



Currículo e criatividade no campo da Matemática

Cleyton Hércules **Gontijo**
Faculdade de Educação, Universidade de Brasília
Brasil
cleyton@unb.br

Resumo

Em todas as áreas do conhecimento tem-se enfatizado a necessidade de formar pessoas mais criativas e com capacidade de apresentar soluções para os problemas encontrados. No campo da Matemática, as discussões acerca de estratégias de ensino que podem favorecer o desenvolvimento da criatividade são escassas, apesar desta área desempenhar um importante papel no desenvolvimento científico e tecnológico. Este trabalho discute a importância de se incluir no currículo escolar de Matemática estratégias que podem, potencialmente, favorecer o desenvolvimento da criatividade. Essa discussão está apoiada em dados de uma pesquisa realizada com estudantes brasileiros matriculados no ensino médio, cujo objetivo foi analisar as relações entre criatividade em Matemática e motivação em Matemática. Foram aplicados dois instrumentos: Teste de Criatividade em Matemática e Escala de Motivação em Matemática. Os resultados apontaram uma correlação positiva entre criatividade e motivação.

Palavras-chave: currículo, criatividade, estratégias de ensino.

Introdução:

A importância de se desenvolver atitudes e habilidades criativas no processo educacional, desde o início da educação básica até os níveis mais elevados da educação superior, é decorrente da necessidade de se obter um aprimoramento individual e social continuado. Torre (2005) afirma que a riqueza de um país não está apenas nos seus recursos naturais, mas também na capacidade inovadora e criativa das gerações mais jovens. Dessa forma, cabe aos sistemas de ensino, especialmente à escola, a função de estimular o desenvolvimento da criatividade em sua dupla vertente de capacidade e atitude, de modo que a mesma se constitua em um dos objetivos de cada um dos componentes curriculares que estruturam o processo formal de escolarização.

A ausência de um planejamento estratégico para propiciar o desenvolvimento do potencial criativo poderá comprometer uma das finalidades que a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – Lei nº 9.394/96 (Brasil, 1996) – estabelece para a educação brasileira, que é a de favorecer “o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” (Art. 2º).

Assim, alguns aspectos que contribuem para a descrição do processo criativo, tais como imaginação, originalidade, flexibilidade, fluência, inventividade, engenhosidade, elaboração, espontaneidade, sensibilidade, senso estético e atitude questionadora devem estar incluídos entre os objetivos educacionais.

O desenvolvimento da criatividade, entendida como capacidade e atitude para gerar idéias e comunicá-las, pode estar presente no ensino de Línguas, da Matemática, das Ciências Naturais, das Ciências Sociais, das Tecnologias etc.

A reflexão que este trabalho pretende suscitar começa pela compreensão do papel da Matemática na atualidade. Ela é considerada o campo-base para o desenvolvimento das competências e habilidades relacionadas à exploração e intervenção do homem nos diversos campos do conhecimento, sendo comumente conceituada como a ciência que trata dos números, das formas, das relações e das medidas, das inferências. Ademais, busca expressar por meio de uma linguagem própria, os problemas que surgem no cotidiano das pessoas e também os decorrentes do avanço das ciências, utilizando para isso um conjunto de estruturas formais que seguem princípios lógicos.

Dadas suas características, a Matemática tem colaborado no desenvolvimento científico e tecnológico, especialmente na Informática e na Engenharia, e tem penetrado cada vez mais nas Ciências Humanas, Sociais e Biológicas, contribuindo na construção de instrumentos de mensuração e validação de observações e construção de modelos para a explicação do fato social (Brasil, 1999),

Dada a importância desta área do conhecimento, a Matemática se faz presente nos currículos escolares dos diversos sistemas de ensino no Brasil. Destaca-se que os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino de Matemática propõem a criatividade como um dos elementos associados aos objetivos desta disciplina nas diversas etapas da educação básica. Por exemplo, o documento que traz as orientações para os anos iniciais do Ensino Fundamental (1º ao 5º ano) apresenta, entre outros objetivos, que o trabalho com a Matemática deve contribuir para que os alunos sejam capazes de “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, p. 7).

Acrescenta este documento que “o ensino de Matemática prestará sua contribuição à medida que forem exploradas metodologias que priorizem a criação de estratégias, a comprovação, a justificativa, a argumentação, o espírito crítico, e favoreçam a criatividade” (Brasil, 1997, p. 31).

Da mesma forma, o documento que traz as orientações para o trabalho com a Matemática, referente ao terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental (5ª a 8ª séries), reafirma os mesmos objetivos definidos para os anos iniciais deste nível de ensino, inclusive o objetivo citado anteriormente (Brasil, 1998).

Ressalta-se, entretanto, que esses documentos não apresentam um conceituação de criatividade e tão pouco indicam como favorecer o seu desenvolvimento no campo da Matemática. Essa ausência de clareza sobre o que é criatividade em Matemática e como desenvolvê-la motiva este estudo, que tem por objetivo investigar relações entre motivação em Matemática e criatividade em Matemática, com alunos dos gêneros masculino e feminino da 3ª série do Ensino Médio, de uma escola particular do Distrito Federal.

Criatividade em Matemática

Na literatura internacional, encontramos publicações que tratam do desenvolvimento e da avaliação da criatividade em Matemática (Haylock, 1985, 1986, 1987, 1997; Livne, Livne & Milgram, 1999; Livne & Milgram, 2000; Silver, 1985, 1994, 1997; Silver & Cai, 1996;

Sriraman, 2004). Estes estudos, além de descrever o processo criativo em Matemática, têm privilegiado a resolução de problemas (*problem solving*), a formulação de problemas (*problem posing*) e a redefinição (*redefinition*) como estratégias didático-metodológicas que possibilitam o desenvolvimento e análise da criatividade Matemática.

No Brasil, infelizmente, encontramos poucos trabalhos que buscaram investigar a criatividade em Matemática. Nesta área, destacam-se os trabalhos realizados por Dante (1980, 1988) relacionados à criatividade e à resolução de problemas em matemática. Todavia, não apresentam dados referentes a estudos empíricos realizados pelo autor. D'Ambrósio (2004) também apresenta um modelo para explicar a criatividade em Matemática, mas, da mesma forma, não traz dados de pesquisas. Por outro lado, cabe ressaltar que vários estudos têm sido conduzidos com o objetivo de discutir a metodologia da resolução de problemas como estratégia para organizar o trabalho pedagógico na Matemática (Brito, 2006; Onuchic & Allevato, 2004; Taxa-Amaro, 2006).

Um dos desafios da pesquisa em criatividade na Matemática é a constituição de um consenso sobre o que caracteriza este tipo de habilidade. A fim de compreendê-lo, diversos autores buscaram diferenciar alguns tipos de habilidades matemáticas, classificando-as especialmente em habilidades “acadêmicas” e habilidades “criativas” (Krutetskii, 1976; Livne & Milgram, 2006; Poincaré, 1908/1996, 1911/1995).

Muitos autores apontam um trabalho do matemático Henri Poincaré como sendo o pioneiro na área de criatividade matemática (Hadamard, 1954; Sriraman, 2004). Este trabalho foi um extensivo questionário publicado em 1902 no periódico francês *L'Enseignement Mathématique*, cujo objetivo era conhecer como os matemáticos da época percebiam o processo de criação em Matemática e quais os fatores que contribuíam neste processo. O título deste questionário, traduzido para o inglês, é *An inquiry into the working methods of mathematicians* (Hadamard, 1954), e era composto por 22 itens que investigavam o processo de criação em Matemática e por 8 itens que investigavam os hábitos diários dos matemáticos que responderam ao instrumento.

Acreditamos que o resultado obtido com a aplicação deste questionário subsidiou Poincaré em suas formulações acerca da filosofia e da psicologia da Matemática, possibilitando, em seus trabalhos, distinguir dois diferentes tipos de habilidades matemáticas (1911/1995).

Segundo Poincaré, os matemáticos tenderiam a apresentar dois tipos de “espíritos” distintos: uns preocupados com a lógica, aos quais ele denominou de analistas e, outros guiados pela intuição, designados por ele de geômetras. A se referir aos estudantes, o autor diz que estes também apresentam as mesmas diferenças: “uns preferem tratar seus problemas pela análise”, outros “pela geometria”. Os primeiros são incapazes de “ver no espaço”, e os outros prontamente se cansariam dos longos cálculos e neles se enredariam” (p. 15). Todavia, Poincaré, destaca que ambos os tipos de matemáticos são igualmente necessários ao progresso da ciência.

A intuição tem um papel de destaque no processo da invenção matemática (*l'invention mathématique*), segundo Poincaré. Inferimos que o autor tenha utilizado o termo invenção para designar o processo criativo em Matemática. Para o autor, “a lógica inteiramente pura só nos levaria sempre a tautologias; não poderia criar coisas novas; não é dela sozinha que se pode originar qualquer ciência” (1911/1995, p. 18). Ao tratar da intuição, Poincaré diz que ela pode se manifestar sob diferentes tipos: apelo aos sentidos e à imaginação; generalização por indução, calcada nos procedimentos das ciências experimentais; a intuição do número puro, que é um juízo sintético *a priori*, por meio do qual se pode engendrar o verdadeiro raciocínio matemático. Alguns destes tipos de intuição não poderão gerar certeza quanto aos

seus resultados, porém outros não deixarão dúvidas quanto ao que descobriram. Ressalta-se que, para Poincaré (1908/1996), as pessoas podem apresentar níveis de intuição diferentes.

Sendo a intuição na perspectiva de Poincaré um importante elemento no processo de criação, destacamos o que ele considera criação em Matemática.

O que é, de fato, a criação Matemática? Não consiste em fazer novas combinações com entes matemáticos já conhecidos. Qualquer um poderia fazer isso, mas as combinações que se conseguiriam obter assim seriam em número limitado e, na sua maioria, totalmente desprovidas de interesse. 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).

O pensamento de Poincaré influenciou outros matemáticos e também psicólogos que se dedicaram a compreender o processo de criação em Matemática. O matemático Hadamard foi um deles, que de forma semelhante a Poincaré, também considerou dois tipos de habilidades matemáticas, uma referindo-se à capacidade de compreender as teorias desta área e outra referente à capacidade de inventar novas teorias (Hadamard, 1954).

Hadamard (1954), em seu trabalho *The Psychology of Invention in the Mathematical Field*, apresenta um modelo que descreve o processo criativo em matemática. Ele desenvolveu a sua teoria baseada no trabalho de Graham Wallas (1926/1973), bem como a partir das próprias experiências matemáticas e das experiências de muitos dos seus contemporâneos. Depois de analisar os testemunhos de seus colegas, ele começou a notar elementos semelhantes nos processos mentais que eles indicaram, encontrando correspondência entre estes e os estágios descritos por Wallas para a produção criativa, que são: preparação, incubação, iluminação, e verificação. Hadamard preocupou-se em descrever estes estágios relacionando-os ao trabalho criativo em Matemática.

Mann (2005) destaca não há consenso acerca de um conceito para criatividade em Matemática. Em função disso, tomamos a definição apresentada por Gontijo (2006), que a define 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. Esta capacidade pode ser empregada 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 seqüência de ações.

A produção criativa em Matemática deve, também, se caracterizar pela abundância ou quantidade de idéias diferentes produzidas sobre um mesmo assunto (fluência), pela capacidade de alterar o pensamento ou conceber diferentes categorias de respostas (flexibilidade), por apresentar respostas infrequentes ou incomuns (originalidade) e por apresentar grande quantidade de detalhes em uma idéia (elaboração). Assim, para estimular o desenvolvimento da criatividade, deve-se criar um clima que permita aos alunos apresentar fluência, flexibilidade, originalidade e elaboração em seus trabalhos (Alencar, 1990).

Além dessas características, outras variáveis se tornam presentes no processo criativo, entre elas, várias operações mentais, como o pensamento abstrato, o raciocínio indutivo e dedutivo, o pensamento analógico, o metafórico, o intuitivo. Elementos de ordem emocional também permeiam todo o processo (Alencar, 2000).

A organização curricular e a promoção da criatividade em Matemática

Torre (2005), ao tratar da construção de um currículo com vistas ao desenvolvimento da criatividade, ressalta que um dos aspectos relevantes da programação e desenvolvimento curricular é esta proporcionar uma estratégia útil para analisar o programa da escola, para selecionar e sequenciar as intenções educacionais subjacentes nos conteúdos e para organizar as atividades de aprendizagem e avaliação em consonância com as metas estabelecidas e as características dos indivíduos. Segundo o autor, o currículo nos faz pensar em termos de intenções, transformando-as em ponto de partida das outras atuações. Torre (2005) aponta ainda que, na discussão curricular, as seguintes questões devem ser consideradas:

- a) Objetivos: o que queremos que os alunos aprendam?
- b) Conteúdos e sequência: Qual a sequência dessas aprendizagens?
- c) Estratégias/atividades: quais atividades devem ser realizadas?
- d) Recursos didáticos: quais meios e recursos serão utilizados?
- e) Avaliação: como saber se a meta foi atingida?

Sem desconsiderar a relevância de todos esses questionamentos no processo de organização curricular, vamos tratar especialmente das estratégias/atividades que poderão ser empregadas no campo da Matemática para o desenvolvimento da criatividade. Torre (2005, p. 148) diz que “o ponto de apoio para uma metodologia criativa descansa sobre o aluno”. Sob esta perspectiva, deve predominar nas atividades curriculares os procedimentos indiretos, a metodologia heurística, as estratégias de simulação, a aprendizagem autônoma e por descoberta. Todavia, as estratégias que serão utilizadas pelos professores estão fundamentadas nas concepções que estes têm acerca de como a criatividade se manifesta em sala de aula.

Higginson (2000), por exemplo, avalia que há a predominância de quatro concepções na prática do professor acerca de como a criatividade se manifesta em sala de aula. A primeira concepção trata a criatividade como um recurso metodológico para dinamizar o trabalho. Assim, a aula é considerada criativa quando, por exemplo, o professor apresenta aos alunos um conteúdo de uma forma diferente, não usual ou inovadora. A segunda concepção considera como criativa a construção de materiais didáticos manipuláveis, transformando a sala de aula em um laboratório para produzir artefatos que possam ilustrar/demonstrar aspectos matemáticos em estudo. A terceira concepção remete a discussão ao clima da sala de aula, entendendo que a criatividade se manifestará quando houver abertura para a exposição de idéias, isto é, quando os alunos puderem expressar suas concepções e interpretações acerca de idéias matemáticas com as quais estão trabalhando. A última concepção refere-se à atividade de construção de modelos simbólicos, a partir de situações-problema. Nesse sentido, são propostas atividades de resolução de problemas para as quais os alunos devem propor modelos de solução, indicando implicações lógicas presentes entre a situação inicial e as variações realizadas até chegar à solução final.

Segundo Higginson (2000), na prática os professores fazem um *mix* destas concepções ao organizar as atividades curriculares com a Matemática. Ressaltamos, entretanto, que a atividade organizada sob a perspectiva de resolução de problemas, especialmente de problemas abertos, isto é, problemas que admitem múltiplas possibilidades de respostas e que podem ser obtidas por meio de múltiplos métodos de solução, incluindo-se aqueles criados pelos estudantes no momento da resolução (SARDUY, 1987), é a mais propícia para favorecer o desenvolvimento da criatividade dos alunos no campo da Matemática. Um clima de sala de aula aberto à participação e envolvimento dos alunos é fundamental para estimulá-los para a produção matemática, assim como a presença de

recursos manipuláveis e modelos simbólicos favorecerão essa produção, porém, sem problemas que motivem os alunos para buscar suas soluções, essa habilidade poderá permanecer inibida

Para favorecer o desenvolvimento da criatividade em Matemática, diversas atividades podem ser desenvolvidas, entre elas (Gontijo, 2006):

(a) Produções escritas, por meio das quais os alunos poderão questionar e analisar suposições, além de proporem problemas com palavras. Em situações desta natureza, os professores podem encorajar os alunos a considerarem determinadas características do campo matemático, por exemplo, propondo para os alunos uma pesquisa com o objetivo de analisar a razão pela qual o sistema de numeração utilizado no Brasil é de base 10, solicitando, ainda, que busquem imaginar como seriam as atividades que desenvolveríamos caso passássemos a utilizar outra base. Os professores podem, também, incentivar os alunos a proporem um problema matemático com palavras (Sternberg & Grigorenko, 2004). Ainda neste campo de produções escritas, os alunos podem realizar pesquisas relativas às biografias dos matemáticos que contribuíram na formulação dos conteúdos com os quais estão trabalhando, indicando curiosidades de suas vidas e o contexto que em desenvolveram seus estudos.

(b) Produções numéricas e/ou algébricas, incluindo a criação de novos algoritmos para as operações numéricas, explicando como estes funcionam, bem como atividades que envolvem a percepção de padrões numéricos e sua representação algébrica. Uma atividade que pode ser proposta refere-se à produção de inúmeras formas de resolver um problema de natureza numérica, por exemplo, escrevendo sentenças matemáticas cujo resultado seja o número 4, utilizando-se para isto precisamente 4 vezes o dígito 4, envolvendo as operações matemáticas de adição, subtração, multiplicação, divisão, raiz quadrada, fatorial e demais operações que o aluno conhecer (Livne, Livne & Milgram, 1999).

(c) Representações gráficas e construções geométricas, explorando o senso de proporção e simetria, visão espacial, compreensão e uso de perspectivas. Um tipo de situação geométrica que pode ser proposta para os alunos refere-se à construção de polígonos que tenham perímetros iguais a 14 centímetros, utilizando-se para isto de uma malha quadriculada em que cada quadrinho tenha área igual a 1 cm^2 (Vasconcelos, 2002). Nesta atividade, a criatividade poderá ser observada nas diferentes formas construídas e nas diferentes medidas de áreas que estes polígonos apresentam. Outra atividade que pode ser proposta refere-se à divisão de uma figura geométrica em uma determinada quantidade de partes, todas do mesmo tamanho. Nesta atividade os alunos deverão elaborar inúmeras formas de realizar a divisão da figura, observando as condições indicadas.

Ressalta-se que o uso da metodologia de resolução de problemas é fundamental para o desenvolvimento da criatividade em Matemática, especialmente quando são utilizados problemas abertos (Sarduy, 1987). Na resolução de problemas abertos, os estudantes devem ser os responsáveis pelas tomadas de decisão, não confiando esta responsabilidade ao professor ou às regras e modelos apresentados nos livros didáticos. A decisão de que tipo de método e/ou procedimento a ser utilizado poderá ser tomada a partir dos conhecimentos e experiências anteriores que os alunos apresentam, especialmente decorrentes do trabalho já desenvolvido para resolver problemas similares ou que tiveram contato. Ressalta-se a necessidade de propiciar aos alunos a oportunidade de construir os seus próprios modelos, testá-los, para então chegar à solução. Será necessário também construir uma estratégia para comunicar para os colegas e para o professor a sua experiência de resolver o problema, explicando o processo mental utilizado e a forma como revisou as estratégias selecionadas para se chegar à solução. O sucesso deste último momento, o da comunicação, vai depender

da profundidade com a qual o estudante compreendeu o problema, porém, possibilitará refletir a respeito dos métodos de solução selecionados e, ao mesmo tempo, como utilizá-los em outros problemas e áreas da Matemática.

Além da resolução de problemas, recomenda-se oportunizar aos alunos a experiência de formulação de problemas para explorar uma dada situação ou aspectos de um problema previamente conhecido. Esta estratégia fornece aos professores importantes *insights* acerca de como os estudantes estão compreendendo os conceitos e os processos matemáticos, bem como suas percepções a respeito das atividades desenvolvidas, suas atitudes em relação à Matemática e sobre sua capacidade criativa nesta área (English, 1997)

Outra estratégia recomendada é a redefinição, que consiste em reorganizar e/ou classificar elementos ou dados matemáticos em função de seus atributos, de forma variada e original, gerando muitas possibilidades de representar essa situação (Haylock, 1987).

O emprego destas estratégias, por si só, não garantirá uma produção criativa por parte dos alunos. Torna-se necessário criar um clima de sala de aula favorável à criatividade. Para isso, o professor deve ter atitudes que fortaleçam os traços de personalidade, tais como autoconfiança, curiosidade, persistência, independência de pensamento, coragem para explorar situações novas e lidar com o desconhecido. Além disso, deve colaborar com os alunos, ajudando-os a se desfazerem de bloqueios emocionais, como o medo de errar, o medo de ser criticado, sentimentos de inferioridade e insegurança (Alencar & Fleith, 2003).

Metodologia

Optou-se, para realização da pesquisa, por uma abordagem empírico-analítica (Fiorentini & Lorenzato, 2006), empregando testes e escala, tratando os dados obtidos estatisticamente. Esta opção reflete o caráter exploratório do estudo, que buscou examinar as relações entre criatividade em Matemática e motivação em Matemática, de alunos da 3ª série do Ensino Médio.

Neste estudo, mesmo considerando que uma perspectiva sistêmica deve ser adotada para favorecer o desenvolvimento da criatividade, para efeito de investigação e validação dos instrumentos, optou-se por analisar as produções dos alunos nos testes aplicados.

Participantes

Participaram deste estudo 110 alunos da 3ª série do Ensino Médio de uma escola da rede particular de ensino do Distrito Federal, localizada na cidade de Taguatinga. Estes alunos estavam distribuídos em três turmas e constituíam o total de alunos matriculados nesta série, nesta escola. Porém, somente foram incluídos no estudo os alunos que responderam a todos os instrumentos aplicados, chegando-se ao número de 100 alunos. Dentre os alunos excluídos do estudo, dois entregaram os instrumentos completamente em branco e os outros não responderam a pelo menos um dos instrumentos.

A idade média dos alunos que participaram do estudo era de 17,06 anos, variando de 16 a 18 anos. Cinquenta alunos eram do gênero masculino e 50 do gênero feminino. A escola em que estes alunos estudam é reconhecida na comunidade como um estabelecimento de ensino que atende a pessoas de classe média alta e alta.

Instrumentos

Neste estudo foram utilizados dois instrumentos, a saber: Escala de Motivação em Matemática (Gontijo, 2007) e o Teste de Criatividade em Matemática (Gontijo, 2007).

Escala de Motivação em Matemática. A Escala de Motivação em Matemática é um instrumento composto por 28 itens, agrupados em 6 fatores, que visa investigar o nível de motivação dos alunos em Matemática. O Fator 1 foi denominado de “Satisfação pela Matemática” (8 itens) e representa os sentimentos que os estudantes têm em relação a esta área do conhecimento; o Fator 2, denominado Jogos e Desafios (4 itens), representa as percepções dos alunos quanto ao seu apreço em participar de atividades lúdicas e desafiadoras relacionadas à Matemática; Fator 3 – Resolução de Problemas (5 itens), expressa os sentimentos dos alunos face à atividade de resolução de problemas; Fator 4 – Aplicações no Cotidiano (5 itens) representa as percepções dos alunos quanto à aplicabilidade e a presença da Matemática em algumas situações do cotidiano; Fator 5 – Hábitos de Estudo (4 itens) refere-se à dedicação aos estudos e ao tempo despendido com as atividades escolares; Fator 6: Interações na Aula de Matemática (2 itens), refere-se à participação nas aulas de Matemática e à forma como o aluno se relaciona com o professor desta disciplina.

Os itens são avaliados em uma escala do tipo likert de 5-pontos, sendo (1) nunca, (2) raramente, (3) algumas vezes, (4) muitas vezes e (5) sempre.

Este instrumento foi construído pelo pesquisador para este estudo e a descrição dos itens e do seu processo de validação encontram-se nos Anexo I e II desta tese. Antecipa-se que a validação foi estabelecida através da análise fatorial realizada com uma amostra de 230 alunos matriculados nas 1ª, 2ª e 3ª séries do Ensino Médio, de uma escola da rede pública e uma da rede particular de ensino do DF.

A análise da fidedignidade dos fatores foi realizada utilizando o coeficiente alfa de consistência interna. Os coeficientes alfa de fidedignidade foram: 0,94 para o Fator 1; 0,78 para o Fator 2; 0,60 para o Fator 3; 0,89 para o Fator 4; 0,98 para o Fator 5 e 0,62 para o Fator 6. Ressalta-se que os fatores apresentam *eigenvalue* igual ou maior que 1 e que todos os itens apresentam carga fatorial igual ou maior que 0,30 em seus respectivos fatores, conforme recomendam Gable e Wolf (1993).

Teste de Criatividade em Matemática. O Teste de Criatividade em Matemática também foi desenvolvido pelo pesquisador para este estudo observando três tipos de atividades que possibilitam a expressão da criatividade em matemática: resolução de problemas, formulação de problemas e redefinição de elementos (Haylock, 1987). O teste aplicado continha 6 itens, selecionados pelo autor deste projeto, a partir de estudos publicados que apresentavam alguns itens para avaliar a criatividade em Matemática (Haylock, 1985; Lee, Hwang & Seo, 2003; Livne, Livne & Milgram, 1999; Silver & Cai, 1996; Vasconcelos, 2002). Estes foram selecionados dentre 15 itens, após sucessivas aplicações dos mesmos, em grupos de alunos matriculados em diferentes tipos de escolas de Ensino Médio e em um curso de licenciatura em Matemática, verificando o nível de compreensão que estes apresentavam em relação aos itens e o tempo necessário para resolvê-los.

Um dos itens que compõem é:

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

O tempo para responder a este instrumento foi de 50 minutos, distribuídos da seguinte forma: 5 minutos para o item 1; 10 minutos para o item 2; 10 minutos para o item 3; 10 minutos para o item 4; 5 minutos para o item 5 e 10 minutos para o item 6.

Análise dos Dados

O programa SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) foi utilizado na versão 12.0 para efetuar a análise dos dados. Foi utilizada a Correlação de Pearson a fim de se examinar a relação entre criatividade, criatividade em Matemática e motivação em Matemática.

Resultados

Foram observadas correlações positivas entre o Fator 2 - Jogos e Desafios e criatividade matemática ($r = 0,197$; $p < 0,05$) e entre este Fator e fluência matemática ($r = 0,203$; $p < 0,05$). Da mesma forma foram observadas correlações positivas entre o Fator 3 – Resolução de Problemas e criatividade matemática ($r = 0,241$; $p < 0,05$), entre este Fator e fluência matemática ($r = 0,240$; $p < 0,05$) e ainda entre flexibilidade matemática ($r = 0,229$; $p < 0,05$). Também foram observadas correlações positivas entre o Fator 4 – Aplicações no Cotidiano e criatividade matemática ($r = 0,242$; $p < 0,05$), entre este fator e fluência matemática ($r = 0,226$; $p < 0,05$) e ainda entre flexibilidade matemática ($r = 0,290$; $p < 0,01$).

Destaca-se que, se considerados os diversos fatores relacionados à motivação em Matemática, constituindo um índice de Motivação Geral, este índice apresenta correlação positiva com criatividade matemática ($r = 0,227$; $p < 0,05$), com fluência matemática ($r = 0,227$; $p < 0,05$) e ainda com flexibilidade matemática ($r = 0,241$; $p < 0,05$).

Não foram encontradas correlações significativas entre os Fatores 1, 5 e 6 e as medidas de criatividade matemática.

Discussão

A análise verificou que existe uma correlação positiva entre criatividade e criatividade em Matemática. Este dado nos permite inferir que investimentos em programas, treinamentos e uso de técnicas de criatividade no cotidiano escolar poderão, em alguma medida, favorecer aos alunos o desenvolvimento do potencial criativo em áreas específicas do currículo, inclusive em Matemática.

Os resultados obtidos também evidenciaram que existe relação entre motivação em relação à Matemática e criatividade nesta área do conhecimento. Isso implica a construção de uma cultura de sucesso, de aprendizado e de prazer em relação à Matemática para que produções criativas neste campo possam ocorrer como maior frequência e qualidade.

Ressaltamos, em relação à criatividade, que diversas estratégias podem ser empregadas por todos os professores para favorecer o seu desenvolvimento em sala de aula, entre elas: fortalecer traços de personalidade, como autoconfiança, curiosidade, persistência, independência de pensamento, coragem para explorar situações novas e lidar com o desconhecido; ajudar as alunas e alunos a se desfazerem de bloqueios emocionais, como o medo de errar, o medo de ser criticado, sentimentos de inferioridade e insegurança; implementação de atividades que ofereçam desafios e oportunidades de atuação criativa (Alencar & Fleith, 2003).

Os professores de Matemática, além de adotarem as estratégias citadas, devem priorizar o uso de situações-problema para organizar o trabalho pedagógico, oferecendo atividades desafiadoras baseadas tanto no contexto vivenciado pelos alunos como em situações abstratas que demandam o uso de uma linguagem formal e de procedimentos específicos característicos da Matemática. Assim, atividades envolvendo a formulação e resolução de problemas, bem como envolvendo a redefinição de elementos matemáticos podem se converter em um valioso recurso didático para o aprendizado da Matemática e para favorecer a criatividade nesta área.

Infelizmente não foi encontrado na literatura da área estudos que relacionaram criatividade e criatividade em Matemática, bem como não foi encontrado trabalhos

relacionando criatividade e motivação em relação à Matemática, de modo a possibilitar comparações entre as pesquisas realizadas.

Os instrumentos utilizados nesta investigação nos possibilitaram fazer um “retrato” de um momento da vida escolar destes alunos, que pode não corresponder à maioria das situações que vivenciam. Assim, os resultados desta pesquisa não podem ser aplicados para outros grupos de estudantes, especialmente por se tratar de uma amostra composta por alunos de classes média e alta, que não configura uma diversidade cultural e econômica. Além destes aspectos, restrições impostas pela administração da escola, como por exemplo, dias e horários de aplicação dos instrumentos podem ter causado impacto negativo na produção dos alunos. Outro aspecto que consideramos um fator limitador na pesquisa foi a falta de oportunidade para que os estudantes pudessem manifestar suas dúvidas durante a realização do teste e, mesmo no momento de sua correção, não poderem externar suas intenções ao fazer determinados registros em cada um dos itens propostos nos instrumentos.

Considerações finais

A intenção deste trabalho foi colaborar com aqueles que têm se dedicado a discutir alternativas para o ensino da Matemática com vista à construção de práticas pedagógicas que favoreçam o sucesso escolar dos estudantes e o uso competente dos conhecimentos matemáticos nos mais diversos espaços sociais. Assim, escolhemos apresentar algumas idéias acerca de como favorecer o desenvolvimento da criatividade nesta área, considerando que esta temática ainda é pouco explorada no contexto brasileiro. Este trabalho representa um ponto de partida nesta discussão.

Bibliografia e referências

- Alencar, E. M. L. S. (1990). *Como desenvolver o potencial criador: uma guia para a liberação da criatividade em sala de aula*. Petrópolis: Vozes.
- Alencar, E. M. L. S. (2000). *O processo de criatividade*. São Paulo: MAKRON Books.
- Alencar, E. M. L. S. & Fleith, D. S. (2003). *Criatividade: múltiplas perspectivas (2ª ed.)*. Brasília: Editora da Universidade de Brasília.
- BRASIL/PR. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial da União*, Brasília, CXXXIV, nº 248, 23 dez. 96.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros curriculares nacionais: matemática (1ª a 4ª séries)*. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros curriculares nacionais: matemática (5ª a 8ª séries)*. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC/SEMT, 1999.
- Brito, M. R. F. (2006). Alguns aspectos teóricos e conceituais da solução de problemas matemáticos. Em M. R. F. Brito (Org.). *Solução de Problemas e a Matemática Escolar* (pp. 13-53). Campinas: Alínea.
- D'Ambrósio, U. (2004). Um enfoque transdisciplinar à educação e à história da matemática. Em M. A. V. Bicudo & M. C. Borba (Orgs.), *Educação Matemática: pesquisa em movimento* (pp. 13-29). São Paulo: Cortez.
- Dante, L. R. (1980). *Incentivando a criatividade através da educação matemática*. Tese de Doutorado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

- Dante, L. R. (1988). *Criatividade e resolução de problemas na prática educativa matemática*. Tese de Livre Docência. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- English, L. D. (1997). The development of fifth-grade children's problem-posing abilities. *Education Studies in Mathematics*, 34, 183-217.
- Fiorentini, D. & Lorenzato, S. (2006). *Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos*. São Paulo: Autores Associados.
- Gable, R. K. & Wolf, M. B. (1993). *Instrumental development in the affective domain* (2ª ed.). Boston: Kluwer Academic.
- Gontijo, C. H. (2006). Resolução e Formulação de Problemas: caminhos para o desenvolvimento da criatividade em Matemática. In: Anais do SIPEMAT. Recife, Programa de Pós-Graduação em Educação-Centro de Educação — Universidade Federal de Pernambuco.
- Gontijo, C. H. (2007). *Relações entre criatividade, criatividade em Matemática e motivação em Matemática de alunos do ensino médio*. Tese (Doutorado) - Universidade de Brasília, Brasília.
- Hadamard, J. (1954). *The psychology of invention on the mathematical field*. Dover: New York.
- Haylock, D. W. (1987). A framework for assessing mathematical creativity in schoolchildren. *Educational Studies in Mathematics*, 18, 59-74.
- Haylock, D. W. (1985). Conflicts in the assessment and encouragement of mathematical creativity in schoolchildren. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 16, 547-553.
- Haylock, D. W. (1986). Mathematical creativity in schoolchildren. *The Journal of Creative Behavior*, 21, 48-59.
- Haylock, D. W. (1997). Recognizing mathematical creativity in schoolchildren. *International Reviews on Mathematical Education*, 29, 3, 68-74.
- Krutetskii, V. A. (1976). *The psychology of mathematical abilities in schoolchildren*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Lee, K. S., Hwang, D. & Seo, J. J. (2003). A development of the test for mathematical creative problem solving ability. *Journal of The Korea Society of Mathematical Education*, 7, 163-189.
- Livne, N. L. & Milgram, R. M. (2000). Assessing four levels of creative mathematical ability in Israeli adolescents utilizing out-of-school activities: A circular three-stage technique. *Roeper Review*, 22, 111-116.
- Livne, N. L. & Milgram, R. M. (2006). Academic versus creative abilities in mathematics: Two components of the same construct? *Creativity Research Journal*, 18, 199-212.
- Livne, N. L., Livne, O. E. & Milgram, R. M. (1999). Assessing academic and creative abilities in mathematics at four levels of understanding. *International Journal of Mathematical Education in Science & Technology*, 30, 2, 227-243.
- Mann, E. L. (2005). *Mathematical creativity and school Mathematics: Indicators of mathematical creativity in middle schools students*. Tese de Doutorado. University of Connecticut, Storrs, USA.
- Onuchic, L. de la Rosa & Allevato, N. S. G. (2004). Novas reflexões sobre o ensino-aprendizagem de matemática a través da resolução de problemas. Em M. A. B. Bicudo & M. C. Borba. *Educação Matemática: pesquisa em movimento* (pp. 213-231). São Paulo: Cortez,
- Poincaré, H. (1995). *O valor da ciência*. Rio de Janeiro: Contraponto (trabalho original publicado em 1911).

- Poincaré, H. (1996). A invenção matemática. Em P. Abrantes, L. C. Leal & J. P. Ponte (Orgs.), *Investigar para aprender matemática* (pp. 7-14). Lisboa: Projecto MPT e APM, (trabalho original publicado em 1908).
- Sarduy, A. F. L. (1987). Bases psicopedagógicas de la enseñanza de la solución de problemas matemáticos en la escuela primaria. La Habana: Editorial Pueblo e Educación.
- Silver, E. A. (1985). *Teaching and learning mathematical problem solving: multiple research perspectives*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Silver, E. A. (1994). On mathematical problem posing. *For the Learning of Mathematics*, 14, 19-28.
- Silver, E. A. (1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. *International Reviews on Mathematical Education*, 29, 75-80.
- Silver, E.A. & Cai, J. An analysis of arithmetic problem posing by middle school students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27, 521-539.
- Sriraman, B. (2004). The characteristics of mathematical creativity. *The Mathematics Educator*, 14, 19-34.
- Sternberg, R. J. & Grigorenko, E. L. (2004). *Inteligência plena. Ensinando e incentivando a aprendizagem e a realização dos alunos*. Porto Alegre: Artmed.
- Taxa-Amaro, F. O. S. (2006). Soluções de problemas com operações combinatórias. Em M. R. F. Brito. *Solução de Problemas e a Matemática Escolar* (pp. 163-183). Campinas: Alínea.
- Torre, S. (2005). *Dialogando com criatividade: da identificação à criatividade paradoxal*. São Paulo: Madras.
- Vasconcelos, M. C. (2002). Um estudo sobre o incentivo e o desenvolvimento do raciocínio lógico dos alunos através da estratégia de resolução de problemas. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Wallas, G. (1973). The art of thought. Em P. E. Vernon (Org.), *Creativity* (pp. 91-97). Harmondsworth, UK: Penguin, (trabalho original publicado em 1926).