunos não apresentaram uma solução válida na análise semântica aparentando uma contradição entre a declaração de facilidade e aquilo que demonstraram ao solucionar as questões. Assim, houve variabilidade na frequência das respostas dadas nessa fase de validação do teste, apesar de professores e alunos assinalarem a maioria das questões como fáceis.

QUESTÃO 2 (Espaço e Forma)

Numa brincadeira de desenhar figuras ligando pontinhos, Samuel fez quatro imagens. Pinte a figura que representa um quadrilátero com um par de lados paralelos:



Nível de dificuldade:
Professores (X) FÁCIL ( ) MÉDIO ( ) DIFÍCIL
Alunos ( ) FÁCIL (X) MÉDIO ( ) DIFÍCIL

Figura 10 – Questão 2 do Teste de Desempenho Escolar em Matemática.

QUESTÃO 3 (Grandezas e Medidas)

Em uma família, decidiram que o tempo máximo que cada um pode usar o computador é de 25 minutos. Num determinado dia, um menino dessa família ligou o computador às 9h 45min. Até que horas ele poderá ficar com o computador ligado?

Nível de dificuldade:
Professores (X) FÁCIL ( ) MÉDIO ( ) DIFÍCIL
Alunos (X) FÁCIL ( ) MÉDIO ( ) DIFÍCIL

Figura 11 – Questão 3 do Teste de Desempenho Escolar em Matemática.

QUESTÃO 4 (Grandezas e medidas)
Um vendedor pediu seu filho para trocar as notas de dinheiro ilustradas abaixo por notas de 5 reais.

Por quantas notas de 5 reais o filho do vendedor deverá trocar esse dinheiro?

Nível de dificuldade:
Professores (X) FÁCIL ( ) MÉDIO ( ) DIFÍCIL
Alunos (X) FÁCIL ( ) MÉDIO ( ) DIFÍCIL

Figura 12 – Questão 4 do Teste de Desempenho Escolar em Matemática.

QUESTÃO 5 (Números e Operações)

O corpo de um adulto possui 206 ossos. Quantas centenas completas de ossos o corpo de um adulto possui?

Nível de dificuldade:
Professores (X) FÁCIL ( ) MÉDIO ( ) DIFÍCIL
Alunos (X) FÁCIL ( ) MÉDIO ( ) DIFÍCIL

Figura 13 - Questão 5 do Teste de Desempenho Escolar em Matemática.

QUESTÃO 6 (Números e Operações)

Um pacotinho de figurinhas da Copa do Mundo contém 5 figurinhas. Renata ganhou de seu pai 13 pacotinhos de figurinhas. Quantas figurinhas a menina ganhou do pai?

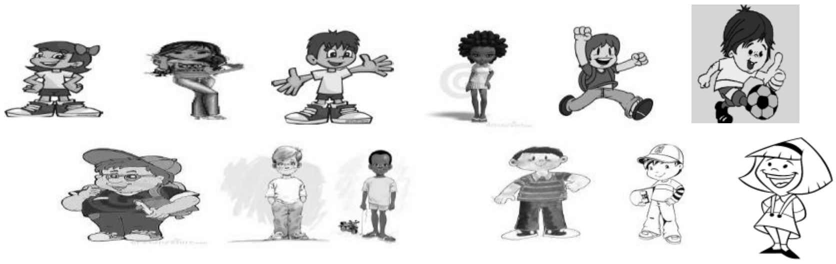
Nível de dificuldade:
Professores (X) FÁCIL ( ) MÉDIO ( ) DIFÍCIL
Alunos (X) FÁCIL ( ) MÉDIO ( ) DIFÍCIL

Figura 14 - Questão 6 do Teste de Desempenho Escolar em Matemática.

Houve a alteração da questão 7, pois a questão apresentava a figura de 9 crianças sendo pedido que pintassem 1/3 dessas crianças. Todos os alunos pintaram 3 crianças e, ao serem interrogados como chegaram àquela resposta, todos os alunos disseram que um terço representa 3 unidades. Em continuidade, ao serem perguntados quanto daria 1/3 se ao invés de 9 alunos fossem 12 alunos, os respondentes permaneceram avaliando que dariam 3 unidades. Assim, para ter certeza de que os respondentes do teste estariam utilizando o conhecimento sobre frações e não estivessem utilizando aleatoriamente os algarismos presentes na questão (tal como fizeram ao utilizar o algarismo 3 do denominador da fração 1/3), mudou-se a quantidade de crianças da figura de 9 para 12 crianças. A versão final ficou, então constituída por 8 itens a serem respondidos no tempo de 40 minutos. O escore do teste foi calculado pela soma dos escores individuais de cada item, sendo atribuído o valor 1 caso o aluno respondesse corretamente a questão e o valor 0 caso o respondente errasse o item. Da mesma forma, o escore de cada bloco de conteúdo (Números e Operações, Grandezas e Medidas, Espaço e Forma e Tratamento da Informação) foi calculado somando-se os escores individuais de cada item constituinte do bloco.

QUESTÃO 7 (Números e Operações)

Das crianças representadas na imagem abaixo, $\frac{1}{3}$ delas moram na mesma rua. Pinte a quantidade de crianças que representa $\frac{1}{3}$ do total delas?

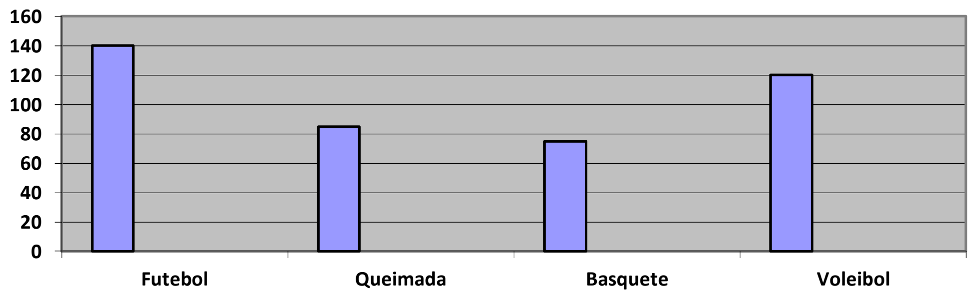


Nível de dificuldade:
Professores (X) FÁCIL ( ) MÉDIO ( ) DIFÍCIL
Alunos (X) FÁCIL ( ) MÉDIO ( ) DIFÍCIL

Figura 15 – Questão 7 do Teste de Desempenho Escolar em Matemática.

QUESTÃO 8 (Tratamento da Informação)

O gráfico abaixo mostra a preferência dos alunos de uma escola por modalidades de esportes.



Cada aluno poderia escolher somente uma modalidade. Qual foi o esporte preferido e quantos alunos o escolheram?

Nível de dificuldade:
Professores (X) FÁCIL ( ) MÉDIO ( ) DIFÍCIL
Alunos (X) FÁCIL ( ) MÉDIO ( ) DIFÍCIL

Figura 16 – Questão 8 do Teste de Desempenho Escolar em Matemática.

3.2.3 Teste de Desempenho em Criatividade Matemática

Este teste tem o propósito de mensurar o nível de desenvolvimento criativo de alunos do 5º ano do Ensino Fundamental em Matemática e foi elaborado utilizando-se uma seleção de itens já publicados em periódicos que abarcam as especificidades dos respondentes do teste. A seleção desses itens e a validação do instrumento seguiram fases rigorosamente desenvolvidas no intuito de garantir a validade e fidedignidade das informações colhidas na etapa da pesquisa em que se utilizou o teste. Dessa maneira, para a seleção dos itens foram seguidos critérios recolhidos na consulta à literatura referente a testes de medida de criatividade em matemática (HAYLOCK, 1997; BALKA, 1974; KATTOU et al., 2011).

A validação desse teste passou por um processo semelhante à validação do teste de Desempenho Escolar em Matemática anteriormente referido. De tal forma, foram três as etapas de validação:

a) Primeira etapa: procedeu-se à consulta à literatura sobre testes de criatividade em Matemática e compilação de itens adequados aos alunos do 5º ano do Ensino Fundamental, de onde foram escolhidas 12 questões.

b) Segunda etapa: os 12 itens foram submetidos à avaliação de cinco juízes, professores atuantes no 5º ano do ensino fundamental e que apresentavam conhecimento sobre a literatura relativa à Criatividade em Matemática, pois estavam matriculados como alunos de disciplina da pós-graduação sobre o tema. Os itens foram divididos nas três categorias de pensamento divergente abordadas por Haylock (1997): resolução de problemas, elaboração de problemas e redefinição de problemas, categorias que, segundo Gontijo (2006) representam "estratégias didático-metodológicas que possibilitam o desenvolvimento da criatividade matemática e ao mesmo tempo possibilitam avaliar essa criatividade" (p. 231). Cada categoria possuía 4 alternativas de questões para que os juízes escolhessem dentre elas: duas questões sobre resolução de problemas do tipo resposta aberta, uma questão referente à elaboração de problemas por meio de situações apresentadas ao aluno e duas referentes à redefinição de problemas em termos de seus atributos matemáticos. Os juízes preocuparam-se, ainda, com a adequação dos itens escolhidos quanto ao potencial de mensurar a criatividade em Matemática e quanto ao nível de ensino dos respondentes.

c) Terceira etapa: na terceira etapa, procedeu-se à coleta de dados por meio do estudo piloto realizado com 156 alunos do 5º ano do ensino fundamental de escolas públicas e particulares do Distrito Federal no Brasil, sendo 84 meninas e 72 meninos. Os alunos estavam compreendidos na faixa etária de 9 aos 13 anos estando a maioria (76,3%) com 10 anos de idade. O estudo piloto forneceu dados para a análise de confiabilidade do instrumento por meio da análise da consistência interna das respostas dadas no instrumento.

O teste aplicado no estudo piloto se propôs a avaliar o nível de criatividade dos respondentes analisando a fluência, flexibilidade e originalidade expressas nas respostas dos alunos. Tais categorias são definidas por Haylock (1997) como sendo a fluência referente à quantidade de respostas consideradas válidas atribuídas em cada item, a flexibilidade referente ao número de categorias distintas nas quais as respostas podem ser classificadas e a originalidade considerada em respostas incomuns em relação às respostas dos demais participantes. Mann (2005) lembra que vários "instrumentos desenvolvidos para identificar o potencial de criatividade matemática têm utilizado os conceitos de fluência, flexibilidade e originalidade em respostas dos alunos, como forma de quantificar essas respostas" (p. 10).

Neste sentido, atribuiu-se o valor 1 para cada resposta correta dada pelo aluno e, em cada item, o escore de fluência foi calculado somando-se o total de respostas consideradas válidas apresentadas sendo que a soma dos escores de fluência de todos os itens constituiu a Fluência Total de cada respondente. O escore de flexibilidade foi calculado, em cada item, pela soma do número de categorias às quais as respostas corretas dadas pelo aluno poderiam ser classificadas, sendo atribuído o valor 1 para cada uma dessas categorias. Por exemplo, se em um determinado item as respostas fossem classificadas em três categorias distintas, o escore de flexibilidade daquele item seria 3 pontos. O escore de Flexibilidade Total do aluno foi calculado pela soma das flexibilidades de cada item.

O escore de originalidade em cada item foi calculado pela raridade estatística das respostas dadas pelo aluno. Assim, seguindo recomendação de Leikin (2009), uma resposta foi considerada original caso fosse apresentada por no máximo 15% dos participantes. Para cada resposta considerada original foi atribuido 1 ponto sendo o escore de originalidade em cada item calculado pela soma de pontos de originalidade. O escore de Originalidade Total de cada aluno foi calculado pela soma dos escores de originalidade de todos os itens. Para calcular a Média de Criatividade Matemática de cada respondente, utilizou-se a fórmula $CM = \frac{FT+FXT+0T}{3}$ na qual,

CM= CRIATIVIDADE EM MATEMÁTICA

FT= FLUÊNCIA TOTAL

FxT= FLEXIBILIDADE TOTAL

OT= ORIGINALIDADE TOTAL

Sendo assim, levou-se em conta o fato de que fluência, flexibilidade e originalidade mostram-se aspectos determinates para a avaliação da criatividade em Matemática. Calculou-se também o escore em cada um dos tipos de atividades constituíntes do teste: Resolução de Problemas, Redefinição de Problemas e Elaboração de Problemas. Assim, o escore de cada um desses tipos de atividades foi dado utilizando-se a fórmula acima considerando-se os itens constituintes de cada um desses tipos de atividades separadamente. Por exemplo: caso um aluno obtivesse 3 pontos em fluência, 2 ponto de flexibilidade e 1 ponto de originalidade na Brincadeira 1, e obtivesse 5 pontos em fluência, 2 pontos em flexibilidade e 2 ponto em originalidade na Brincadeira 2, esse aluno teria 5 pontos em Resolução de Problemas, pois as duas atividades são do tipo Resolução de Problemas.

Brincadeira 1 – Resolução de Problemas

Observando os retângulos abaixo, desenhe retas horizontais, verticais e inclinadas dividindo esses retângulos em oito partes de tamanhos iguais. Os pedaços não precisam ter a mesma forma, mas precisam necessariamente ter o mesmo tamanho. Busque tantas formas diferentes quanto possíveis para dividir os retângulos.

Abaixo estão disponíveis alguns desses retângulos para que você possa dar o maior número de respostas possíveis.

Figura 17 – Item 1 do Teste de Desempenho em Criatividade Matemática.

Brincadeira 2 – 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 através da realização de uma mesma operação com dois números que aparecem debaixo dela. Preencha as células da pirâmide, mantendo no topo o número 35. Tente encontrar o máximo de soluções possíveis

Figura 18 – Item 2 do Teste de Desempenho em Criatividade Matemática.

Os dados coletados no estudo piloto foram submetidos à análise de consistência interna por meio do pacote estatístico SPSS versão 20.0. A versão final do teste, após análise da consistência interna, resultou em um instrumento com coeficiente alfa de 0,831, indicando um instrumento próprio para “medir sem erros” (PASQUALI, 1997, p. 127). Para cada questão de resolução e de redefinição de problemas foram dados 8 minutos e para o item de elaboração de problemas foram dados 10 minutos num total de 42 minutos para a resolução do teste. Percebe-se que chamamos cada item de brincadeira no intuito de criar um clima de descontração e permitir que o aluno se sentisse à vontade para responder ao instrumento.

Brincadeira 3 – Redefinição de Problemas

Abaixo temos um conjunto de pontos. O exercício agora consiste em desenhar triângulos diferentes unindo os pontos de modo que dentro de cada triângulo permaneça somente um ponto. Preocupe-se também em observar que os vértices dos triângulos precisam necessariamente estar sobre os pontos da malha. Busque desenhar o maior número de triângulos diferentes possíveis:

Figura 19 – Item 3 do Teste de Desempenho em Criatividade Matemática.

Brincadeira 4 – Redefinição de Problemas

Use os numerais abaixo para construir grupos de quatro numerais 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

Figura 20 – Item 4 do Teste de Desempenho em Criatividade Matemática.

Brincadeira 5 – Elaboração de Problemas

A imagem abaixo mostra a hora do recreio de uma escola. Observando essa imagem, 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: Google Imagens

Figura 21 – Item 5 do Teste de Desempenho em Criatividade Matemática.

3.3 Procedimentos

Ao iniciar o ano letivo a professora da turma escolhida foi contatada para explicações a respeito da realização da pesquisa e para pedido de autorização, após o qual foi entregue o termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Em seguida, os alunos foram convidados a participar da pesquisa e receberam o termo de Consentimento Livre e Esclarecido para que os pais se pronunciassem a respeito da participação dos filhos.

Após a conferência das autorizações, a professora foi contatada para agendamento da aplicação dos instrumentos. Primeiramente foi aplicada a Escala de Clima para Criatividade nas Aulas de Matemática, depois aplicou-se o Teste de Desempenho Escolar em Matemática e, por último, foi aplicado o Teste de Desempenho em Criatividade Matemática. Foi dado um intervalo de uma semana para a aplicação de cada instrumento de modo que a professora pudesse organizar sua agenda de atividades normais e para que as aplicações não se tornassem uma atividade cansativa para os alunos, o que poderia causar vieses que pudessem comprometer a coleta de dados.

3.4 Análise de dados

Após a aplicação dos instrumentos, os dados foram compilados e submetidos à análise estatística de modo a estudar as relações entre as variáveis utilizando-se o pacote estatístico *Statistical Package for Social Science* (SPSS) versão 20.0. Essa análise foi realizada por meio da Correlação de Pearson respondendo às questões de pesquisa.

4 RESULTADOS

Os dados coletados foram submetidos à análise estatísticas sendo averiguada, por meio da correlação de Pearson, a correlação existente entre as variáveis Clima para Criatividade nas aulas de Matemática, Desempenho em Criatividade Matemática e Desempenho em Matemática. Segundo Figueiredo Filho e Silva Júnior (2009), o coeficiente de correlação de Pearson (r) é uma medida de associação linear entre variáveis, entendendo o termo "associação" como as semelhanças guardadas entre duas variáveis na distribuição de seus escores e o termo "linear" pelo fato de que o aumento ou decremento de uma unidade da variável X gera o mesmo impacto na variável Y.

O coeficiente de correlação de Pearson apresenta valores compreendidos entre 1 e -1, sendo que o valor indica o grau de relação entre as variáveis e o sinal indica se essa relação se encontra em uma direção positiva ou negativa. Desse modo, quanto mais perto do 1, maior é a força de relação entre as variáveis e quanto mais próximo do zero, menor é o grau de dependência estatística linear entre as variáveis. De acordo com Callegari-Jacques (2003), o coeficiente de correlação pode ser avaliado qualitativamente da seguinte forma:

se $0{,}00 < p < 0{,}30$, existe fraca correlação linear;
se $0{,}30 \leq p < 0{,}60$, existe moderada correlação linear;
se $0{,}60 \leq p < 0{,}90$, existe forte correlação linear;
se $0{,}90 \leq p < 1{,}00$, existe correlação linear muito forte.

Outro dado importante obtido por meio da correlação de Pearson refere-se à significância estatística (valor p) que diz respeito ao grau de validade das inferências feitas para a população que os dados coletados permitem realizar a partir de determinada amostra. Assim:

> O p valor apresenta a probabilidade dos valores encontrados a partir de dados amostrais serem representativos dos parâmetros populacionais, dado que a hipótese nula é verdadeira. Quanto menor o seu valor, maior é a confiança do pesquisador em rejeitar a hipótese nula. No outro oposto, valores altos do p indicam que a hipótese nula não pode ser rejeitada. Em ciências sociais, é comum adotar três diferentes patamares para analisar o p valor: 0,1 (significativo no nível de 10%); 0,05 (significativo no nível de 5%) e 0,01 (significativo no nível de 1%). (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2009, p. 133).

Guiando-se por esses critérios, os resultados mais relevantes serão apresentados a seguir de modo a avaliar-se a relação existente entre as variáveis estudadas. Assim, primeiramente será analisada a correlação existente entre Clima para Criatividade em Matemática e os Desempenhos em Matemática e em Criatividade em Matemática, em seguida será analisada a relação existente entre Desempenho em Criatividade Matemática e Desempenho em Matemática.

4.1 Clima para criatividade em Matemática e os Desempenhos em Matemática e em Criatividade Matemática

Não foi observada correlação significativa entre as variáveis Clima para Criatividade em Matemática e Desempenho em Matemática ($r = 0,089$; $p < 0,639$). Também não observou-se correlação significativa entre Clima para Criatividade em Matemática e Desempenho em Criatividade Matemática, ($r = -0,221$; $p < 0,241$).

Tabela 6 – Correlações entre Clima para Criatividade em Matemática, Desempenho em Criatividade Matemática e Desempenho em Matemática

		CLIMA	CRIAT. MAT.	DESEMP. MAT.
CLIMA	Pearson Correlation	1	-,221	,089
	Sig. (2-tailed)		,241	,639
	N	30	30	30
CRIAT. MAT.	Pearson Correlation	-,221	1	,373*
	Sig. (2-tailed)	,241		,042
	N	30	30	30
DESEMP. MAT.	Pearson Correlation	,089	,373*	1
	Sig. (2-tailed)	,639	,042	
	N	30	30	30

*Correlação é significante ao nível de 0,05 (2-tailed).

Um resultado estatisticamente significante foi observado no que diz respeito à correlação entre clima para criatividade em Matemática e Originalidade demonstrada no teste de criatividade em Matemática. Houve correlação moderada e negativa entre essas variáveis ($r = – 0,456$; $p < 0,05$).

Tabela 7 – Correlações entre Clima para Criatividade em Matemática e Fluência, Flexibilidade e Originalidade.

		Fluência	Flexibilidade	Originalidade
CLIMA	Pearson Correlation	-,157	-,057	-,456*
	Sig. (2-tailed)	,406	,764	,011
	N	30	30	30

*Correlação é significante ao nível de 0,05 (2-tailed).

Ao analisar as correlações entre cada um dos fatores constituintes da Escala de Clima para Criatividade em Matemática e os tipos de atividades dos testes de Desempenho em Criatividade Matemática (Resolução, Redefinição, Elaboração) e Desempenho em Matemática (Espaço e Forma, Grandezas e Medidas, Números e Operações, Tratamento da Informação), observou-se correlação moderada positiva significativa apenas entre o fator 5 - Interações dos Alunos na Busca de Estratégias Matemáticas e as atividades do teste de desempenho escolar em Matemática relacionadas ao bloco Grandezas e Medidas ($r = 0,581$; $p < 0,01$).

Tabela 8 – Correlações entre fatores da Escala de Clima para Criatividade em Matemática e tipos de atividades dos testes de Desempenho em Criatividade Matemática e Desempenho em Matemática.

		FATOR1	FATOR2	FATOR3	FATO4	FATO5
TC-Resolução	Pearson Correlation	,158	,131	-,325	-,188	,053
	Sig. (2-tailed)	,404	,492	,079	,319	,780
	N	30	30	30	30	30
TC-Redefinição	Pearson Correlation	,065	-,038	-,163	-,184	-,004
	Sig. (2-tailed)	,733	,844	,390	,329	,982
	N	30	30	30	30	30
TC-Elaboração	Pearson Correlation	,143	-,134	-,175	-,075	,158
	Sig. (2-tailed)	,450	,479	,356	,692	,404
	N	30	30	30	30	30
TM-Espaço e Forma	Pearson Correlation	-,073	,175	-,038	,069	,172
	Sig. (2-tailed)	,700	,354	,843	,718	,363
TM-Grandezas e Medidas	Pearson Correlation	,043	,298	-,063	,047	,581**
	Sig. (2-tailed)	,823	,110	,741	,807	,001
	N	30	30	30	30	30
TM-Números e Operações	Pearson Correlation	,021	,020	-,330	,248	,032
	Sig. (2-tailed)	,912	,917	,075	,187	,868
	N	30	30	30	30	30

Continua

Continuação

Tabela 8 – Correlações entre fatores constituintes da Escala de Clima para Criatividade em Matemática e os tipos de atividades dos testes de Desempenho em Criatividade Matemática e Desempenho em Matemática.

		FATOR1	FATOR2	FATO3	FATO4	FATOR5
TM-Tratamento da Informação	Pearson Correlation	,114	,051	-,280	-,136	,033
	Sig. (2-tailed)	,549	,788	,133	,473	,863
	N	30	30	30	30	30

** Correlação é significante ao nível de 0,01 (2-tailed).

4.2 Desempenho em Matemática e desempenho em criatividade Matemática

Os resultados apontam correlação moderada positiva significativa ($r = 0,373$; $p < 0,05$) entre Desempenho em Criatividade Matemática e Desempenho em Matemática (ver Tabela 7). Ao observar as relações existentes entre os aspectos avaliados no Teste de Criatividade em Matemática (Fluência, Flexibilidade e Originalidade) e os tipos de atividades constituintes do Teste de Desempenho Escolar em Matemática (Números e operações, Espaço e Forma, Grandezas e Medidas, Tratamento da Informação), observou-se que apenas o bloco Grandezas e Medidas e o aspecto Fluência apresentaram correlação moderada positiva significativa ($r = 0,400$; $p < 0,05$).

Tabela 9 – Correlações entre aspectos avaliados no Teste de Criatividade em Matemática e os tipos de atividades constituintes do Teste de Desempenho Escolar em Matemática

		Fluência	Flexibilidade	Originalidade
Espaço e forma	Pearson Correlation	,146	,259	-,087
	Sig. (2-tailed)	,440	,166	,646
	N	30	30	30
Grandezas e Medidas	Pearson Correlation	,400*	,292	,000
	Sig. (2-tailed)	,029	,117	1,000
	N	30	30	30
Números e Operações	Pearson Correlation	,085	,055	,169
	Sig. (2-tailed)	,656	,772	,373
	N	30	30	30
Tratamento da Informação	Pearson Correlation	,229	,341	,347
	Sig. (2-tailed)	,223	,065	,061
	N	30	30	30

* Correlação é significante ao nível de 0,05 (2-tailed).

Por fim, ao analisar as correlações existentes entre os tipos de atividades constituintes do Teste de Desempenho em Criatividade Matemática (Resolução de Problemas, Redefinição de Problemas e Elaboração de Problemas) e os tipos de atividades constituintes do Teste de Desempenho Escolar em Matemática (Números e operações, Espaço e Forma, Grandezas e Medidas, Tratamento da Informação), observou-se correlação moderada positiva significativa ($r = 0,370$; $p < 0,05$) somente entre Elaboração de problemas e Grandezas e Medidas.

Tabela 10 – Correlações entre tipos de atividades do Teste de Desempenho em Criatividade Matemática e tipos de atividades do Teste de Desempenho Escolar em Matemática.

		Resolução	Redefinição	Elaboração
Espaço e forma	Pearson Correlation	,252	,098	,029
	Sig. (2-tailed)	,179	,607	,879
	N	30	30	30
Grandezas e Medidas	Pearson Correlation	,187	,241	,370*
	Sig. (2-tailed)	,323	,200	,044
	N	30	30	30
Números e Operações	Pearson Correlation	,173	,033	,030
	Sig. (2-tailed)	,362	,863	,874
	N	30	30	30
Tratamento da Informação	Pearson Correlation	,288	,136	,298
	Sig. (2-tailed)	,122	,473	,109
	N	30	30	30

* Correlação é significante ao nível de 0,05 (2-tailed).

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstraram que não há correlações entre Clima para Criatividade em Matemática e os Desempenhos em Matemática e em Criatividade Matemática. Percebeu-se correlação em sentidos opostos entre Clima para Criatividade em Matemática e Originalidade avaliada no teste de criatividade em Matemática. Tais resultados podem tanto indicar que a variável Clima para Criatividade em Matemática não apresenta relação com as duas formas de desempenho, como pode evidenciar que os instrumentos utilizados no presente estudo ainda precisam ser refinados. Assim, reconhecemos as limitações dos estudos primeiramente pelo fato de que a escala de Clima para Criatividade nas aulas de Matemática foi elaborada por meio da consulta à literatura sobre clima de sala de aula, sobre clima para criatividade em sala de aula, sobre clima nas aulas de matemática e sobre aspectos presentes na literatura sobre criatividade em Matemática, mas não foi adotado um modelo teórico específico para a elaboração dos itens constituintes da escala.

É preciso salientar que na literatura não foram encontrados modelos teóricos que expliquem a criatividade especificamente em Matemática e que abarquem fatores citados em estudos sobre criatividade nessa área do conhecimento não lembrados nos modelos sistêmicos de criatividade em geral (Teoria do Investimento em Criatividade de Sternberg, Modelo Componencial de Criatividade de Amabile, Perspectiva de Sistemas de Csikszentmihalyi e Perspectiva Historiométrica de Simonton) quando tais modelos são reportados ao ambiente escolar. Assim, por exemplo, aspectos relativos às interações do aluno com seus pares, momentos nos quais recebe o feedback sobre o ambiente criativo no qual convivem, e lembrados por estudiosos da criatividade em Matemática (NEUMANN, 2007; VALDÉS, 2010), não são evidenciados quando se recorre aos modelos sistêmicos para explicar a criatividade escolar. Tais modelos evidenciam o papel do professor no desenvolvimento e expressão da criatividade do aluno, mas não se reportam às influências dos colegas de sala de aula no processo de desenvolvimento do pensamento criativo desse indivíduo.

Assim, com o avanço dos estudos nessa área, com o surgimento de modelos explicativos da criatividade em Matemática e consequentemente com o aperfeiçoamento de instrumentos de medidas do clima de criatividade em Matemática pode-se confirmar ou refutar a não existência de correlação entre o clima para criatividade e as duas formas de desempenho em Matemática.

Outro fato relacionado às limitações do estudo se refere à necessidade de validação do teste de Criatividade em Matemática analisando sua correlação com um teste de criatividade em geral. A disponibilidade de maior quantidade de tempo para a realização de tal estudo pode aperfeiçoar o instrumento.

No que diz respeito à correlação positiva existente entre o fator 5 (Interações dos Alunos na Busca de Estratégias Matemáticas) constituinte da Escala de Clima para Criatividade em Matemática e as atividades do teste de Desempenho Escolar em Matemática relacionadas ao bloco Grandezas e Medidas, pode-se inferir que os alunos perceberam esse tipo de atividade realizada em sala de aula como o tipo de atividade em que ocorre maior interação entre eles e seus colegas, ou seja, esse tipo de atividade parece proporcionar momentos de aprendizagem em grupo, em contraste com os outros tipos de atividade que aparentemente são realizados de forma individual. A seguir veremos que esse bloco de conhecimentos presente no teste de Desempenho Escolar em Matemática também se relacionou positivamente com outros aspectos da criatividade em Matemática.

Os resultados apontaram correlação positiva entre Desempenho em Matemática e Desempenho em Criatividade Matemática. O que pode reafirmar a importância do desenvolvimento integral das habilidades matemáticas no espaço escolar. Mann (2005), apesar de utilizar instrumentos e metodologia distinta em sua pesquisa, encontrou relações positivas entre desempenho em Matemática e desempenho em Criatividade Matemática. Assim, por meio de regressão múltipla, o autor observou que, dentre diversas variáveis estudadas, conhecimento matemático foi o preditor mais significativo de desempenho criativo, explicando 23% da variância nos escores do teste de habilidade criativa em Matemática. O autor salienta, então, que os dados sugerem que existe uma relação entre as experiências matemáticas (conhecimentos e habilidades) e criatividade em matemática.

Em estudo com alunos do ensino médio dos EUA e da China, Harpen e Siriraman (2013) encontraram resultado parecido em que alunos que obtiveram bons desempenhos em testes de conhecimento matemático foram capazes de elaborar maior diversidade de problemas. Os autores sustentam, então, a alegação de que conhecimentos básicos e habilidades básicas em Matemática podem ser diretamente relacionados com criatividade matemática, "As performances superiores de estudantes de Jiaozhou no teste de teor de matemática e no teste da problematização matemática sugerem que pode haver alguma relação entre os dois." (HARPEN; SRIRAMAN, 2013, p. 217). Nesse mesmo sentido, há décadas atrás, Krutetskii (1976), analisou a estrutura das habilidades matemáticas chegando à compreensão que cada aluno tem uma potencial habilidade em algum campo do trabalho, no entanto, esse potencial não é igual em todos os campos e a instrução escolar pode alterar um perfil de habilidades.

Os resultados encontrados no presente estudo sugerem, então, que a escola pode ser um importante espaço de desenvolvimento tanto das habilidades básicas em Matemática quanto das habilidades criativas nessa área do conhecimento. Assim, é preciso uma organização curricular e metodológica na qual não se sobressaia um tipo ou outro de habilidade matemática. Deve-se levar em conta o fato de que "se os professores de matemática continuam a ensinar o que sabem e pedir aos alunos para memorizar e regurgitar, como se pode sempre esperar quaisquer avanços a serem feitos em matemática, engenharia, ciência, tecnologia ou negócio?" (HIRSH, 2010, p. 160). Desse modo, deve-se lembrar que "a base de conhecimento de um indivíduo é a fonte fundamental de seu pensamento criativo." (Westby, 2003, citado em MANN, 2005).

Outro aspecto a ser considerado nessa discussão diz respeito às significantes correlações existentes entre o bloco Grandezas e Medidas constituinte do Teste de Desempenho Escolar em Matemática e três variáveis de alguma forma relacionadas à criatividade em Matemática. Assim, o bloco Grandezas e Medidas apresentou correlação positiva e significativa com o fator 5 - Interações dos Alunos na Busca de Estratégias Matemáticas constituinte da Escala de Clima para Criatividade em Matemática, com Fluência, que é um dos aspectos avaliados no Teste de Desempenho em Criatividade Matemática e com Elaboração de Problemas, um dos tipos de atividades constituintes do Teste de Desempenho em Criatividade Matemática. Para realizar inferências que possam explicar o motivo de tantas correlações significativas envolvendo a mesma variável, apontamos a seguir a caracterização dos itens medidores do desempenho em Grandezas e Medidas.

Segundo as Matrizes de Referência - Tópicos e Descritores da Prova Brasil (BRASIL, 2008), os fundamentos e as competências relacionadas ao tema Grandezas e Medidas que são esperados de um aluno até o fim do 5º ano do ensino fundamental têm como base a compreensão de que podem ser convencionadas medidas ou de que podem ser utilizados sistemas convencionais para o cálculo de perímetros, áreas, valores monetários e trocas de moedas e cédulas. Os itens constituintes do Teste de Desempenho Escolar em Matemática (verificar Figuras 11 e 12) que dizem respeito ao tema Grandezas e Medidas são a Questão 3, representando o Descritor 9 da Prova Brasil (Estabelecer relações entre o horário de início e término e/ou intervalo da duração de um evento ou acontecimento) e a Questão 4, representando o Descritor 10 da Prova Brasil (Num problema, estabelecer trocas entre cédulas e moedas do sistema monetário brasileiro, em função de seus valores). Apesar de ambas as questões serem consideradas fáceis por alunos e professores, a maioria dos alunos (66,7%) erraram a Questão 3 ao passo que situação contrária foi observada na Questão 4 em que a maioria dos alunos

(66,7%) acertaram esse item, possivelmente pela familiaridade que possuem com o sistema monetário em seu cotidiano. Assim, os resultados demonstraram que os itens constituintes do bloco Grandezas e Medidas variaram quanto ao nível de dificuldade das questões.

Tabela 11 – Frequência de Respostas da Questão 3 do Teste de Desempenho Escolar em Matemática

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	,00	20	37,7	66,7	66,7
	1,00	10	18,9	33,3	100,0
	Total	30	56,6	100,0	
Missing	System	23	43,4		
Total		53	100,0		

Tabela 12 – Frequência de Respostas da Questão 4 do Teste de Desempenho Escolar em Matemática

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	,00	10	18,9	33,3	33,3
	1,00	20	37,7	66,7	100,0
	Total	30	56,6	100,0	
Missing	System	23	43,4		
Total		53	100,0		

Uma explicação possível para as correlações positivas entre Grandezas e Medidas e aspectos de criatividade em Matemática pode está no fato de que "no início da vida escolar, é válido afirmar que as crianças aprendem medir medindo." (BRASIL, 2014, p. 14). Essas correlações podem sugerir que os alunos perceberam que a realização desse tipo de atividade ocorre em uma dinâmica diferente da dinâmica utilizada, por exemplo, na aprendizagem de números e operações, que costuma ocorrer por meio do treino de algoritmos.

Nas aulas sobre Grandezas e Medidas, muitas vezes entendidas pelo aluno como aulas não pertencentes ao campo da Matemática, o aluno entra em contato com instrumentos de medida, com o sistema monetário e com contagem de tempo. A dinâmica dessas aulas, ainda que ocorra somente por meio do livro didático, passa por contextos diferentes daqueles em que o aluno está acostumado a vivenciar nas aulas de Matemática. Repentinamente, ele deixa de utilizar algoritmos e passa a entrar em contato com uma Matemática mais próxima de sua realidade, o que pode favorecer o desenvolvimento da criatividade matemática, tendo em vista o fato de que "os comprimentos, massas, capacidades, entre outras grandezas, são experimentadas, desde cedo, pelas crianças pequenas, sendo anunciadas a partir das características dos objetos, comparando-os." (BRASIL, 2014, p. 14).

Além disso, o caderno do PNAIC (BRASIL, 2014) salienta que o campo Grandezas e Medidas se mostra um eixo articulador dos outros temas matemáticos, como Espaço e Forma (que fornece "objetos e figuras" que podem ser medidos) e Números e Operações (que fornece elementos que expressam em valores numéricos os resultados das medições). Complementamos esse papel articulador do tema Grandezas e Medidas também em relação ao tema Tratamento da Informação, tendo em vista que as informações organizadas por meio de gráficos e tabelas representam, de alguma forma, dados a respeito de grandezas e medidas. A criança, em seu cotidiano, acaba tendo contato com diversas formas de medidas graficamente representadas ou tabuladas. Assim, esse documento salienta que:

> A relevância do estudo deste bloco de conteúdos é apontada pela sua presença nas práticas sociais, a articulação com outros temas estudados na Matemática e em outras áreas do conhecimento e na prática de diversas profissões. Na verdade, medir e contar são atividades feitas todos os dias por quase todas as pessoas, independente do grau de escolarização. (BRASIL, 2014, p. 18).

Esse documento completa o raciocínio afirmando que:

> O ato de medir está presente em diversas atividades do nosso cotidiano e, desde muito cedo, as crianças vivenciam situações em que é necessário medir. Ao dizer que um objeto é maior que outro, que um copo está cheio de suco, que faltam cinco dias para uma festa de aniversário ou que o cachorro de estimação pesa 6 quilos, a criança está estabelecendo relações entre as grandezas envolvidas e fazendo o uso de expressões que informam as suas medidas. Na interação com diversos objetos e rótulos de produtos, a criança, mesmo que ainda não saiba ler, também tem contato com informações relacionadas a medidas. (BRASIL, 2014, p. 18).

Nesse sentido, o caráter articulador do bloco Grandezas e Medidas pode representar um papel importante no que diz respeito ao desenvolvimento da criatividade matemática na medida em que o aluno pode integrar outros temas matemáticos em atividades relacionadas com medidas padronizadas e não padronizadas, com estabelecimento de relações entre unidades de medida de tempo e resolver problemas envolvendo sistema monetário, medida de perímetros e de áreas, apresentando formas diversas de encontrar soluções e cultivando o pensamento divergente. Assim, o tema Grandezas e Medidas, ao permitir a integração entre outros conteúdos da Matemática e de outras áreas do conhecimento, "fornece abertura para uma discussão ampliada com temas que são urgentes para nossa sociedade favorecendo mudanças de atitudes e procedimentos" (BRASIL, 2014, p. 20). Grandezas e medidas, então, se constituem como um importante aspecto matemático no qual o aluno pode perceber os problemas da vida real e buscar construir alternativas de soluções criativas para esses problemas enfrentados pela comunidade em que vive, “desenvolvendo características de autonomia que poderão refletir na sua atuação como cidadão” (BRASIL, 2014, p. 20).

Os resultados em relação ao bloco Grandezas e Medidas sugerem que esse parece ser um aspecto da Matemática importante para o desenvolvimento da criatividade, apresentando-se como importante atividade para a interação entre os alunos e relacionando-se positivamente com fluência e com elaboração de problemas. Nesse sentido, pesquisas com esse tipo de atividade matemática precisam ser realizadas no intuito de promover uma maior exploração das potencialidades das Grandezas e Medidas em fornecer elementos favoráveis ao desenvolvimento da criatividade em Matemática. Assim, pode-se elaborar e validar um instrumento com questões que abordem todos os descritores referentes ao tema Grandezas e Medidas, tendo em vista que, pela complexidade do estudo realizado nesta pesquisa, nosso teste não abarcou os7 descritores envolvidos neste tema.

Outros resultados que merecem ser discutidos dizem respeito à validação dos instrumentos utilizados neste estudo e que foram apontados como objetivos específicos da pesquisa realizada. Assim, a seguir serão apontadas as potencialidades e limitações demonstradas na validação e utilização dos instrumentos utilizados nesta pesquisa: Escala de Clima para Criatividade nas aulas de Matemática, Teste de Desempenho Escolar em Matemática e Teste de Desempenho em Criatividade Matemática.

A Escala de Clima para Criatividade nas aulas de Matemática apresenta-se como um instrumento no qual, por meio das percepções dos alunos sobre seu processo de aprendizagem, pode-se avaliar fatores que contribuem com o clima de sala de aula para criatividade matemática. Essa avaliação, que parte da perspectiva dos alunos envolvidos em sua atividade como aprendiz, pode servir como meio para que o professor perceba as potencialidades e as fragilidades envolvidas em um determinado ambiente matemático para o desenvolvimento da criatividade dos alunos. Assim, as pistas fornecidas pelos alunos ao responderem ao instrumento, podem servir de base para que o professor reformule suas práticas de ensino objetivando a aprendizagem dos alunos numa perspectiva da criatividade matemática.

Outra potencialidade que pode ser apontada a respeito da Escala diz respeito aos fatores que a constituem, uma vez que se pode compreender o clima nas aulas de Matemática propício à criatividade envolvido em múltiplos aspectos. Assim, a Escala serve como instrumento que amplia as possibilidades de metodologias de avaliação da criatividade nos espaços escolares.

Como limitações do instrumento, além das limitações sobre a não adoção de um modelo teórico específico para elaboração dos itens, pode-se citar o fato de que a escala apresentou baixo índice de confiabilidade no Fator 5 - Interações dos Alunos na Busca de Estratégias Matemáticas – indicando a necessidade de pesquisas abordando o tema, uma vez que o aspecto interação entre os alunos está expressivamente presente na literatura sobre educação matemática e sobre criatividade matemática.

Em relação aos testes, esses instrumentos somam-se aos outros já existentes de modo a contribuir com o arcabouço de recursos existentes para a pesquisa e desenvolvimento da Educação Matemática no país. Em países como Estados Unidos, Israel e China existem muitos instrumentos de avaliação da criatividade em Matemática. No entanto, o Brasil ainda é uma nação na qual os estudos e a validação de instrumentos relacionados à criatividade em Matemática ainda são incipientes. Sendo assim, o Teste de Criatividade em Matemática, elaborado em nosso estudo, apresenta-se como uma iniciativa pioneira, juntamente com poucas outras iniciativas (por exemplo, GONTIJO, 2007) para a contribuição em torno da pesquisa nacional relativa a essa área do conhecimento. Uma potencialidade do instrumento demonstrada neste estudo refere-se ao fato de que os itens utilizados possibilitaram a abertura para que os alunos pudessem solucionar os problemas com maior tranquilidade e sem preocupação com possíveis erros, uma vez que, ao saberem que as questões não apresentavam uma resposta única, os alunos passaram a apresentar estratégias de soluções mais livres, não permanecendo engessados na busca de algoritmos que lhes forneceriam uma solução esperada pelo professor.

Concordamos com Gontijo (2007) que apresenta como limitação desse tipo de teste o tipo de situações-problema utilizado, pois, "estão inscritas no contexto intramatemático, sem explorar elementos do cotidiano vivenciado pelos alunos" (p. 105). No entanto, o tipo de situação-problema empregado no teste serviu para atingir os objetivos apontados nesta pesquisa, uma vez que o estudo piloto do teste dependeu de um número mínimo de respondentes, que no caso da presente pesquisa foram 156 alunos, fato que tornaria impossível a elaboração de itens que abarcassem a vivência de todos os respondentes. Assim, os itens constituintes do teste precisaram ser elaborados por meio de uma linguagem compreensível à todos os participantes, por tanto, precisaram estar livres de vieses culturais, de gênero e regionalismos (GONTIJO, 2007) que pudessem dificultar a interpretação das situações-problema. Garantiu-se, desse modo, "a aplicação simultânea do instrumento a um grupo relativamente numeroso" (GONTIJO, 2007, p. 105).

Em relação ao Teste de Desempenho Escolar em Matemática, garantiu-se que os itens fossem escolhidos por professores atuantes no nível de ensino para o qual o instrumento foi elaborado, levando-se em conta as experiências desses profissionais no que diz respeito às especificidades e grau de conhecimento no qual geralmente os alunos do 5º ano do ensino fundamental se encontram. Em relação ao tipo de situação-problema constituinte do teste, garantiu-se a proporcionalidade entre a quantidade de descritores existentes em cada bloco do conhecimento (Espaço e Forma, Grandezas e Medidas, Números e Operações e Tratamento da Informação) e a quantidade de itens do teste representantes de cada um desses blocos. Isso fez com que os itens não repetissem o mesmo descritor e que todos os blocos tivessem itens que os representassem. Apesar de os itens serem de solução única, os problemas não apresentavam alternativas de soluções a serem escolhidas, deixando os alunos livres para empregar estratégias próprias para solucionar tais problemas. Uma limitação em relação ao teste também consiste no fato de que os problemas não representavam situações do cotidiano dos alunos.

Outra limitação do instrumento que poderia ser evidenciada se refere ao fato de que os professores participantes da banca de juízes escolheram itens que consideraram fáceis e a maioria dos participantes da análise semântica repetiram tal consideração, o que poderia atrapalhar a variabilidade de soluções dos alunos, uma vez que, ao responderem aos itens, a maioria dos alunos acertaria as questões. No entanto, embora os juízes e a maioria dos alunos consultados na análise semântica tenham considerado as questões como fáceis, os resultados apresentados pela amostra da pesquisa demonstraram variabilidade de soluções como pode-se observar na tabela de frequência de Médias do teste de Desempenho em Matemática a seguir:

Tabela 13 - Frequência de Médias do teste de Desempenho em Matemática

MÉDIA	Frequência	Percentual	Validade Percentual	Percentual Cumulativo
1,00	2	3,8	6,7	6,7
2,00	4	7,5	13,3	20,0
3,00	6	11,3	20,0	40,0
4,00	11	20,8	36,7	76,7
5,00	3	5,7	10,0	86,7
6,00	3	5,7	10,0	96,7
7,00	1	1,9	3,3	100,0
Total	30	56,6	100,0	

Para finalizar o trabalho, sugerimos como temas que se mostraram necessários de serem pesquisados futuramente:

- Pesquisas no sentido de construção de modelos teóricos específicos sobre criatividade em Matemática
- As influências das inter-relações entre os alunos e seus pares para o desenvolvimento da criatividade em matemática;
- A relação dos temas matemáticos (Espaço e Forma, Grandezas e Medidas, Números e Operações, Tratamento da Informação) com a criatividade em Matemática;
- Replicação de estudos utilizando a Escala de Clima para Criatividade nas aulas de Matemática e do Teste de Desempenho em Criatividade Matemática em variadas situações e espaços escolares diversos;
- As relações entre aprendizagem significativa e aprendizagem criativa em matemática de alunos das séries iniciais do ensino fundamental;
- Investigar os espaços de solução de problemas (expert, individual e coletivo) abordados por Leikin (2009) e como eles se relacionam na realidade brasileira;
- Pesquisas no sentido de elaboração de técnicas de desenvolvimento do potencial criativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, Eunice M. L. Soreano. Criatividade no contexto educacional: três décadas de pesquisa**. Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 23, n. especial, p. 45-49. 2007

ALENCAR, Eunice. M. L. Soreano. **Como desenvolver o potencial criador:** um guia para a liberação da criatividade em sala de aula. Petrópolis, RJ: Vozes, 1990.

ALENCAR, Eunice. M. L. Soreano; FLEITH, Denise de Souza. Contribuições recentes ao estudo da criatividade. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 1-8, jan./abril. 2003a.

ALENCAR, Eunice. M. L. Soreano; FLEITH, Denise de Souza. **Criatividade:** múltiplas perspectivas. 3ª ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2003b.

ALMOULOUD, Saddo Ag. **Fundamentos da didática da matemática.** Curitiba, PR: Ed. UFPR, 2007.

AMABILE, Teresa M. **Big C, Little C, Howard, and Me: approaches to understanding creativity**, 2012. Disponível em http://www.hbs.edu/faculty/Publication%20Files/12-085_eb9ecda0-ec0a-4a32-8747-884303f8b4dd.pdf

AMABILE, Teresa M. et al. Assessing the work environment for creativity**. The Academy of Management Journal**, New York, v. 39, n. 5, p. 1154-1184**,** out. 1996.

AMABILE, Teresa M. **The social psychological of creativity.** Nova York: Springer, 1983.

ARTIGUE, M. Épistémologie et didactique. **Recherches em Didactique des Mathématiques.** Grenoble: La Pensée Sauvage-Editions, v. 10, p. 241-286, 1990.

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, 1974.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. **Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa**: Grandezas e Medidas / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. – Brasília: MEC, SEB, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Guia de Elaboração e Revisão de Itens**. Brasília: Diretoria de Avaliação da Educação Básica, INEP, MEC, 2010. v. 1.

BRASIL. Ministério da Educação. **PDE: Plano de Desenvolvimento da Educação: Prova Brasil: ensino fundamental: matrizes de referências, tópicos e descritores.** Brasília: SEB, Inep, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: matemática (1ª a 4ª séries). Brasília, 1997.

BROUSSEAU, G. Les obstacles épistémologiques et les problémes em mathématiques. **Recherches en Didactique des Mathématiques.** Genoble: La Pensée Sauvage-Éditions, v. 4, p. 164-198, 1983.

BRUNET, Luc. Clima de trabalho e eficácia da escola. In: NÓVOA, Antonio (Org.). **As organizações escolares em análise**. Lisboa: Publicações D. Quixote/I.I.E, 1992. p. 121-139.

BURIASCO, Regina Luzia Corio. Sobre Avaliação em Matemática: uma reflexão. Educação em Revista, Belo Horizonte, n. 36, p. 255-263, dez, 2002.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Especialistas reclamam deficiência no ensino da Matemática desde a educação básica.** Agência Câmara Notícias. Disponível em:<http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/noticias/EDUCACAO-E-CULTURA/451655-ESPECIALISTAS-RECLAMAM-DE-DEFICIENCIA-NO-ENSINO-DA-MATEMATICA-DESDE-A-EDUCACAO-BASICA.html>. Acesso em: 27 de set. 2013.

CARNEIRO, Vera Clotilde Garcia. Educação Matemática no Brasil: uma meta-investigação**. Quadrante- Revista Teórica e de Investigação**, Lisboa, v. 9, n. 1, p. 117-140. 2000.

CARVALHO, Alexandre Tolentino. Apagar e corrigir. Cadernos limpos, cabeça confusa: contribuições à teoria das situações didáticas e criatividade nas aulas de matemática. **Perspectivas da Educação Matemática**, Campo Grande, v. 7, n. 13, p. 38-59, dez. 2014. Disponível em http://seer.ufms.br/index.php/pedmat/article/view/484

CHEVALLARD, Yves. **La transposition didactique**. Grenoble: La Penseé Sauvage-éditions, 1991.

CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly. **Creativity**. New York: HaperCollins. 1996

CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly. Society, culture, and person: a systems view of creativity. In: STERNBERG, Robert J. (Org.). **The nature of creativity**. Nova York: Cambridge University Press, 1988. p. 325-339.

CORREA, Jane; MACLEAN Morag. Era uma vez… um vilão chamado matemática: um estudo intercultural da dificuldade atribuída à matemática. **Psicologia: Reflexiva e Crítica**. Porto Alegre, v. 12, n. 1, 1999. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-79721999000100012

COSTA, Daniel dos Santos. **Autoavaliação em Matemática**: uma experiência com alunos das séries finais do Ensino fundamental. 2013. 101f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Distrito Federal. 2013.

CRUZ RAMIREZ, M. A Mathematical Problem–Formulating Strategy. **International Journal for Mathematics Teaching and Learning**, dez. 2006. Disponível em http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/ramirez.pdf

D’AMBROSIO, Ubiratan. **Etno Matemática** – elo entre as tradições e modernidade – 4ªed. 1. reimp. – Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011.

DANTE, L. R. **Criatividade e resolução de problemas na prática educativa matemática.** Tese (Livre Docência) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1988.

DE BONO, Edward. **Criatividade levada a sério: como gerar ideias produtivas através do pensamento lateral.** Tradução: Nivaldo Montingelli Jr. São Paulo: Pioneira, 1994.

DISTRITO FEDERAL. **Currículo em Movimento:** Educação Básica: Currículo em Movimento: versão para validação: caderno ciclos ensino fundamental, SEEDF, 2013.

Disponível em: <http://www.cre.se.df.gov.br/ascom/documentos/curric_mov/cad_curric/4ciclo_ensfund_revisado.pdf>. Acesso em: 08 de out. 2013.

ELLERTON, N. F. Children's made-up mathematics problems: A new perspective on talented mathematicians. **Educational Studies in Mathematics Education**, v. 17, p. 261-271, 1986.

FERNANDES, Luís Fernando de Pinho. **Clima de sala de aula e Relação Educativa: as representações dos alunos de 3º ciclo**. 2008. 116 f. Dissertação (Mestrado em Observação e Análise da Relação Educativa) - Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade do Algarve, Faro, 2008.

FIGUEIREDO FILHO, Dalson Britto; SILVA JÚNIOR, José Alexandre da. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, v. 18, n. 1, p. 115-146, 2009.

FLEITH, Denise de Souza. Avaliação do clima para criatividade em sala de aula. In: ALENCAR, Eunice M. L. Soreano; BRUNO-FARIA, Maria de Fátima; FLEITH, Denise de Souza (Orgs.). **Medidas de criatividade**: teoria e prática. Porto Alegre: Armed, 2010.

GARDNER, Howard. **Creating minds**. New York: BasicBooks, 1993.

GNEDENKO, B.V. Sobre la creatividad Matemática. In: Gnedenko B.V. **Formación de la Concepción del mundo en los estudiantes en el proceso de enseñanza de La Matemática**. Colección Biblioteca del Maestro, Moscol, 1982. p. 94-106.

GOMES, Claudia Roberta de Araújo; DA ROCHA FALCÃO, Jorge Tarcísio. Abordagem dialógica como quadro teórico de referência para descrever mudança nas perspectivas e nas práticas do professor de Matemática. **Zetetiké – FE/Unicamp**, Campinas, v. 20, n. 38, p. 55-69, jul/dez. 2012.

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. Estratégias para o desenvolvimento da criatividade em matemática. **Linhas Críticas**, Brasília, v. 12, n. 23, p. 229-244, jul./dez. 2006.

GORSUCH, R. L. Factor analysis (2ª ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. 1983.

GOSWAMI, Amit. **Criatividade para o século 21**: uma visão quântica para a expansão do potencial criativo. Tradução: Saulo Krieger. São Paulo: ALEPH, 2012.

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

HALADYNA, Tom; SHAUGHNESSY, Joan; SHAUGHNESSY, J. Michael. **A** causal analysis of attitude toward mathematics. **Journal for Research in Mathematics Education**, Washington, v. 14, n. 1, p. 19-29. 1983.

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. **Educ Stud Math**, v. 82, p. 201–221, 2013.

HASHIMOTO, Yoshihiko. The Methods of fostering creativity mathematical through problem solving. **International Journal on Mathematics Education - ZDM**, v. 29, n. 3, p. 86-87, jun. 1997.

HAYLOCK, Derek. A framework for assessing mathematical creativity in schoolchildren. **Educational Studies in Mathematics** v. 18, p. 59-74, fev. 1987.

HAYLOCK, Derek. Recognising mathematical creativity in schoolchildren**. International Journal on Mathematics Education-ZDM**, v. 29, n. 3, p. 68-74, jun. 1997.

HIRSH, Rae Ann. Creativity: cultural capital in the mathematics classroom. **Creative Education,** v. 1, n. 3, p. 154-161, 2010.

INEP. **Programa internacional de avaliação de alunos (Pisa):** resultados nacionais – Pisa-2009. MEC/INEP/DAEB. 2013a.

INEP. **Programa internacional de avaliação de alunos (Pisa):** resultados nacionais – Pisa-bg122012. MEC/INEP/DAEB. 2013b.

INEP. Saeb – 2011. 2013c. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/prova_brasil_saeb/escala/2011/escala_de_empenho_matematica_fundamental.pdf>. Acesso em: 23 set. 2013.

IRIS, Improvement through Research in the Inclusive School. **Clima da sala de aula em ambientes inclusivos**. 2006. Disponível em:<http://www.ciep.uevora.pt/iristt/PT/docs/TT_Clima_Sala_de_Aula_WD_PT.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2013

KANDEMIR, Mehmet Ali; GÜR, Hülya. Creativity training in problem solving: a model of creativity in mathematics teacher education. **New Horizons in Education**, v. 55, n. 3, p. 107-122, dez. 2007

KATTOU, Maria; KONTOYIANNI, Katerina; PITTA-PANTAZI, Demetra; CHRISTOU, Constantinos. Connecting mathematical creativity to mathematical ability. **ZDM Mathematics Education**, v. 45, p. 167–181, 2013.

KAUFMAN, James C.; BEGHETTO, Ronald A. Beyond Big and Little: the four C model of Creativity. **Review of General Psychology**, v. 13, n. 1, p. 1–12, 2009.

KILPATRICK, J. Problem formulating: Where do good problem come from? In A. Schoenfeld, **Mathematical problem solving**. New York: Academic Press. 1987. p.123-148.

KLINE, Morris. **O fracasso da Matemática Moderna**. Tradução: Leonidas Gontijo de Carvalho. São Paulo: Ibrasa, 1976.

KRUTETSKII, Vadim, A. **The Psychology of Mathematical Abilities in Schoolchildren**. Chicago: The University of Chicago Press, 1976.

LEE, K. S., HWANG, D., & SEO, J. J. 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. Evaluating mathematical creativity: the interplay between multiplicity and insight. **Psychological Test and Assessment Modeling**, v. 55, n. 4, p. 385-400, 2013.

LEIKIN, Roza. Exploring mathematical creativity using multiple solution tasks. In LEIKIN, L.; BERMAN, A.; KOICHU (Orgs.). **Creativity in Mathematics and the Education of Gifted Students.** Sense Publishers**,** p. 129-145. 2009.

LEVAV-WAYNBERG, Anat; LEIKIN, Roza. Multiple solutions for a problem: a tool for evaluation of mathematical thinking in geometry. **Proceedings of CERME 6**, 2009. Disponível em http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/cerme6/wg5-11-levav-leikin.pdf

LIVNE, Nava L.; MILGRAN, Roberta M. Academic versus creative abilities in mathematics: two components of the same construct? **Creativity Research Journal,** v. 18, p. 199-212, 2006.

LUBART, Todd. **Psicologia da criatividade**. Tradução: Márcia Conceição Machado Moraes. Porto Alegre: Artmed, 2007.

LUCCA, Dum de. Longe da Prática. **ARH Serrana**. Sessão Artigos. 2011. Disponível em: http://www.arhserrana.com.br/2011/?ir=artigos&id_artigo=175. Acesso em: 10 out. 2013.

MANN, Eric, Louis. **Mathematical Creativity and School mathematics:** indicators of mathematical creativity in middle school students. 2005. 120 f. Tese (Doutorado em Filosofia) – University of Connecticut. 2005.

MAROCO, João; GARCIA-MARQUES, Teresa. Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas? Laboratório de Psicologia, v. 4, n. 1, p. 65-90. 2006

MEDEIROS, K.M. **O Contrato Didático e a resolução de problemas matemáticos em sala de aula**. 1999. 211f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1999.

MESSIAS, Daniela; MONTEIRO, Vera. A motivação para a matemática e o clima de sala de aula de matemática. **Atas do X Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia.** Braga: Universidade do Minho, p. 4030-4045, 2009

MEYER, Rochelle Wilson. The identification and encouragement of mathematical creativity in first grade students. Tese (Doutorado) – University of Wisconsin, Madison, 1969.

MITJÁNS MARTÍNEZ, Albertina. Aprendizagem criativa: uma aprendizagem diferente. In: MITJÁNS MATÍNEZ, A.;SCOZ, B. J. L.; CASTANHO, M. I. S. (Org.). **Ensino e aprendizagem:** a subjetividade em foco**.** Brasília: Liber livros, 2012, p. 85-109.

MITJÁNS MARTÍNEZ, A. Criatividade no Trabalho Pedagógico e Criatividade na Aprendizagem: uma relação necessária? In: TACCA, Maria Carmen V. R. (Org.). **Aprendizagem e trabalho pedagógico**. Campinas, SP: Editora Alínea, 2008.

MITJÁNS MARTÍNEZ, Albertina. O outro e sua significação para a criatividade: implicações educacionais. In: SIMÃO, L. M.; MITJÁNS MARTÍNEZ, A. (Org.). **O outro no desenvolvimento humano:** diálogos para a pesquisa e a prática profissional em psicologia. São Paulo: Thomson, 2004. p. 77-99.

MIORIM, Maria Angela. **Introdução à história da Matemática**. São Paulo: Atual, 1998.

MUNIZ, Cristiano A. Diversidade dos conceitos das operações e suas implicações nas resoluções de classes de situações. In GUIMARÃES, Gilda e BORBA, Rute (Org.). **Reflexões sobre o Ensino de Matemática nos Anos Iniciais de Escolarização.** Recife: SBEM, 2009a. cap. 7.

MUNIZ, Cristiano, A. A produção de notações matemáticas e seu significado. In FÁVERO, Maria Helena; CUNHA, Célio. **Psicologia do conhecimento:** o diálogo entre as ciências e a cidadania. Brasília: Liber livro Editora, 2009b. p. 115-143.

NACCACHE, Andréa. **Criatividade brasileira:** gastronomia, designe, moda. Barueri, SP: Manole, 2013.

NADJAFIKHAH, Mehdi; YAFTIAN, Narges; BAKHSHALIZADEH, Shahrnaz. Mathematical creativity: some definitions and characteristics. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 31, p. 285-29, 2012.

NEUMANN, C. J. Fostering creativity. A model for developing a culture of collective creativity in science. **EMBO Reports**, v. 8, n. 3, p. 202–206, 2007.

NOVAES, Maria Helena. **Psicologia da criatividade**. Rio de Janeiro: Vozes, 1977.

OECD, PISA 2012 Results: Creative Problem Solving: Students' Skills in Tackling Real-Life Problems (Volume V), PISA, **OECD publishing**, 2014

ONUCHIC, Lourdes de la Rosa. Ensino-aprendizagem de Matemática através da resolução de problemas. In: Maria Aparecida Viggiani Bicudo. (Org.). **Pesquisa em educação** matemática. São Paulo: Editora da UNESP, p. 199-218. 1999.

ONUCHIC, Lourdes de la Rosa; ALLEVATO, Norma Suely Gomes. Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. **Boletim de Educação Matemática**, v. 25, n. 41, dez, p. 73-98. 2011.

OTAVIANO, Alessandra Barbosa Nunes. **Percepção de alunos do ensino médio quanto ao estímulo à criatividade por seus professores e motivação em Matemática.** Dissertação (Mestrado em Psicologia). Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2009.

PAIS, Luiz Carlos. **Didática da Matemática, uma análise da influência francesa**. – 3 ed. – Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

PASQUALI, Luiz Carlos. **Histórico dos instrumentos Psicológicos**. 2010. Disponível em:http://pt.scribd.com/doc/64819811/LUIS-PASQUALI. Acesso em: 13 set. 2013.

PASQUALI, Luiz. Testes referentes a construto: teoria e modelo de construção. In: PASQUALI, Luiz (Ed.). **Instrumentos psicológicos: manual prático de elaboração**. Brasília: LabPAM/IBAPP, 1999.

PASQUALI, Luiz. Psicometria: teoria e aplicações. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1997.

PELCZER, Ildikó. Problem posing in the classroom and its relation to mathematical creativity and giftedness. **11th International Congress on Mathematics Education.** TG6: Activities and Programs for Gifted Students, 2008.Disponível em http://tsg.icme11.org/tsg/show/7#inner-documents

PERKINS, David. **Banheira de Arquimedes: como os grandes cientistas usaram a criatividade e como você pode desenvolver a sua**. Tradução: Archimedes Bathtub. Rio de Janeiro: Ediouro, 2001.

PIGGOTT, Jennifer. Cultivating crativity. **Mathematics Teaching,** v. 202, p. 3-7, 2007. Disponível em: http://nrich.maths.org/5784

PINHEIRO, Igor Reszka. Oficina de criatividade: vivência e convivência. **Revista electrónica de investigación y docência - REID**, Florianópolis, n. 2, p. 97-112, mar. 2009. Disponível em:<http://www.revistareid.net/revista/n2/reid2art6.pdf>. Acesso em: set. 2013.

PINHEIRO, Igor Reszka e CRUZ, Roberto Moraes. Fundamentos históricos e epistemológicos da pesquisa objetiva em criatividade. **Revista Psico**, Florianópolis, v. 40, n. 4, p. 498-507 out./dez. 2009.

PITTA-PANTAZI, Demetra; SOPHOCLEOUS, Paraskevi; CHRISTOU, Constantinos. Spatial visualizers, object visualizers and verbalizers: their mathematical creative abilities. *ZDM* **Mathematics Education,** v. 45, p. 199–213, 2013.

POINCARÉ, Henri. A invenção Matemática. Publicada originalmente no Bulletin de **l´Institut Géneral de Psycologie**, Paris, n. 3, 1908. Republicada em ABRANTES, P.; LEAL, L. C.; PONTE, J. P. (Org.). Investigar para aprender Matemática, Lisboa, p. 7-14, Projeto MPT e APM. Tradução: Henrique M. Guimarães. 1996.

POINCARÉ, Henri. **O valor da ciência**. Rio de Janeiro: Contraponto. 1911.

POPOVA, Maria. **The art of thought: Graham Wallas on the four stages of creativity, 1926**. Brain Picking. 2013. Disponível em: http://www.brainpickings.org/index.php/2013/08/28/the-art-of-thought-graham-wallas-stages/Acesso em: 15 nov. 2013

RODRÍGUEZ GARRÁN, Noelia. El clima escolar. **Revista Digital Innovacion e Investigacion,** v. 3, n. 7, mar. 2004.

ROMBERG, T. A.; KAPUT, J. J. Mathematics worth teaching, mathematics worth understanding. In E. Fennema & T. Romberg (Org.), **Mathematics classrooms that promote understanding.** Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 1999. p. 3-18.

SANTOS, Clementina de Jesus Alhinho dos. **Clima escolar e participação docente:** a opinião dos professores da educação pré-escolar e do ensino básico. 2010. 214 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Educação) – Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2010.

SCHMIDT, M., & ĈAGRAN, B. (2006). Classroom climate in regular primary school settings with children with special needs. **Educational Studies**, v. 4, p. 361-372, 2006.

SCHOENFELD, Alan H. Reflections on Problem Solving Theory and Practice. **The Mathematics Enthusiast – TME**, California, v. 10, n.1-2, p. 9-34, 2013.

SILVEIRA, Maria Rosâni Abreu. “Matemática é difícil”: um sentido pré-construído. In: Reunião Anual da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Educação**,** 25, 2002, Caxambu. **Anais...** Anped, 2002. Disponível emhttp://25reuniao.anped.org.br/tp251.htm#gt19

SILVER, Edward A. Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. **International Reviews on Mathematical Education,** v. 29, p. 75-80, 1997.

SILVER, Edward A; CAI, Jinfa. Assessing Students' Mathematical: problem posing. **Teaching Children Mathematics**, v. 12, n. 3, p. 129-135, out. 2005.

SIMONTON, D. K. Creativity, leadership, and chance. In: STERNBERG, R. J. (Org.) **The nature of creativity**. Nova York: Cambridge University Press, 1988. p. 386-426.

SRIRAMAN, Bharath. The characteristics of mathematical creativity. **The Mathematics Educator**, v. 14, n. 1, p. 19-34, 2004.

STERNBERG, Robert J.; LUBART, Todd. An investment theory of creativity and its development, **Human Development**, Califórnia, v. 34, n. 1, p. 1-31. 1991.

STERNBERG, Robert J.; GRIGORENKO, Elena L. **Inteligência Plena**: ensinando e incentivando a aprendizagem e a realização dos alunos. Tradução: Maria Adriana Veríssimo Veronese. Porto Alegre: Artmed, 2003.

SOARES, Flávia dos Santos. **Movimento da Matemática Moderna no Brasil:** avanço ou retrocesso? 2001. 192 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

TREFFINGER, D. J. Assessment and measurement in creativity and creative problem solving. In HOUTZ, J. C. **The educational psychology of creativity**. Cresskill, NJ: Hampton Press. 2003, p. 59-93.

VALDÉS, C. Eloy Artega. El desarrollo de la creatividad em la Educacion Matemática. **Congresso Iberamericano de Educacion**: Metas 2021, Buenos Aires, set. 2010.

VALENTE, Wagner Rodrigues. Osvaldo Sangiorgi e o Movimento da Matemática Moderna no Brasil. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 8, n. 25, p. 583-613, set/dez. 2008.

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

VERGNAUD, Gérard. La théorie des champs conceptuels. **Recherches em Didactique des Mathématiques,** Grenoble, v. 10, n. 2-3, p. 133-170, 1990.

VILLAS BOAS, Benigna Maria de Freitas. **Virando a escola do avesso por meio da avaliação**. Campinas: Papirus, 2009.

WECHSLER, Solange Muglia; NAKANO, Tatiana de Cássia. Criatividade: encontrando soluções para desafios educacionais. In WECHSLER, Solange Muglia; SOUZA, Vera Lúcia Trevisán. **Criatividade e aprendizagem** – caminhos e descobertas em perspectiva internacional. São Paulo: Loyola, 2011, p. 53-72.

WIGFIELD, Allan; ECCLES, Jacquelynne S.; RODRIGUEZ, Daniel. The Development of Children's Motivation in School Contexts. **Review of Research in Education,** v. 23, p. 73-

118, 1998. Disponível em **http://pt.scribd.com/doc/221264982/Wigfield-Eccles-Rodriguez**. Acesso em: 27/06/2013 10:54

WIPO. The Global Innovation Index 2013.Disponível em: http://globalinnovationindex.org/content.aspx?page=data-analysis. Acesso em: 14 set. 2013

YEVDOKIMOV, O. On development of students' abilities in problema posing: a case of plane geometry, **Proceedings** of the 4th Mediterranean Conference on Mathematics Education, Italy. 2005.