UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE PSICOLOGIA

Programa de Pós-Graduação em Psicologia

RELAÇÕES ENTRE CRIATIVIDADE, CRIATIVIDADE EM MATEMÁTICA E MOTIVAÇÃO EM MATEMÁTICA DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

Cleyton Hércules Gontijo

Brasília - DF, junho de 2007

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE PSICOLOGIA

Programa de Pós-Graduação em Psicologia

RELAÇÕES ENTRE CRIATIVIDADE, CRIATIVIDADE EM MATEMÁTICA E MOTIVAÇÃO EM MATEMÁTICA DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

CLEYTON HÉRCULES GONTIJO

Tese apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de Brasília, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Psicologia.

ORIENTADORA: Profª Dra. Denise de Souza Fleith

Brasília, junho de 2007

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE PSICOLOGIA

Programa de Pós-Graduação em Psicologia

TESE DE DOUTORADO APROVADA PELA SEGUINTE BANCA EXAMINADORA:

Denise de Souza Fleith

Profª Dra. Denise de Souza Fleith – Presidente
Universidade de Brasília

Profª Dra. Eunice Maria Lima Soriano de Alencar – Membro
Universidade Católica de Brasília

Prof. Dr. Cristiano Alberto Muniz – Membro
Universidade de Brasília

Profº. Dr. Mauro Luiz Rabelo - Membro
Universidade de Brasília

Profª Dra. Mônica Souza Neves Pereira – Membro
Instituto de Educação Superior de Brasília

Brasília, junho de 2007

Aos amores da minha vida:
Simone,
Helena
e Rodrigo.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente agradeço a Deus por ter me guiado na elaboração deste trabalho.

Agradeço à Professora Denise de Souza Fleith pelas preciosas orientações durante o Curso de Doutorado e na elaboração desta tese.

Agradeço aos Professores Cristiano Alberto Muniz, Eunice Maria Lima Soriano de Alencar, Mauro Luiz Rabelo e Mônica Souza Neves Pereira por terem carinhosamente aceitado participar da Banca de avaliação deste trabalho e também pelas contribuições dadas no Exame de Qualificação do Projeto de Tese.

Por fim, agradeço aos alunos que participaram deste estudo, pela valiosa colaboração que prestaram ao responder os instrumentos da pesquisa.

RESUMO

O trabalho pedagógico com a Matemática, na maioria das escolas, tem sido marcado pela fragmentação, descontextualização e ensino mecânico. Essa realidade tem gerado desinteresse e indiferença em relação a este componente curricular, produzindo ao longo da história escolar dos alunos um sentimento de fracasso e incapacidade para compreender e resolver problemas matemáticos. Uma forma de possibilitar mudanças nesta realidade é a implementação de práticas que favoreçam o desenvolvimento da criatividade nesta área do conhecimento. Isto implica realizar estudos que aprofundem a compreensão sobre o fenômeno da criatividade em Matemática. Nesse sentido, esta tese teve como objetivo investigar relações entre criatividade, motivação em Matemática e criatividade em Matemática, em uma amostra composta por 100 alunos, dos gêneros masculino e feminino, da 3ª série do Ensino Médio de uma escola particular do Distrito Federal. Para esta investigação, foram traçadas as seguintes questões orientadoras: (1) Existem diferenças entre alunos do gênero masculino e feminino em relação à criatividade (2) Existem diferenças entre alunos do gênero masculino e feminino em relação à criatividade em Matemática? (3) Existem diferenças entre alunos do gênero masculino e feminino em relação à motivação em Matemática? (4) Existe relação entre criatividade e criatividade matemática? (5) Existe relação entre motivação e criatividade matemática? A fim de responder a essas questões, foram desenvolvidos dois instrumentos, o Teste de Criatividade em Matemática e a Escala de Motivação em Matemática. Além destes instrumentos, utilizou-se ainda o Teste Torrance de Pensamento Criativo. Para a análise dos dados foram empregados o teste t de Student e a correlação de Pearson. Os resultados indicaram que não há diferenças significativas entre alunos dos gêneros masculino e feminino quanto às medidas de criatividade no Teste Torrance do Pensamento Criativo. Porém, os alunos do gênero masculino apresentaram desempenho superior em comparação aos alunos do gênero feminino em relação à criatividade em Matemática. Quanto à motivação em relação à Matemática, os alunos do gênero masculino demonstraram percepção mais favorável em relação a dois dos seis fatores da escala aplicada – Jogos e Desafios e Resolução de Problemas – enquanto os alunos do gênero feminino demonstraram percepção mais favorável apenas em relação ao fator Hábitos de Estudo. Nos demais fatores não foram encontradas diferenças significativas. A análise dos dados mostrou que há correlação positiva entre criatividade e criatividade em Matemática e entre motivação e criatividade em Matemática.

ABSTRACT

The pedagogic work with Mathematics in most schools has been marked by fragmentation, decontextualization and mechanical teaching. This work has generated lack of interest and indifference in relation to this curricular component; producing along the student's academic life a feeling of failure and incapacity to understanding and resolving mathematical problems. A way of allowing changes in relation to this reality is the implementation of practices that may favor the development of creativity in this area of knowledge. This implicates in studies that may deepen the understanding of creativity in Mathematics as a phenomenon. Therefore, this thesis had the objective of investigating the existing relationship between creativity and motivation in Mathematics and creativity in Mathematics in a sample of 100 male and female students attending 3rd grade of a private High School from the Federal District in Brasilia-Brazil. For this instigation the following orienting questions were raised: (1) Are there any differences between male and female students in relation to creativity? (2) Are there any differences between male and female students in relation to creativity in Mathematics? (3) Are there any differences between male and female students in relation to motivation in Mathematics? (4) Is there any relationship between creativity and mathematical creativity? (5) Is there any relationship between motivation in Mathematics and mathematical creativity? In order to answer these questions two instruments were developed: The Creativity Test in Mathematics and the Motivation Scale in Mathematics. In addition to these instruments, the Torrance Tests of Creative Thinking were administered. For the analysis of the data collected, the test *t* of Student and a Pearson Correlation were used. The results indicated that there are no significant differences between male and female students in relation to creativity measures in the Torrance Tests of

Creative Thinking. However, the male students presented superior performance in comparison to female students in relation to creativity in Mathematics. As for motivation in relation to Mathematics, the male students demonstrated a more favorable perception to two of the six factors in the scale – Games and Challenges and Problem Resolution – whereas the female students demonstrated a more favorable perception only towards the factor Studying Habits. In the other factors no significant differences were found. The data analysis showed that there is positive correlation between creativity and creativity in Mathematics and between motivation and creativity in Mathematics.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

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, elaboração de idéias e inventividade devem estar incluídos entre os objetivos educacionais. Estes objetivos devem ainda proporcionar o fortalecimento de traços de personalidade, tais como espontaneidade, sensibilidade, senso estético e atitude questionadora também sejam desenvolvidos, pois normalmente estão associados ao processo criativo.

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.

Considerando a importância de se desenvolver a criatividade nos diversos componentes curriculares, mas, ao mesmo tempo, considerando a impossibilidade de realizar um estudo sobre como a criatividade pode ser estimulada e avaliada em cada área do conhecimento, este trabalho se dedica a refletir sobre a criatividade na Matemática e suas relações com a motivação nesta área.

A Matemática não foi escolhida por acaso para este estudo. Além de ser o tema de preferência do autor, esta área do conhecimento, especialmente a parte relacionada ao ensino, ainda carece de pesquisas e metodologias voltadas para o desenvolvimento das habilidades matemáticas, entre elas, a criatividade.

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, das medidas e 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.

Huete e Bravo (2006), ao se referirem à Matemática, a distinguem de outras áreas do conhecimento em função do seu aspecto formal e abstrato e por sua natureza dedutiva. Todavia, consideram que a construção do pensamento matemático não se inicia pelos processos formais, mas a partir de uma atividade concreta sobre os objetos (ou idéias), que permite compreendê-los a partir de seus atributos, relacionando-os e identificando padrões. Neste processo, aqueles que estão se dedicando à Matemática, necessitam da intuição como processo mental. Essa intuição possibilita transformar esse objeto, representá-lo, explicá-lo, fazer previsões sobre ele e a partir dele. Em seu processo de construção, a Matemática deve ser percebida como elemento que faz parte da bagagem cultural das pessoas, integrada às demais ciências.

Para D’Ambrósio (2001), a Matemática surgiu como “uma estratégia desenvolvida pela espécie humana ao longo de sua história para explicar, para entender, para manejar e conviver com a realidade sensível, perceptível, e com o seu imaginário, naturalmente dentro de um contexto natural e cultural” (p. 82). Pode-se então, concluir que “não se aprende matemática, faz-se” (Huete & Bravo, 2006, p. 21).

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. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM (Brasil, 1999),

> Possivelmente, não existe nenhuma atividade da vida contemporânea, da música à informática, do comércio à meteorologia, da medicina à cartografia,

> das engenharias às comunicações, em que a Matemática não compareça de maneira insubstituível para codificar, ordenar, quantificar e interpretar compassos, taxas, dosagens, coordenadas, tensões, freqüências e tantas outras variáveis houver. (pp. 21-22)

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 (1ª a 4ª séries) 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, selecionado procedimentos e verificando sua adequação (Brasil, 1997, p. 7). (grifo nosso)

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**, o trabalho coletivo, a iniciativa pessoal e a autonomia do desenvolvimento da confiança na própria capacidade de conhecer e enfrentar desafios (Brasil, 1997, p. 31). (grifo nosso)

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 na página anterior (Brasil, 1998).

Em relação ao Ensino Médio, os Parâmetros Curriculares Nacionais indicam, entre outros objetivos, que o trabalho com a Matemática visa “desenvolver as capacidades de raciocínio e resolução de problemas, de comunicação, bem como o **espírito crítico e criativo**” (Brasil, 1999, p. 85) (grifo nosso). Estes parâmetros sinalizam também, ao tratar da organização curricular para o ensino da Matemática, que esta disciplina deve ser desenvolvida de modo a exercer dois papéis: um formativo e outro instrumental. O papel formativo destina-se a

> Formar no aluno a capacidade de resolver problemas de investigação genuínos, gerando hábitos de investigação, proporcionando confiança e desprendimento para analisar e enfrentar situações novas, propiciando a formação de uma visão ampla e científica da realidade, a percepção da beleza e da harmonia, **o desenvolvimento da criatividade** e o de outras capacidades pessoais (Brasil, 1999, p. 82). (grifo nosso).

O papel instrumental está voltado para o aprendizado de técnicas e estratégias para serem aplicadas nas diversas ciências, inclusive, na própria Matemática, contribuindo para o avanço do conhecimento e para a compreensão e solução dos problemas encontrados no cotidiano.

A integração destes dois papéis deveria orientar a organização do trabalho pedagógico com a Matemática, em nossas escolas, a fim de favorecer uma aprendizagem contextualizada, integrada e relacionada a outros conhecimentos. Isto desenvolveria competências e habilidades que são essencialmente formadoras, uma vez que instrumentalizam e estruturam o pensamento do aluno, capacitando-o para compreender e interpretar situações, para se apropriar de linguagens específicas, argumentar, analisar e avaliar, tirar conclusões próprias, tomar decisões e fazer generalizações.

Os PCNEM sugerem ainda, que para produzir uma educação de qualidade, o ensino da Matemática deve suplantar a realidade existente na maioria das escolas brasileiras, marcado pela fragmentação, descontextualização e ensino mecânico. Essa realidade tem gerado, nos alunos, desinteresse e indiferença em relação a este componente curricular, produzindo ao longo da história escolar discente um sentimento de fracasso e incapacidade para compreender e resolver problemas matemáticos.

Os sentimentos gerados nos alunos têm sido disseminados, constituindo-se representações negativas acerca da Matemática, sendo tratada como difícil, impossível de aprender, “bicho papão” ou, ainda, que é somente para gênios (Martins, 1999; Santos & Diniz, 2004; Silveira, 2002).

Podemos perceber isso através dos baixos índices de proficiência nesta área do conhecimento, expressos em testes oficiais como o Sistema de Avaliação da Educação Básica – SAEB, aplicados a cada dois anos pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, autarquia vinculada ao Ministério da Educação do Brasil – MEC, que avalia competências em Língua Portuguesa e Matemática com alunos de 4ª e 8ª séries do Ensino Fundamental e 3ª série do Ensino Médio. Os dados relativos à avaliação realizada em 2003 indicam que apenas 6,9% dos alunos brasileiros que estão na última série do Ensino Médio se encontram no nível adequado de construção das competências e habilidades matemáticas. Os demais alunos desta série se encontram nos estágios anteriores, a saber, intermediário (24,3%), crítico (62,3%) e muito crítico (6,5%) (INEP, 2004a).

A última avaliação realizada pelo SAEB foi em 2005 e os resultados encontrados mostram que o nível de proficiência dos alunos caiu em relação ao da avaliação de 2003, na qual a nota média na 3ª série do Ensino Médio era de 278,7 pontos, passando em 2005 para 271,3 pontos. A diferença de 7,4 pontos entre as duas avaliações é estatisticamente significativa para o nível de confiança de 95%. Ressalta-se que os dados de 2005 publicados até o momento não apresentam classificação em níveis, tal qual o de 2003.

Esses dados deveriam ser tomados com mais seriedade nas reflexões e tomadas de decisões relativas à organização curricular e ao planejamento de políticas públicas para educação, de modo que ações pedagógicas possam ser implementadas com vistas à superação desta realidade.

Entretanto, parte da responsabilidade por esta realidade deve-se à forma como o trabalho pedagógico tem sido conduzido nas escolas, faltando oportunidades para que o aluno seja estimulado a usar o seu potencial durante as aulas de Matemática. O "é assim que se faz" do professor, do livro didático e dos outros materiais utilizados não permitem que o aluno tenha liberdade e condições para pensar, imaginar, explorar, descobrir, levantar hipóteses, fazer estimativas, experimentar suas próprias intuições e atribuir seus próprios significados e desenvolver sua criatividade (Dante, 1988).

Face às dificuldades presentes no processo de organização do trabalho pedagógico com a Matemática e face aos resultados negativos que os alunos têm obtido nesta área, diversas pesquisas têm sido conduzidas a fim de conhecer melhor a realidade do ensino, propondo estratégias de intervenção para a construção de um aprendizado com qualidade. A preocupação deste estudo, entre os diversos temas possíveis de se investigar nesta área, volta-se para a compreensão, para o estímulo e para a avaliação da criatividade em Matemática. A produção acadêmica sobre esta temática é incipiente no Brasil, além de que não há, nos documentos oficiais que orientam a educação e o ensino de Matemática, uma definição do que seja potencial criativo ou de criatividade para que se possa estabelecer estratégias para o seu desenvolvimento. Observa-se, entretanto, que um dos objetivos e um dos papéis da Matemática no Ensino Médio, expressos nos PCNEM, fazem referência explícita à criatividade.

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 criatividade, 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.

Poder-se-ia questionar que outros motivos justificariam estudar criatividade em Matemática, além da ausência de literatura nacional específica sobre este tema. Tobias (2004) enfatiza que o trabalho pedagógico que visa promover a criatividade em Matemática colabora para a superação da ansiedade envolvida em sua aprendizagem, além de quebrar barreiras que impedem o sucesso nesta área. Além disso, possibilita ao professor e aos alunos uma nova dinâmica no espaço/tempo de aprendizagem da Matemática, propiciando a ambos a experiência matemática da criação, da modelação e da explicação do objeto de estudo. Acrescenta ainda a autora, que o desenvolvimento da criatividade em Matemática possibilita repensar esta área como carreira profissional, pois, na atualidade, tem atraído poucos jovens.

Ao tratar da especificidade da criatividade em Matemática, Smale, citado por D'Ambrósio (2004), destaca a importância do seu desenvolvimento, dizendo que

> Matemática é mais como arte que as demais ciências. A Matemática tende a ser correta. Mas também a Matemática tende a ser irrelevante. Há um grande risco de a Matemática se preocupar com coisas que são corretas, mas não são importantes (p. 29)

Para Smale, a criatividade é o elemento que fará com que a Matemática seja, ao mesmo tempo, correta, útil e prazerosa.

CAPÍTULO II

REVISÃO DE LITERATURA

Esta seção tem por objetivo revisar teorias e pesquisas acerca das relações entre criatividade e Matemática. A primeira parte apresenta um panorama do desempenho de estudantes e da população brasileira em relação à Matemática, destacando os resultados de processos de avaliação realizados no Brasil, com o objetivo de mostrar a realidade existente, evidenciando a necessidade de se repensar a organização do trabalho pedagógico nesta área. A segunda parte destina-se a apresentar alguns modelos de estudo da criatividade, especificamente os fundamentados nas abordagens sistêmicas. Os estudos relativos à criatividade em Matemática serão apresentados na terceira parte, incluindo estratégias para desenvolver e avaliar a criatividade neste campo. Finalmente, são examinadas as Teorias Francesas da Didática da Matemática, sob a Perspectiva de Sistemas, a inter-relação entre gênero e Matemática.

Retratos do Ensino da Matemática no Brasil

O Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) é um sistema já consolidado de avaliação de competências relacionadas à Leitura e à resolução de problemas em Matemática, realizado com alunos de 4ª e 8ª séries do Ensino Fundamental e 3ª série do Ensino Médio. Este sistema existe desde 1990 e o teste é realizado a cada dois anos. A última edição desta avaliação ocorreu em 2005, porém, os dados coletados ainda não estão completamente disponíveis, uma vez que foram divulgadas apenas as médias dos testes aplicados. Em função disto, serão feitas considerações sobre este sistema a partir dos dados da avaliação que ocorreu em 2003. Ressalta-se, entretanto, que os resultados de 2005 mostram uma queda no nível de proficiência dos alunos (INEP, 2007).

Os resultados obtidos pelos alunos são classificados pelo SAEB em quatro níveis de proficiência, a saber: muito crítico, crítico, intermediário e adequado. Em cada série avaliada, estes níveis descrevem as competências que os estudantes já desenvolveram. A Tabela 1 apresenta a distribuição dos alunos brasileiros por estes níveis, em relação à Matemática, segundo os resultados do SAEB 2003:

Tabela 1

Estudantes por Níveis de Proficiência – SAEB 2003 (%)

	Muito Crítico	Crítico	Intermediário	Adequado
4ª série EF	11,5	40,1	41,9	6,4
8ª série EF	7,3	49,8	39,7	3,3
3ª série EM	6,5	62,3	24,3	6,9

Fonte: INEP (2004a).

Estes resultados apontam que mais de 50% dos alunos se encontram nos níveis muito crítico e crítico, chegando, na 3ª série do Ensino Médio, a um patamar de quase 70% dos alunos. Isso é uma evidência, entre outros indicadores, de que o trabalho pedagógico desenvolvido nas escolas não tem atingido seus objetivos no campo da Matemática e, lamentavelmente, tem promovido uma perda gradativa na aprendizagem escolar nesta área, pois, os dados indicam que os alunos, à medida em que avançam nos níveis de ensino, apresentam desempenho inferior em relação ao estágio escolar anterior.

Para ilustrar o que significa cada um destes níveis, apresentaremos, de forma resumida, a descrição das competências matemáticas relativas à 3ª série do Ensino Médio, que é a etapa final da educação básica brasileira. Os alunos que se encontram no nível "muito crítico" não conseguem responder a comandos operacionais elementares compatíveis com a 3ª série do Ensino Médio, conseguindo apenas fazer a construção, leitura e interpretação de gráficos simples; fazem uso de propriedades de figuras geométricas planas e têm a compreensão de funções de 1° e de 2° graus.

Aqueles que se encontram no nível "crítico" desenvolvem algumas habilidades elementares de interpretação de problemas, mas não conseguem transpor o que está sendo pedido no enunciado para uma linguagem matemática específica, estando, portanto, muito aquém do exigido para a 3ª série do Ensino Médio. Eles realizam a construção, leitura e interpretação gráfica; fazem uso de algumas propriedades e características de figuras geométricas planas e resolvem funções logarítmicas e exponenciais.

No nível "intermediário" encontram-se os alunos que apresentam algumas habilidades de interpretação de problemas. Estes fazem uso de linguagem matemática específica, porém a resolução é insuficiente ao que é exigido para esta série. Neste nível, os alunos reconhecem e utilizam alguns elementos de geometria analítica, resolvem equações polinomiais e reconhecem algumas operações dos números complexos. Além disso, utilizam o conceito de progressão geométrica para identificar o termo seguinte de uma seqüência dada; calculam a probabilidade de um evento em problema simples e identificam em um gráfico de função o comportamento de crescimento/decrescimento da mesma.

Os resultados da avaliação indicam que os alunos que estão no nível "adequado" interpretam e sabem resolver problemas de forma competente e fazem uso correto da linguagem matemática específica. Apresentam habilidades compatíveis com a série em questão. Reconhecem e utilizam elementos de geometria analítica, equações polinomiais e desenvolvem operações com os números complexos. Além disso, são capazes de resolver problemas, distinguindo funções exponenciais crescentes e decrescentes, entre outras habilidades.

Observa-se que apenas 6,3% dos alunos que responderam ao teste se encontram no nível "adequado". Isto mostra que a maioria dos estudantes brasileiros, ao concluir o Ensino Médio, não desenvolveu as habilidades necessárias para o uso competente da Matemática em diversas situações do cotidiano e para resolver problemas relacionados às diversas áreas do conhecimento.

Estes dados são preocupantes, pois o nível de proficiência tem diminuído a cada edição da avaliação realizada pelo SAEB. Comparando as médias de proficiência nos últimos dez anos (1995-2005), houve uma diminuição de 10,6 pontos na média dos alunos da 3ª série do Ensino Médio. Em relação ao ano de 2003, a média de 2005 caiu 7,4 pontos, passando de 278,7 para 271,3 pontos (INEP, 2007).

Outros estudos confirmam os dados encontrados nas avaliações do SAEB, entre eles, o realizado pelo Instituto Paulo Montenegro, em parceria com a organização não-governamental Ação Educativa, cujo objetivo foi a construção de um indicador nacional capaz de gerar informações mais detalhadas (e continuamente atualizadas) sobre os níveis de alfabetismo funcional da população brasileira, jovem e adulta, inserida ou não no sistema escolar, de modo a contribuir para o dimensionamento e para uma melhor compreensão de questões relativas às possibilidades e às restrições de acesso a bens culturais da sociedade letrada (Fonseca, 2004). Este estudo contemplou as habilidades matemáticas.

A pesquisa sobre o índice nacional de alfabetização funcional realizada pelo IBOPE, em 2002, contou com a participação de 2000 indivíduos entre 14 e 65 anos, escolhidos por especialistas daquele Instituto, com base num amplo conjunto de informações sobre a população alvo, alcançando as mais diferentes regiões do país, em termos de localização geográfica, condições de urbanização, níveis socioculturais, econômicos, de escolaridade, considerando, ainda, o perfil de distribuição étnica e de gênero da população brasileira. Foram propostas aos entrevistados 36 tarefas de complexidade variada, que demandavam habilidades de leitura e escrita de números e de outras representações matemáticas de uso social freqüente (gráficos, tabelas, escalas) e análise ou solução de situações-problema envolvendo operações aritméticas simples (adição, subtração, multiplicação e divisão), raciocínio proporcional, cálculo de porcentagem, medidas de tempo, massa, comprimento e área.

As situações de leitura, análise e cálculo eram propostas oralmente pelo entrevistador, que também recorreu à manipulação de suportes conhecidos da população em geral, tais como calendário, cédulas e moedas, folhetos de propaganda, jornal, mapa e aparelhos simples de medida (relógio, fita métrica, régua). A resposta produzida pelo entrevistado era também comunicada oralmente ou mesmo utilizando recursos gestuais (apontar, por exemplo); uma única questão exigia uma produção escrita (anotar o número do telefone). O entrevistado poderia, entretanto, na execução das tarefas, fazer uso de recursos como lápis e papel e calculadora, que estavam à sua disposição durante a entrevista. Os entrevistados também responderam a um questionário para levantamento de suas condições socioculturais e econômicas, de suas práticas de leitura e de cálculo, e ainda seu próprio julgamento sobre suas capacidades de leitura e cálculo.

O que se considerou como habilidade matemática quando da proposição de sua abordagem na construção de um indicador de alfabetismo foi a capacidade de mobilização de conhecimentos associados à quantificação, à ordenação, à orientação, e a suas relações, operações e representações na realização de tarefas ou na resolução de situações-problema.

Os dados obtidos foram classificados em 3 níveis de alfabetismo funcional e também foi definido um patamar abaixo do qual se considerou estar o indivíduo em situação de analfabetismo funcional.

Em situação de analfabetismo matemático estariam aqueles que não demonstraram dominar sequer habilidades matemáticas mais simples, como ler o preço de um produto em um anúncio ou anotar um número de telefone ditado pelo entrevistador. Os resultados da pesquisa indicam que apenas 3% da população brasileira de 14 a 65 anos se encontram nessa situação de analfabetismo matemático.

O nível 1 de alfabetismo matemático caracteriza-se pelo sucesso apenas em tarefas de leitura de números de uso freqüente em contextos específicos: preços, horários, números de telefone, instrumentos de medida simples (relógio, fita métrica). O indivíduo, neste nível 1 de alfabetismo matemático, é capaz de anotar o número do telefone ditado por alguém, ver as horas em relógio de ponteiros, medir um comprimento com fita métrica e verificar num calendário em que dia da semana cai certa data. Neste nível, segundo a pesquisa, encontram-se 32% da população brasileira de 14 a 65 anos.

Já os entrevistados classificados no nível 2 de alfabetismo matemático, 44% de toda a amostra, demonstram dominar completamente a leitura de números naturais, independente da ordem de grandeza, e são capazes de ler e comparar números decimais que se refiram a preços, contar dinheiro e fazer troco. Também são capazes de resolver situações envolvendo operações usuais, de adição e subtração, com valores em dinheiro, e mesmo em situações que recaiam em uma multiplicação, quando não conjugada com outras operações. A maioria recorre à calculadora na execução dos cálculos envolvidos nas tarefas. Vale destacar ainda que a capacidade de identificar a existência de relação de proporcionalidade direta entre preço e quantidade, e de proporcionalidade inversa entre números de prestações e o valor da prestação, só começa a ser verificada quando o indivíduo atinge o nível 2 de alfabetismo funcional em Matemática.

Finalmente, o nível 3 de alfabetismo matemático reúne indivíduos em cujo desempenho foi identificada a capacidade de adotar e controlar uma estratégia na resolução de problemas que demandam a execução de uma série de operações. Só esse grupo executa com tranqüilidade tarefas envolvendo cálculo proporcional (por exemplo, se o metro de fita custa R$ 2,00, quanto custará 80 cm de fita?). Também é neste nível que o indivíduo demonstra certa familiaridade com algumas apresentações gráficas como mapas, tabelas, gráficos. E nesse nível, encontram-se apenas 21% da população brasileira de 14 a 65 anos.

Segundo Fonseca (2004), uma análise do índice de acerto, questão por questão, revela que a maior dificuldade dos entrevistados não está em “fazer contas”, mas em resolver problemas. Na vida e na escola, as pessoas parecem ter sido treinadas para a execução de tarefas pré-definidas, mas não para a análise de situações, para o estabelecimento de um plano, para a seleção e/ou a busca de dados relevantes, para a execução articulada e o controle dessa execução de procedimentos criados ou adaptados, para a interpretação e a crítica dos resultados encontrados e sua disponibilização para novos usos futuros.

> A indicação de que apenas 21% da população brasileira consegue compreender informações a partir de gráficos e tabelas, freqüentemente estampados nos veículos de comunicação, é absolutamente aflitiva, na medida em que sugere que a maior parte dos brasileiros encontra-se privada de uma participação efetiva na vida social, por não acessar dados e relações que podem ser importantes na avaliação de situações e na tomada de decisões. (Fonseca, 2004, p. 23)

Os dados apresentados, relativos aos resultados obtidos pelo SAEB e pelo INAF, são compatíveis com os resultados obtidos pelo Programa Internacional de Avaliação de Estudantes – PISA (INEP, 2004b), que é um programa de avaliação comparada cuja principal finalidade é avaliar o desempenho de alunos de 15 anos de idade, em 41 países, na maioria membros da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), que inclui 30 nações, além de convidados. Da América Latina participam Brasil, Uruguai e México. O PISA aplica testes com ênfases distintas em três áreas. Em 2000, o foco foi na Leitura, com Ciências e Matemática em segundo plano. Em 2003, a área principal foi a Matemática, com Leitura e Ciências no segundo plano. Em 2006, a avaliação teve ênfase em Ciências e, em 2009, a Leitura volta a ser avaliada com mais profundidade. No Brasil, este programa é coordenado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP.

Em 2003, em nosso país, foram avaliados estudantes de 229 escolas das cinco regiões, distribuídas entre estabelecimentos das zonas urbana e rural, das redes pública e privada. Por meio de 60 perguntas (a maioria de Matemática e o restante dividido entre Leitura e Ciências), foram avaliados 4.452 alunos.

O teste do PISA avalia quatro áreas de conteúdos abordados em Matemática: “Espaço e forma”, “Mudança e relação”, “Quantidade” e “Incerteza”. Em cada uma dessas áreas, os estudantes foram classificados segundo seis níveis de proficiência em Letramento Matemático. No nível abaixo de 1 ficam aqueles que chegam a 358 pontos; no nível 1, aqueles que obtiveram de 358 a 420 pontos; no nível 2, de 421 a 482 pontos; no nível 3, de 483 a 544 pontos; no nível 4, de 545 a 606 pontos; no nível 5, de 607 a 668 pontos e no nível 6, de 669 pontos para cima.

Para a OCDE, encontram-se no nível 1 os estudantes que conseguem responder questões envolvendo contextos familiares, onde toda a informação está presente e as questões estão claramente definidas. Esses alunos são capazes de identificar informações e realizar procedimentos rotineiros, de acordo com instruções diretas em situações explícitas. Podem desempenhar ações óbvias e seguir as informações presentes nos estímulos dos itens.

No nível 2, os estudantes conseguem interpretar e reconhecer situações em contextos que requerem nada além do que uma inferência direta. Eles podem extrair informações relevantes de uma única fonte de informação e utilizar um método de representação. Alunos neste nível podem empregar algoritmos, fórmulas e procedimentos básicos e são capazes de raciocinar de forma direta e realizar interpretações literais de resultados.

No nível 3, os estudantes conseguem executar procedimentos claramente descritos, selecionar e pôr em prática estratégias de resolução de problemas simples. Conseguem interpretar e utilizar representações baseadas em diferentes fontes de informação, além de refletir diretamente sobre elas. Podem desenvolver comunicações curtas para relatar suas interpretações, resultados e raciocínios.

Os estudantes do nível 4 podem trabalhar efetivamente com modelos explícitos sobre situações complexas concretas, que podem envolver situações difíceis ou necessitar tomadas de decisões. Podem selecionar e integrar diferentes representações, incluindo simbólicas, ligando-as diretamente a aspectos da vida real. Utilizam habilidades de raciocínio bem desenvolvidas e conseguem refletir de forma flexível.

No nível 5, os alunos são capazes de desenvolver trabalhos com modelos sobre situações complexas, identificando problemas e especificando suposições. Podem selecionar, comparar e avaliar estratégias apropriadas de resolução de problemas para lidar com problemas complexos relativos a esses modelos. Alunos nesse nível podem ainda trabalhar estrategicamente utilizando habilidades de raciocínio desenvolvidas e abrangentes, representantes apropriadas, caracterizações simbólicas e formais. Eles podem refletir sobre suas ações formulando e comunicando suas interpretações e raciocínios.

Os alunos que se encontram no nível 6 conseguem conceitualizar, generalizar e utilizar informações baseadas em suas próprias investigações e modelagem de situações-problema complexas. Eles podem concatenar diferentes fontes e representações de informação e traduzi-las flexivelmente. Alunos neste nível são capazes de pensar e raciocinar matematicamente de forma avançada. Esses alunos podem aplicar seus conhecimentos para desenvolver abordagens e estratégias para lidar com novas situações através do domínio de operações matemáticas simbólicas e formais. Estudantes neste nível conseguem formular e comunicar precisamente suas ações e reflexões sobre achados, interpretações, argumentos e suas pertinências. A avaliação geral do Pisa 2003 é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2

Resultados do PISA 2003 (%)

Níveis	Percentual de Brasileiros
Abaixo do Nível 1	53,3
Nível 1	21,9
Nível 2	14,1
Nível 3	6,8
Nível 4	2,7
Nível 5	0,9
Nível 6	0,3

Fonte: INEP (2004b).

Cabe ressaltar que, em 2003, menos da metade dos alunos participantes do PISA (46,32%) estava no primeiro ano do Ensino Médio, ou seja, na série adequada para a idade. Na sétima série, 11,84%, na oitava, 21,86%, na segunda série do Ensino Médio, 19,47% e na terceira série, 0,52%. Os alunos que ainda estavam no Ensino

Fundamental (33,7%) não tinham tido acesso a todo o conteúdo avaliado no teste. Isso pode explicar, em parte, o baixo rendimento dos estudantes brasileiros.

Mesmo considerando as diferenças existentes entre o SAEB, o INAF e o PISA, especialmente as diferenças em relação à amostra e às competências que eles avaliam, os dados obtidos por cada um destes testes nos mostram o quão pouco os estudantes e a população brasileira dominam a Matemática.

Uma explicação refere-se à predominância, no contexto escolar, de apresentar a Matemática, geralmente, de uma única maneira e seguindo um modelo curricular linear, na maioria das vezes orientado, exclusivamente, pelos livros e materiais didáticos. É como se a construção dos conhecimentos matemáticos, ao longo de seu desenvolvimento histórico, tivesse obedecido a uma ordem linearmente disposta e como se os processos de resolução de problemas fossem únicos. Cada problema possuindo uma única possibilidade resolutiva, em geral, baseada em algum procedimento algorítmico. Essa Matemática, assim concebida, não estimula a autonomia, as habilidades criativas do aluno e o desenvolvimento de suas competências na área.

Criatividade

A criatividade, segundo Martínez (2006, p. 70), “se expressa na produção de algo que é considerado ao mesmo tempo novo e valioso em um determinado campo da ação humana”. Alencar e Fleith (2003b) destacam que “a criatividade implica a emergência de um produto novo, seja uma idéia ou uma invenção original, seja a reelaboração e o aperfeiçoamento de produtos ou idéias já existentes” (p. 13-14).

Os estudos desenvolvidos em criatividade têm buscado compreender quais são os fatores facilitadores e inibidores de sua expressão, mensurando-os a fim de estabelecer estratégias para o seu desenvolvimento.

As pesquisas, geralmente, se concentram em um dos elementos envolvidos na produção criativa. Dessa forma, as pesquisas têm enfocado as seguintes categorias (Feldhusen & Goh, 1995): a pessoa (características cognitivas, qualidades emocionais e de personalidade, experiências ao longo da vida); o produto (avalia-se se este é novo, tem valor e utilidade social e se causa impacto); o processo (as etapas do desenvolvimento de um produto criativo) e o ambiente (elementos ambientais envolvidos na promoção ou inibição de habilidades criativas, como fatores de ordem física, social, cultural etc).

Hoje já existe uma preocupação em realizar pesquisas que enfatizam a integração destas diversas categorias, por meio da conjugação de mais de um dos elementos categorizados por Feldhusen e Goh (1995), especialmente a pessoa e o ambiente. Sternberg e Lubart (1999), por exemplo, salientam que para compreender a criatividade é necessária uma abordagem multidisciplinar, pois estudos isolados proverão apenas uma visão parcial e incompleta do fenômeno.

Três modelos refletem esta visão sistêmica, atual de criatividade: a Teoria do Investimento em Criatividade, o Modelo Componencial da Criatividade e a Perspectiva de Sistemas.

Teoria do Investimento

A Teoria da Criatividade como Investimento (Sternberg & Lubart, 1999) defende que os pensadores criativos são como investidores: eles compram barato e vendem caro. Enquanto os vendedores fazem isso no mundo das finanças, as pessoas criativas fazem isso no mundo das idéias. Para Sternberg e Lubart, a criatividade é estimulada por comprar barato e vender caro no mundo das idéias – por desafiar as massas. Consideram que a criatividade é tanto uma decisão pessoal e uma atitude em relação à vida como uma questão de capacidade. Para o seu desenvolvimento, postulam que a criatividade requer a confluência de seis distintas fontes, inter-relacionadas: habilidades intelectuais, conhecimento, estilos de pensamento, personalidade, motivação e ambiente.

As habilidades intelectuais referem-se à capacidade de analisar problemas sob ângulos diferentes daquele em que este se apresentou, fugindo de formas convencionais; capacidade de reconhecer quando uma idéia é boa ou ruim; e capacidade de convencer os outros sobre o valor de suas idéias.

O conhecimento diz respeito ao domínio que a pessoa deve ter de uma determinada área para introduzir mudanças. Os estilos de pensamento são importantes, pois se referem às preferências para pensar sob novos caminhos que guiarão as próprias escolhas. Certos atributos de personalidade são considerados essenciais para a produção criativa, entre eles, podemos destacar alguns: autoconceito positivo e abertura para problemas, ausência de medos para correr riscos e tolerância a ambigüidades. A motivação intrínseca também é considerada essencial para a criatividade, pois as pessoas só produzirão bem se realmente gostarem do que fazem. O ambiente é necessário para receber e gratificar as idéias criativas; por outro lado, sem um ambiente de suporte, a criatividade possivelmente não despertará.

Modelo Componencial

O Modelo Componencial da Criatividade, elaborado por Amabile (1989), descreve o desenvolvimento da criatividade por meio da interação entre três elementos: habilidades de domínio, processos criativos relevantes e motivação intrínseca.

O primeiro componente é habilidade de domínio, isto é, ter conhecimentos em uma determinada área, tanto em relação aos fundamentos teóricos quanto em relação aos de natureza prática. As habilidades de domínio podem se referir às áreas artísticas, tecnológicas ou acadêmico-científicas.

O segundo componente referem-se aos processos criativos relevantes, que englobam estratégias, hábitos, modelos e habilidades típicas do pensamento criativo. Isto inclui a observação de situações a partir de diferentes pontos de vista, uso de metáforas, exploração e elaboração de problemas. Este componente engloba também habilidades como concentração, clareza, organização e tolerância a ambigüidades.

O último componente descrito por Amabile é a motivação intrínseca, isto é, a motivação que vem do interior da pessoa e não a partir de forças externas. Para a autora, as pessoas são muito mais criativas quando estão motivadas, primeiramente, pelo interesse, envolvimento, desafio e satisfação pelo trabalho e não por pressões externas. Nesta área são identificados três elementos distintos: o interesse, a competência e a determinação.

Perspectiva de Sistemas

“Toda pessoa é potencialmente criativa” (Nakamura & Csikszentmihalyi, 2003, p. 189). Então, por que existem pessoas que apresentam um maior volume de idéias ou produtos criativos? Csikszentmihalyi nos diz que a criatividade depende mais do contexto social e cultural do que das características do indivíduo, embora considere que diferenças genéticas possam estar envolvidas, mas que não são determinantes.

A proposta de Csikszentmihalyi (1988, 1999a) considera criatividade como resultante da interação de três sistemas: indivíduo (bagagem genética e experiências pessoais), domínio (cultura e produção científica) e campo (sistema social). Dessa forma, enfatiza que a compreensão do processo criativo transcende às características individuais de cada pessoa, sendo necessária, também, a investigação destes dois outros sistemas, uma vez que os três juntos, propiciarão a produção criativa. A "criatividade somente poderá ser compreendida se adotada uma perspectiva que integre as experiências individuais com as forças sociais, incluindo o contexto simbólico gerado nas oportunidades culturais" (Nakamura & Csikszentmihalyi, 2003, p.188).

O sistema domínio é um corpo de saberes formalmente organizado que está relacionado a uma determinada área do conhecimento. Sua função é a preservação dos conhecimentos selecionados por um conjunto de especialistas (campo) para a transmissão às novas gerações.

O sistema campo é composto por todas as pessoas que podem afetar a estrutura do domínio. Sua primeira função é a preservação do domínio como ele é, a segunda função é selecionar criteriosamente novas abordagens que serão incorporadas ao domínio. Em cada área do conhecimento ou da produção (artística, cultural, industrial etc.) existirá um grupo de especialistas que, em função de suas experiências e conhecimentos, será considerado para a análise e julgamento dos elementos que poderão ser incorporados ao domínio.

O sistema indivíduo refere-se aos processos cognitivos, à personalidade e aos valores e motivações da pessoa criativa (Nakamura & Csikszentmihalyi, 2003).

Considerando estes aspectos, Nakamura e Csikszentmihalyi buscaram responder a seguinte questão: “como o curso de vida muda em relação à criatividade?” Apesar da complexidade da pergunta, destacaram dois elementos significativos para compreender o processo criativo ao longo da vida.

O primeiro refere-se a algumas características de personalidade, tais como curiosidade, independência, autoconceito positivo, atração por problemas complexos e ausência de medo para correr riscos. Estas características, independentemente da idade do indivíduo, poderão levá-lo a uma produção criativa, desde que as condições ambientais (segundo elemento) favoreçam esta produção. Os autores afirmam que mesmo os idosos, potencialmente, podem continuar produzindo novos e relevantes elementos (idéias, objetos etc.) para o seu grupo social. Os autores concordam que o desgaste de algumas funções neurológicas poderá comprometer a produção criativa dos “mais velhos”.

Em relação ao modelo proposto, que envolve o indivíduo, o campo e o domínio, a pessoa tem como função promover variações no domínio, pois toma informações provenientes da cultura e as transforma. Quando estas mudanças são valorizadas pela sociedade, são incluídas no domínio, constituindo-se assim, em novos pontos de partida para as próximas gerações. Dessa forma, para que a criatividade ocorra, um conjunto de regras e práticas deve ser transmitido do domínio para o indivíduo. O indivíduo deve produzir mudanças no domínio. Porém, as variações precisam ser selecionadas pelo campo para sua inclusão no domínio.

A interação entre estes três sistemas - pessoa, campo e domínio - deve ser estudada de forma articulada, relacionando-os entre si, observando como interagem e como produzem mudanças em suas estruturas, assim como devem ser estudados separadamente, a fim de aprofundar os conhecimentos em cada um destes sistemas, uma vez que cada um deles afeta e é afetado pelos outros. Estes sistemas representam três momentos de um mesmo processo criativo e as ações de todos eles são necessárias para que a criatividade se manifeste (Csikszentmihalyi, 1988).

Ressalta-se que os modelos propostos por Sternberg e Amabile guardam entre si alguns elementos comuns e também se relacionam com aspectos tratados por Csikszentmihalyi. O que aproxima os três modelos é o reconhecimento de que o ambiente interfere na produção criativa, destacando que fatores internos e externos (ambientais e sociais) ao indivíduo devem ser considerados no estudo da criatividade (Alencar & Fleith, 2003a).

Outras considerações acerca destes modelos, especialmente relativos à Perspectiva de Sistemas, adotada neste estudo, serão feitas na próxima seção deste trabalho, buscando destacar cada um dos seus sistemas a partir de situações relacionadas à criatividade em Matemática.

Criatividade em Matemática

Na literatura internacional, encontramos publicações que tratam do desenvolvimento e da avaliação da criatividade em Matemática (Hashimoto, 1997; Haylock, 1985, 1986, 1987, 1997; Livne, Livne & Milgram, 1999; Livne & Milgram, 2000; Muir, 1988; Sheffield, 2003; 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; Lopes & Brenelli, 2001; Onuchic, 1999; Onuchic & Allevato, 2004; Taxa & Fini, 2001; 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; Muir, 1988; Sriraman, 2004). Este trabalho foi um extensivo questionário publicado em 1902 no periódico francês *L'Enseigement 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 hábitos diários dos matemáticos que responderam ao instrumento. Entre os itens relativos ao processo de criação em Matemática, destacamos (Hadamard, 1954, p. 137):

(1) Busque em suas lembranças, em que momento e em que circunstâncias você começou a se interessar pelas ciências matemáticas? Você herdou sua preferência para ciências matemáticas? Existe algum dos seus ancestrais imediatos ou membros de sua família (irmãos, irmãs, tios, primos) particularmente bons em Matemática? Eles foram responsáveis, influenciando ou dando exemplos, para o desenvolvimento de sua propensão para a Matemática?

(2) Você é mais interessado pelas ciências matemáticas em função de suas características intrínsecas em ou função de suas aplicações no estudo dos fenômenos naturais?

(3) Como você estima o papel das tentativas e o papel da inspiração nas descobertas matemáticas? Este papel é sempre tão grande quanto parece ser?

Quanto aos itens que tinham por finalidade investigar os hábitos diários dos matemáticos, Poincaré formulou sentenças acerca de assuntos bem variados, entre os quais destacamos:

(1) Você acredita que é benéfico a um matemático observar algumas regras especiais de higiene como dieta, refeições regulares, tempo para repousar etc.?

(2) O que você considera como quantidade normal de horas de sono necessário diariamente?

(3) Você prefere trabalhar pela manhã ou à noite?

(4) Se você tirar férias, você gasta o seu tempo estudando Matemática (nesse caso, até que ponto?) ou você dedica o tempo inteiro para descansar e relaxar?

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, segundo Poincaré, tem um papel de destaque no processo da invenção matemática. 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.

> A intuição da ordem matemática, que nos leva a adivinhar harmonias e relações escondidas, não pertence a todas as pessoas. Umas não terão nem este sentimento delicado e difícil de definir, nem uma capacidade de memória e atenção acima do normal e serão assim totalmente incapazes de compreender uma Matemática de um nível um pouco mais elevado; são a maioria. Outras terão este sentimento não muito desenvolvido, mas possuirão uma memória pouco comum. Aprenderão os detalhes de memória, um a um; conseguirão compreender a Matemática e, algumas vezes, aplicá-la. A situação de criação está, no entanto, fora do seu alcance. Outras, por fim, possuirão uma intuição especial, num grau mais elevado, então, não só serão capazes de entender a Matemática, ainda que a sua memória não tenha nada de extraordinário, como poderão converter-se em criadores e conseguir inventar com maior ou menor êxito, conforme essa intuição está neles mais ou menos desenvolvida (p. 7).

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), no livro de sua autoria *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. Segue a descrição de cada um destes estágios.

Preparação – Para fazer uma descoberta nova, a pessoa tem que ter um corpo de conhecimento com que sintetizar, pois é improvável que um indivíduo perceberá aspectos significativos de um determinado conteúdo matemático sem algum conhecimento sobre ele. Para Hadamard, o processo criativo origina-se a partir de um estado equilibrado de prontidão. Ao comentar suas próprias experiências, ele provê exemplos de suas descobertas que aconteceram em função de um “olhar perspicaz” lançado a partir de trabalhos com certa inconsistência ou que não haviam sido concluídos anteriormente e que ainda não haviam sido percebidos pela comunidade de matemáticos. Ressalta que o conhecimento associado a esta “perspicácia” propiciou a ele a descoberta de solução para problemas até então não resolvidos pelos matemáticos. Desta maneira, a etapa de preparação atua de forma importante para o próximo estágio do processo criativo, a incubação.

Incubação – Este estágio é um período de relaxamento temporário no qual o problema com o qual se está trabalhando é colocado à parte. Assim, o subconsciente faz conexões entre os diversos saberes que a pessoa possui, organizando-os de modo a favorecer o surgimento de uma nova idéia para solucionar o problema ou a criação de uma nova abordagem para o mesmo. A este estágio, sucede o próximo, o momento de iluminação.

Iluminação – O terceiro estágio, iluminação, é aquele em que as idéias aparecem de forma súbita como uma possível solução para o problema que havia sido colocado à parte. Hadamard e Poincaré descrevem que este conhecimento súbito permite que o problema seja resolvido de forma “tranqüilamente” dedutiva. Poincaré diz que as iluminações revelam aspectos que guardam “parentescos” insuspeitos entre outros fatos conhecidos, mas que inicialmente pareciam ser estranhos entre si.

Verificação – O processo de verificação é necessário para assegurar o rigor e precisão das idéias que surgiram no momento da iluminação. Este também é o estágio no qual a idéia é formatada para apresentação ao público, podendo esta ser comunicada de forma escrita ou verbal.

Várias críticas surgiram em relação a esta seqüência de etapas, mas esta concepção ainda continua a ser apresentada como base de compreensão para o processo de resolução criativa de problemas (Morais, 2001; Sriraman, 2004).

Além dos trabalhos de Poincaré e de Hadamard, outros estudos acerca das habilidades matemáticas merecem ser citados, entre eles, os trabalhos do psicólogo russo Vadim A. Krutetskii (1976). Krutetskii destaca dois tipos de habilidades matemáticas: (a) habilidade criativa, que se refere à atividade no campo científico da Matemática, levando a novos resultados ou produção de conhecimentos que são significativos para a humanidade, constituindo-se em um produto valioso em termos sociais; (b) uma habilidade escolar, que se refere à aprendizagem e à proficiência em Matemática, adquiridas em processos de formação escolar nesta área, apropriando-se dos conhecimento e dos procedimentos de forma rápida e bem sucedida.

Quanto à criatividade em Matemática, Krutetskii, referindo-se ao contexto escolar, ressalta que este tipo de habilidade

> relaciona-se a um domínio criativo da Matemática, independente das condições de instrução escolar, relaciona-se também com a capacidade para a formulação, de forma independente, de problemas matemáticos não complicados, por encontrar modos e meios de resolver estes problemas, pela invenção de provas de teoremas, pela dedução independente de fórmulas e por encontrar métodos originais de resolver problemas não padronizados. (p. 68).

Krutetskii destacou ainda que o processo criativo ou o talento em Matemática envolve aspectos cognitivos, emocionais e motivacionais (em outras palavras, uma atitude apropriada, inclinação, interesse e uma necessidade para realizar a atividade matemática). A conjunção destes aspectos pode favorecer o desenvolvimento de habilidades matemáticas, tais como: velocidade do processo mental; habilidades computacionais; memória para símbolos, números e fórmulas; habilidade para conceitos espaciais e habilidade para visualizar relações matemáticas abstratas e dependências.

Outros psicólogos também se dedicaram ao estudo das habilidades matemáticas (Livne, Livne & Milgram, 1999; Livne & Milgram, 2000, 2006). Em trabalho recente nesta área, Livne e Milgram (2006) descreveram dois tipos de habilidades matemáticas, distinguindo-as em habilidades acadêmicas e habilidades criativas. O primeiro tipo refere-se a um tipo de inteligência geral aplicada à Matemática e reflete pensamento lógico, demonstrado por habilidades de cálculo, domínio de conceitos, princípios e fundamentos matemáticos e capacidade de apresentar argumentos plausíveis por meio do raciocínio matemático. Este tipo de habilidade é requerido em situações que possuem um único caminho para se chegar à solução. Para as autoras, as habilidades criativas se caracterizam pela percepção de padrões e relações, usando pensamento complexo e não algorítmico, e pela capacidade de apresentar pensamento original utilizando símbolos matemáticos que resultam em mais de uma estratégia de resolução ou em mais do que uma resposta correta.

Outras formas de compreender a criatividade em Matemática também foram encontradas. Citamos ainda Aiken (1973) para quem este tipo de criatividade deve ser compreendido sob duas perspectivas, uma relativa ao processo de produção matemática e outra relativa ao produto elaborado. O primeiro aspecto refere-se ao processo cognitivo envolvido no fazer matemática, concentrando-se nas qualidades do pensamento que o qualificam como criativo. Isto pode estar relacionado com a facilidade e a liberdade para mudar de uma operação mental para outra, ou ainda, pela habilidade de analisar um problema sob diferentes caminhos, observando características específicas e identificando semelhanças e diferenças entre os elementos envolvidos. Pode-se ainda compreender este primeiro aspecto como uma combinação entre idéias matemáticas, técnicas ou abordagens utilizadas de formas não usuais.

O segundo aspecto concentra-se especificamente no produto, isto é, naquilo que é possível observar. Assim, pode-se considerar a habilidade de criar um produto original ou não usual, tais como métodos possíveis de serem aplicados (e apropriados) para a solução de problemas matemáticos. Refere-se também à capacidade de elaborar numerosas, diferentes e apropriadas questões quando são apresentadas situações matemáticas por escrito, graficamente ou na forma de uma seqüência de ações.

Outro modelo para descrever a criatividade em Matemática foi proposto por Ervynck (1991), compreendendo três estágios. O primeiro estágio (estágio 0) consiste na aplicação técnica ou prática de regras e fundamentos matemáticos sem que o indivíduo tenha uma fundamentação teórica consistente, constituindo em uma etapa preliminar do processo. O segundo estágio (estágio 1) é o momento de atividades algorítmicas, que consiste na aplicação explicita de técnicas matemáticas por meio do uso de algoritmos repetidamente. O terceiro estágio (estágio 2) refere-se à atividade criativa, considerado pelo autor como o momento em que a verdadeira criatividade matemática ocorre e que consiste na tomada de decisões sem o uso de algoritmos.

Criatividade matemática refere-se ainda, segundo Makiewicz (2004), à atividade de construção, modernização e complementação do sistema de conhecimento por meio da percepção de regularidades, sensibilidade a problemas, formulação de hipóteses e elaboração de justificativas para proposições. Este tipo de criatividade envolve várias formas de atividade humana, que podem ser desenvolvidas por meio das seguintes habilidades: senso de proporção e simetria, habilidade para usar símbolos, visão espacial, compreensão e uso de perspectivas, capacidade de análise, síntese e pensamento abstrato.

Percebe-se que não existe um conceito preciso para criatividade em Matemática, apesar da presença de aspectos comuns nas definições apresentadas. Dessa forma, tomando algumas características presentes nas definições citadas e outras relativas à criatividade, consideraremos, neste trabalho, a criatividade em Matemática como a capacidade de apresentar diversas 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 infreqüentes 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 fim compreender como elementos pertencentes ao universo social e cultural, bem como aqueles que dizem respeito diretamente ao indivíduo e à própria Matemática agem, podendo favorecer ou não o processo criativo em Matemática, buscaremos descrever esse processo sob a Perspectiva de Sistemas de Csikszentmihalyi (1988, 1999a, 1999b).

A Criatividade em Matemática sob a Perspectiva de Sistemas

A Perspectiva de Sistemas, como modelo para explicar e estudar a criatividade, já foi apresentada anteriormente, porém, nesta seção, busca-se discutir a aplicação deste modelo para compreender a criatividade em Matemática. Lembramos que, na Perspectiva de Sistemas, conforme proposta por Csikszentmihalyi, a criatividade é considerada como resultante da interação de três sistemas: indivíduo (bagagem genética e experiências pessoais), domínio (cultura e produção científica) e campo (sistema social). Vejamos como estes sistemas se constituem e como podemos conceber a criatividade em Matemática a partir deste modelo.

Domínio

A Matemática foi criada e desenvolvida pelo homem em função de necessidades sociais. Dessa forma, constitui um dos domínios, isto é, áreas do conhecimento necessárias para solucionar problemas encontrados pelo homem. Não se pode precisar exatamente o seu surgimento, uma vez que desde o período Paleolítico Inferior (35.000 a.C.) o homem já fazia uma “Matemática” a partir de esquemas mentais que lhe possibilitava alterar tamanhos, aumentar ou diminuir quantidades e dar formas a paus e pedras, dando-lhes utilidades. Além disso, podiam fazer alguma classificação e seriar atividades (Neto, 1997).

Asimov (1996) destaca que, ao longo da história da humanidade, a Matemática teve um crescimento extraordinário, não havendo correção significativa em sua produção, apenas extensão. Destaca ele que

> Uma vez que os gregos desenvolveram o método dedutivo, o que fizeram estava correto, correto para todo o sempre. Euclides foi incompleto e sua obra foi enormemente estendida, mas não teve que ser corrigida. Seus teoremas, todos eles, são válidos até hoje. Ptolomeu pode ter uma representação errônea do sistema planetário, mas o sistema de trigonometria que ele criou para ajudá-lo em seus cálculos permanece correto para sempre. Cada grande matemático acrescenta algo ao que veio antes, mas nada tem que ser removido. (p. vi)

O pensamento de Asimov nos ajuda a compreender como o domínio vem sendo constituído na Matemática. Ressalta-se que a incorporação dos conhecimentos a este domínio não se deu de forma tranqüila, de modo que alguns aspectos demoraram muitos anos até que tivessem o seu valor reconhecido pelos matemáticos para que pudessem passar a ser considerados válidos e dignos de serem transmitidos às novas gerações.

No estágio atual de desenvolvimento da humanidade, a possibilidade de um indivíduo criar um novo fato matemático é pequena, a não ser que este esteja envolvido em pesquisas de natureza científica e acadêmica e possua um grande repertório matemático. Todavia, é possível criar novas formas de abordar os conhecimento já validados pela comunidade científica, por exemplo, elaborar novos algoritmos para realizar as operações matemáticas básicas. Muniz (2001) ressalta a importância de permitir e valorizar o desenvolvimento de algoritmos alternativos pela criança. A seguir, apresentamos dois algoritmos desenvolvidos por crianças de escolas públicas do Distrito Federal, um para a operação de multiplicação e outro para a divisão, relatados por Muniz:

1º)
$$\begin{array}{ccc} & 5 & 2 \\ \div & & 2 \\ \hline & 2 & 6 \end{array}$$

2º)
$$\begin{array}{cccccccc} & & 7 & 4 & & & & \\ & & \times & 4 & & & & \\ \cline{3-4} 2 & 8 & 1 & 6 & = & 2 & 9 & 6 \end{array}$$

A primeira operação, referente a uma divisão, foi resolvida da seguinte forma: “cinco dividido por 2, dá dois, e sobra 1, ficam então 12, que dividido por 2 dá 6, então é 26” (Muniz, 2001, p. 35).

A segunda operação, uma multiplicação, teve sua resolução assim explicada: “7 vezes 4 é 28, 4 vezes 4 é 16, mas 280 com 16 é 296”.

Citamos ainda um método alternativo para simplificar frações desenvolvido por um aluno participante do programa de enriquecimento curricular da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SBEM-DF, 2004). Para simplificar a fração $\frac{36}{48}$, ao invés de utilizar o método tradicional, que consiste na divisão sucessiva do numerador e do denominador por um divisor comum a ambos até obter a forma irredutível da fração, o aluno utilizou-se da decomposição simultânea em fatores primos, por meio da qual não só encontrou o máximo divisor comum entre o numerador e o denominador da fração, como também obteve a forma final da fração, simplificada, por meio dos quocientes finais de 36 e de 48. O processo utilizado foi:

$$\begin{array}{rr|l} 36, & 48 & 2 \\ 18, & 24 & 2 \\ 9, & 12 & 3 \\ 3, & 4 & \end{array}$$

Com isso, o aluno concluiu que o produto dos fatores primos (2x2x3) seria o maior divisor comum entre 36 e 48, logo bastaria dividir estes números por 12 e encontraria a fração equivalente na forma irredutível. Concluiu ainda que, os quocientes finais de 36 e 48, que são respectivamente 3 e 4, também representariam a forma irredutível da fração. Assim, $\frac{36}{48} = \frac{3}{4}$.

Essas estratégias utilizadas pelas crianças, uma vez reconhecidas a sua validade, podem ser difundidas e utilizadas por todos os indivíduos, constituindo-se em mais uma forma de resolver operações de divisão e multiplicação. Apesar de não alterar o domínio, estes procedimentos o enriquece com novas abordagens.

É importante destacar que, na perspectiva de Csikszentmihalyi (1988), é mais relevante questionar onde há criatividade e não o que e quem é criativo, pois, os suportes culturais poderão prover de forma variada acesso ao domínio, de modo que algo que se apresenta como uma novidade em determinado contexto, pode não ser em outro. Neste caso, este elemento novo, no contexto em que era desconhecido, pode ser considerado criativo, mesmo não produzindo alterações no domínio.

De acordo com Csikszentmihalyi (1999b), o cotidiano é rico de um tipo de criatividade denominado de criatividade com “c pequeno” (c minúsculo), utilizada para fazer associações que poderão, por exemplo, resultar no aprimoramento de um serviço ou de um produto em elaboração. O outro tipo de criatividade foi denominado de criatividade com “C Grande” (c maiúsculo) e é rara. Este tipo de criatividade conduz a inovações inesperadas, produtos novos. No cotidiano escolar é mais provável que a criatividade com “c pequeno” se manifeste nas ações dos estudantes quando estes estiverem envolvidos no desenvolvimento de formas alternativas de resolução de problemas ou na busca de novas abordagens para os temas em estudo. Para o autor, a criatividade com "c pequeno", ou criatividade pessoal, em alguns casos se desenvolverá rumo à criatividade com “C Grande”, ou criatividade cultural, introduzindo mudanças no domínio.

A fim de favorecer o desenvolvimento da criatividade, em seu sentido amplo e ao mesmo tempo em um domínio específico, a estrutura curricular deve ser organizada para isso. Em relação à Matemática, ressaltamos que este domínio se apresenta como um importante recurso que pode contribuir significativamente para o crescimento pessoal e científico, favorecendo ao indivíduo o desenvolvimento de competências e habilidades que instrumentalizam e estruturam o pensamento, capacitando-o para compreender e interpretar situações, para se apropriar de linguagens específicas, argumentar, analisar e avaliar, tirar conclusões próprias, tomar decisões e fazer generalizações. Essas habilidades se apresentam como condição para a produção de novos conhecimentos matemáticos e para a apresentação de novas abordagens para os conhecimentos já construídos historicamente.

O acesso a este domínio poderá viabilizar a instrumentalização do indivíduo para o uso de técnicas e estratégias matemáticas que poderão ser aplicadas nas diversas ciências, inclusive, na própria Matemática, contribuindo para o avanço do conhecimento e para a compreensão e solução dos problemas encontrados no cotidiano. É fundamental que os estudantes possam experimentar esse domínio, ter a experiência de construção do conhecimento matemático e não apenas reproduzir o que foi acumulado historicamente pela humanidade.

Campo

O campo é composto por todas as pessoas que podem afetar a estrutura do domínio. No caso brasileiro, encontramos especialmente a Sociedade Brasileira de Matemática - SBM e a Sociedade Brasileira de Educação Matemática – SBEM, que atuam sistematicamente na discussão e análise das produções matemáticas, tanto no que se refere à produção de conhecimentos teóricos de natureza intrinsecamente matemática quanto aos relativos às questões relacionadas aos processos de ensino e aprendizagem nesta área, selecionando criteriosamente as novas abordagens que serão incorporadas ao domínio. Este papel também compete às universidades, que julgam a produção dos seus membros e daqueles que desenvolvem seus estudos nestes espaços.

Pensando na Matemática escolar, voltamos o olhar para o professor que atua no Ensino Fundamental e Médio. Frente às crianças e adolescentes, eles representam os especialistas que organizarão as atividades que lhes possibilitarão a experiência matemática e ao mesmo tempo serão os avaliadores de suas produções. Assim, representações e crenças que os professores possuem em relação à matemática poderão permitir uma atuação que favoreça o desenvolvimento da criatividade em Matemática, além, é claro, do domínio teórico que devem possuir, pois isto lhes dará a possibilidade de ensinar/julgar adequadamente.

Alves (1999) enfatiza que muitos professores usam em suas aulas uma grande quantidade de exercícios repetitivos, apresentando as atividades e conteúdos por meio de aulas expositivas e, quando trabalham com problemas, usam apenas situações que não favorecem o desenvolvimento de estratégias pessoais de resolução, pois remetem a procedimentos já conhecidos que podem ser utilizados por meio da memorização. Além disso, não promovem desafios e nem propõem problemas inéditos.

Cabe aos professores identificar os talentos criativos de seus alunos, levando-os a desenvolvê-los de forma adequada, possibilitando que se dirijam para aquelas atividades com as quais apresentam mais afinidade (Scomparim, 2004). Assim, os professores devem desenvolver competências para propiciar um ambiente adequado para o aprendizado da Matemática. Para o desenvolvimento destas competências, destacamos o papel que a formação inicial e a formação continuada destes profissionais exerce em sua conduta em sala de aula. A qualidade da formação é um elemento importante para o sucesso profissional, pois, “um matemático potencialmente criativo não poderá contribuir com algo novo se a sociedade na qual ele vive não lhe prover o acesso aos conhecimentos passados ou não oportunizar que faça um trabalho sobre o estado da arte nesta área” (Nakamura & Csikszentmihalyi, 2003, p. 169).

Ademais, é fundamental que estes profissionais tenham uma visão do que vem a ser a Matemática e o que constitui as suas atividades, como se processa a aprendizagem nesta área e quais as características de um ambiente propício para essa aprendizagem (D’Ambrósio, 1993).

Neste sentido, é desejável que o professor encoraje os alunos a inventarem os próprios procedimentos em lugar de lhes mostrar como resolver problemas, criando condições para que os alunos possam inventar muitos modos diferentes de resolver o mesmo problema. O professor, na medida do possível, deve se abster de reforçar respostas corretas e de corrigir as erradas, estimulando os alunos a trocarem de pontos de vista com os colegas. Pode ainda, o professor, encorajar os alunos a pensarem em vez de escrever, e a registrarem o pensamento por escrito no quadro negro para facilitar a troca de pontos de vista (Kamii & Joseph, 2005).

Pessoa

Três aspectos da pessoa criativa: o seu processo cognitivo, a personalidade e os seus valores e motivações.

> Os processos cognitivos dizem respeito aos processos psicológicos envolvidos no conhecer, compreender, perceber, aprender etc. Eles fazem referência à forma como o indivíduo lida com os estímulos do mundo externo: como o sujeito vê e percebe, como registra as informações e como acrescenta as novas informações aos dados previamente registrados (Alencar & Fleith, 2003b, p. 26).

As características de personalidade criativa referem-se à curiosidade, independência, autoconceito positivo, atração por problemas complexos, ausência de medo para correr riscos, entre outras. A motivação pode ser descrita pelo interesse, prazer e satisfação pela realização de uma tarefa. Pode também ser percebida quando o indivíduo busca informações em sua área de interesse, desenvolvendo assim suas habilidades de domínio. Outra característica decorrente da motivação é a capacidade de o indivíduo se arriscar e romper com estilos de produção de idéias habitualmente empregados (Amabile, 2001).

Carlton (1959), mesmo sem ter conhecimento dos aspectos propostos por Csikszentmihalyi e outros pesquisadores quanto à pessoa criativa, indicou 21 características potenciais que podem ser observadas em sala de aula relativas aos pensadores criativos em Matemática, fazendo referências ao seu processo cognitivo, à sua personalidade e aos seus valores e motivações. Estas características são:

(a) Sensibilidade estética, expressa na apreciação da harmonia, unidade e analogias presentes em soluções matemáticas, em demonstrações e na apreciação da estrutura da matemática.

(b) Elaboração ou percepção de problemas em dados ou em situações que não despertam nenhuma curiosidade particular em outras pessoas.

(c) Desejo para melhorar uma demonstração ou a estrutura de uma solução.

(d) Busca de conseqüências ou conexões entre um problema, proposição, ou conceito e o que pode ser feito a partir disto.

(e) Desejo por trabalhar independentemente do professor e dos outros alunos.

(f) Prazer de comunicar aspectos matemáticos com outras pessoas que têm igual habilidade e interesse.

(g) Especulação sobre o que aconteceria se fossem mudadas uma ou mais hipóteses de um problema.

(h) Prazer em acrescentar algo ao conhecimento produzido pela turma a partir da produção de outra solução ou da elaboração de uma forma de realizar uma demonstração a partir de algo já desenvolvido pela turma.

(i) Prazer em trabalhar com os símbolos matemáticos.

(j) Produção ou elaboração de sugestões para dar outros significados para símbolos matemáticos apresentado pelo professor.

(k) Produção de símbolos matemáticos por sua própria conta.

(l) Tendência para generalizar resultados particulares, tanto encontrando uma linha comum de indução ou percebendo padrões semelhantes por analogia.

(m) Habilidade para compreender uma solução inteira de uma vez ou visualizar uma demonstração como um todo.

(n) Intuição para perceber os resultados a partir das proposições.

(o) Imaginação vívida relativa ao modo como as coisas aparecem no espaço e às relações estabelecidas entre elas.

(p) Imaginação vívida relativa aos caminhos resultantes ou relações existentes entre os objetos em consideração.

(q) Tendência para especular aplicações incomuns para os resultados obtidos pela turma.

(r) Convicção que todo problema tem uma solução.

(s) Persistência em trabalhar com problemas particularmente difíceis ou demonstrações.

(t) Tédio com a repetição ou trabalho com um grande número de problemas que já dominam.

(u) Habilidade para realizar várias operações sem despender muito tempo em suas execuções.

Os três sistemas propostos por Csikszentmihalyi para estudar a criatividade: indivíduo (bagagem genética e experiências pessoais), domínio (cultura e produção científica) e campo (sistema social), como vimos, também podem ser utilizados para compreender a criatividade em Matemática. Destacamos que, para estimular esta criatividade, os professores devem estar atentos às experiências que os estudantes já vivenciaram, buscando identificar fatores que provocaram estímulos positivos e negativos em relação à Matemática e como estes agem na construção de uma representação positiva da mesma. Devem investigar o currículo a fim de examinar a sua estruturação verificando se a mesma faz um apelo à criatividade matemática e se sua forma de organização privilegia os processos criativos ou os de memorização. Devem ainda, examinar suas concepções sobre a Matemática e seu ensino, a fim de que possam compreendê-los em sua dinamicidade, cuja essência é a resolução de problemas.

A Perspectiva de Sistema, conforme descrevemos, nos parece bastante útil para compreender as relações envolvidas no processo criativo em Matemática. Destacamos, entretanto, que outros autores, apesar de não terem como foco de seus estudos a criatividade, também deram contribuições significativas que, associadas ao modelo de Csikszentmihalyi, poderão colaborar na construção de uma prática pedagógica que favoreça não apenas o desenvolvimento da criatividade, mas o sucesso nas atividades que requeiram o uso de habilidades matemáticas. Assim, apresentaremos a seguir algumas contribuições dadas por pesquisadores franceses, especialmente Gérard Vergnaud e Guy Brousseau, que elaboraram, respectivamente, a Teoria dos Campos Conceituais e a Teoria das Situações Didáticas, que serão apresentadas por meio de seus conceitos fundamentais, para abordá-los em seguida sob a perspectiva do desenvolvimento da criatividade em Matemática.

As Teorias Francesas da Didática da Matemática e a Perspectiva de Sistemas

Para analisar como as teorias francesas da didática da Matemática podem se articular com a Perspectiva de Sistemas e propor novos elementos a serem considerados para o estudo do processo criativo em Matemática, trataremos inicialmente dos processos cognitivos envolvidos na aprendizagem, isto, como os estudantes conhecem, compreendem, percebem e aprendem Matemática. Para isso, apontaremos alguns aspectos da Teoria dos Campos Conceituais desenvolvida por Vergnaud. Para o autor, o conhecimento se encontra organizado em campos conceituais, dos quais o sujeito se apropria ao longo do tempo. Vergnaud (1990, p. 23) define campo conceitual como “um grande conjunto de situações cuja análise e tratamento requer vários tipos de conceitos, procedimentos e representações simbólicas conectados uns aos outros”. De outra, esta teoria foi apresentada como “um conjunto de conceitos que permitem dar conta de uma situação ou de um conjunto de situações” (Vergnaud, 2003a, p. 30).

Vergnaud (2003b) apresenta, ainda, sua teoria como

> Um quadro teórico que torna possível a integração, de um ponto de vista psicológico, de várias preocupações: (a) a relação entre os processos a longo prazo, de aprendizado em situação, e os processos a longo prazo, do desenvolvimento cognitivo; (b) a dialética entre uma visão do cognitivo em termos de competências e de esquemas, de um lado, e em termos de conhecimentos e concepções expressas, de outro; (c) o papel de mediações lingüísticas e outras formas de mediação. (p. 75)

Decorrente destas definições, Vergnaud diz que o estudo do desenvolvimento de um campo conceitual requer que um conceito seja visto como uma terna de conjuntos, onde:

> S é um conjunto de situações que tornam o conceito significativo;
>
> I é um conjunto de invariantes (objetos, propriedades e relações) que podem ser reconhecidos e usados pelo sujeito para analisar e dominar essas situações;
>
> R é um conjunto de representações simbólicas que podem ser usadas para pontuar e representar esses invariantes e, portanto, representar as situações e os procedimentos para lidar com eles (Magina & cols., 2001, p. 7).

Moreira (2002) nos diz que “o primeiro conjunto – o de situações – é o *referente* do conceito, o segundo – o de invariantes – é o *significado* do conceito e o terceiro – o de representações simbólicas – é o seu *significante*” (p. 5). (Grifos do autor).

Para estudar o desenvolvimento e uso de um conceito, ao longo da aprendizagem ou de sua utilização, é necessário considerar esses três conjuntos simultaneamente (Moreira, 2002), pois são as situações que dão sentido ao conceito, mas um dado conceito não se refere a um só tipo de situação e uma dada situação não pode ser analisada com um só conceito.

Dessa forma, ensinar um determinado conteúdo do currículo escolar é ensinar o campo conceitual relativo àquele conteúdo, isto é, para possibilitar a aprendizagem de um conteúdo deve-se apresentar uma diversidade de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas e diferentes operações de pensamento, conectados uns aos outros, pois, nem um só conceito nem uma situação isolada dá conta do processo de aquisição de um conhecimento (Magina & cols., 2001; Moreira, 2002).

Para que se possa compreender como os alunos aprendem determinados conteúdos, Vergnaud recorre ao conceito de esquema, inicialmente proposto por Piaget, definindo-o como “a organização invariante dos comportamentos para certas classes de situações” (1998, p. 167). A análise da produção do aluno, em função dos esquemas utilizados no desenvolvimento de uma tarefa, pode ser realizada segundo três aspectos (Magina & cols. 2001): (a) análise do acerto e erro, sendo considerado competente aquele que acerta; (b) análise do tipo de estratégia utilizada, podendo alguém ser mais competente que outro, por que sua resolução foi mais econômica ou mais rápida, ou ainda, mais elegante; e (c) análise da capacidade de escolher o melhor método para resolver um problema dentro de uma situação particular.

Segundo Ricardo (2005), os alunos apresentam uma grande dificuldade em expressarem seus teoremas e conceitos, o que levou Vergnaud utilizar as expressões teoremas-em-ação e conceitos-em-ação, considerando-as partes essenciais dos esquemas, para lembrar que sempre haverá uma parcela implícita da relação pessoal com os saberes. Para Vergnaud (1998), os teoremas-em-ação são as proposições admitidas como verdadeiras sobre o referente ou o real. Magina e cols. (2001) explicitam este conceito como as relações matemáticas que são levadas em consideração pelos alunos quando estes escolhem uma operação, ou seqüência de operações, para resolver um problema. “Estes teoremas aparecem de modo intuitivo na ação do aluno” (p. 16). Já os conceitos-em-ação foram definidos por Vergnaud (1998) como os objetos, qualidades ou categorias consideradas como relevantes pelos alunos no momento de resolução de um problema, isto é, os aspectos selecionados por eles para resolver o problema.

Vergnaud considera que “existe uma relação dialética entre conceitos-em-ação e teoremas-em-ação, pois os conceitos são ingredientes dos teoremas, e os teoremas são propriedades que dão aos conceitos o seu sentido” (1998, p. 174). Os teoremas-em-ação e os conceitos-em-ação podem progressivamente se converter em conceitos e teoremas realmente científicos.

Neste processo, Vergnaud destaca o papel de mediadores que os professores devem exercer, cuja ação consiste em colaborar com os alunos no desenvolvimento dos seus repertórios de esquemas e representações, pois, ao desenvolverem seus esquemas, os alunos se tornam capazes de enfrentar cada vez mais situações complexas. No entanto, novos esquemas não podem se desenvolver sem novos invariantes operacionais, isto é, conceitos-em-ação e teoremas-em-ação, que possibilitem expandir e melhor controlar a qualidade das aprendizagens. Para isso, o professor deve prover os estudantes de situações “frutíferas”, indicando os objetivos a serem alcançados ou concedendo um plano de ação, auxiliando-os a escolherem as informações relevantes tendo clareza do porque escolhê-las (Vergnaud, 1998).

Pais (2001, p. 58) ratifica o pensamento de Vergnaud, afirmando que

> É apropriado planejar situações que favoreçam a expansão do significado do conceito para o aluno. Em cada domínio científico e em cada classe de situações, os conceitos mostram-se através de suas particularidades, estabelecendo as condições para o processo de aprendizagem.

Este processo de mediação nos remete à Teoria das Situações Didáticas, de Guy Brousseau. Nesta teoria, o professor tem o papel de “fazer viver o conhecimento, fazê-lo ser reproduzido por parte dos alunos como resposta razoável a uma situação familiar e, ainda, transformar essa *resposta razoável* em um *fato cognitivo extraordinário*, identificado, reconhecido a partir do exterior” (Brousseau, 1996, p. 48-49) (grifos do autor). Dessa forma, o papel do professor consiste em propor ao aluno uma situação de aprendizagem para que elabore seus conhecimentos como resposta pessoal a uma pergunta, e os faça funcionar, ou os modifique, como resposta às exigências do meio. Às situações de aprendizagem, Brousseau denominou de situações didáticas.

Brousseau propôs três níveis para uma situação didática: a situação didática, a situação a-didática e a situação não didática. Segundo Brousseau, citado por Freitas (1999),

> Uma situação didática é um conjunto de relações estabelecidas explicitamente e ou implicitamente entre um aluno ou grupo de alunos, num

> certo meio, compreendendo eventualmente instrumentos e objetivos, e um sistema educativo (o professor) com a finalidade de possibilitar a estes alunos um saber construído ou em vias de construção... o trabalho do aluno deveria, pelo menos em parte, reproduzir características do trabalho científico propriamente dito, como garantia de uma construção efetiva de conhecimentos pertinentes. (p. 67)

Segundo Ricardo (2005), na situação didática, o professor mantém uma relação privilegiada com o saber, se comparado ao aluno, que mantém uma relação fraca ou inexistente com o saber a ensinar. Isso caracteriza um quadro didático, pois essa assimetria é a razão de ser da relação didática.

As situações a-didáticas são “situações de aprendizagem nas quais o professor consegue fazer desaparecer sua vontade, suas intervenções, enquanto informações determinantes do que o aluno fará: são as que funcionam sem a intervenção do professor no nível dos conhecimentos” (Brousseau, 1996, p. 55). Nestas situações, o aluno começa a empregar seus conhecimentos em certas situações sem a indicação explícita do professor, o qual ainda está presente, mas o aluno ensaia certos passos em direção a uma mobilização de conhecimentos dentro de um domínio específico (Ricardo, 2005).

Na situação não-didática a relação dos alunos com os saberes é independente da relação do professor com os saberes, evidenciando a tentativa de mobilização dos saberes em outros contextos com vistas a enfrentar situações novas (Ricardo, 2005).

A organização de situações didáticas, a-didáticas e não didáticas fazem parte do contrato didático (Brousseau, 1996), no qual se destacam três elementos: a divisão de responsabilidades, a consideração do implícito e a relação com os saberes. Ressalta também que o contrato didático tem justamente a finalidade de ampliar o espaço de diálogo entre essas variáveis: professor, alunos e saberes. Isso possibilita, conforme o autor, reduzir o ambiente de risco que um diálogo com apenas uma ou duas dessas variáveis poderia promover em um processo de aprendizagem; seria um “diálogo de surdos”. Assim, a intenção de um contrato didático não é de explicitar totalmente o implícito, mesmo porque as relações pessoais com os saberes são de difícil acesso, mas de equilibrá-los, a fim de possibilitar o diálogo.

Na negociação do contrato e na divisão de responsabilidades, o projeto de ensino do professor terá que encontrar um projeto de aprendizagem do aluno ou dos alunos. Ou seja, necessita-se uma adesão ao projeto de ensino, tanto por parte do professor, como por parte dos alunos. Neste sentido, achamos oportuno citar Renzulli (2001), que concebe a aprendizagem como uma interação entre três elementos: o professor, o aluno e o currículo. O professor deve dominar os conteúdos de sua disciplina, sendo capaz de utilizar várias técnicas instrucionais adequadas para transmitir esses conteúdos e ainda, ter a habilidade para desenvolver um romance com a disciplina que leciona. O aluno deve apresentar habilidades e conhecimentos em uma área particular do currículo, demonstrando interesse e envolvimento com esta área, buscando o aperfeiçoamento de suas habilidades bem como o desenvolvimento de novas competências, sabendo explorar seu estilo preferencial de aprendizagem. Quanto ao currículo, este deve ter sua estrutura examinada, observando os conteúdos e as metodologias apropriadas para desenvolvê-lo, bem como suas possibilidades de estimular a imaginação dos alunos para o domínio em questão.

A Teoria das Situações Didáticas e a Teoria dos Campos Conceituais nos permitem, após esta breve apresentação das mesmas, fazer algumas inferências acerca da possibilidade de integrá-las à Perspectiva de Sistemas proposta por Csikszentmihalyi, considerando, especialmente, sua aplicabilidade ao estudo da criatividade em Matemática.

A Teoria dos Campos Conceituais nos possibilita compreender como os alunos podem ter acesso a um campo do conhecimento, construindo competências e habilidades (esquemas) para explorá-lo no âmbito escolar, de modo a produzirem soluções e/ou concepções criativas neste campo. As observações de Vergnaud nos mostram que a aquisição de um conceito se realiza a longo prazo, pois é necessário tempo para a organização dos novos elementos, acomodando-os às estruturas já desenvolvidas. Para favorecer aos alunos o acesso aos saberes constituintes de um domínio, no plano escolar, deve-se propiciar a eles o contato com estes saberes por meio de situações didáticas, conforme descrito na Teoria das Situações Didáticas. Ressalta-se que, na escola, em relação à Matemática, o professor desempenha o papel de especialista deste campo, que não apenas julgará o produto criativo dos alunos, mas também tem a responsabilidade de estimulá-los para se envolverem com este domínio. Como nos diz Brousseau (1996), enquanto o matemático comunica seus resultados de forma descontextualizada, despersonalizada, fora de um contexto temporal, o professor de Matemática deve realizar o trabalho inverso ao do cientista, fazendo uma recontextualização do saber, procurando por situações que dêem sentido aos conhecimentos que devem ser ensinados para torná-los acessíveis aos alunos. Tomando um termo proposto por Chevallard, citado por Pais (2001), o professor deve realizar a transposição didática.

> Um conteúdo do conhecimento, tendo sido designado como saber a ensinar, sofre então um conjunto de transformações adaptativas que vão torná-lo apto

> a tomar lugar entre os objetos de ensino. O trabalho que, de um objeto de saber a ensinar faz um objeto de ensino, é chamado de transposição didática. (p. 19).

Concluímos que o estudo do desenvolvimento da criatividade em qualquer área do conhecimento ou atividade deve, de fato, ser tratado de forma sistêmica, levando em consideração os diversos elementos que interagem para propiciar a produção criativa. Neste sentido, a Teoria dos Campos Conceituais e a Teoria das Situações Didáticas contribuem para compreendermos como se dá interação dialética entre um domínio, um campo e um indivíduo, como proposto na Perspectiva de Sistemas de Csikszentmihalyi, pois estas teorias nos permitem analisar como cada indivíduo acessa a informações de um domínio e como as interferências realizadas pelos especialistas deste domínio (campo) podem favorecer ou não a produção criativa, especialmente quando consideramos a organização curricular para o trabalho com a Matemática na educação básica.

A seguir, apresentaremos algumas estratégias que podem ser empregadas para favorecer o desenvolvimento da criatividade no campo da Matemática.

Estratégias para o Desenvolvimento da Criatividade em Matemática

Para favorecer o desenvolvimento da criatividade em Matemática, algumas estratégias de natureza metodológica podem ser empregadas. As estratégias que aparecem com maior freqüência na literatura da área são: resolução e formulação de problemas e redefinição de uma situação matemática em termos de seus atributos.

Resolução de Problemas

A adoção da resolução de problemas como estratégia de organização do trabalho pedagógico com a Matemática possibilita o desenvolvimento de capacidades como observação, estabelecimento de relações, comunicação, argumentação e validação de processos, além de estimular formas de raciocínio como intuição, indução, dedução e estimativa. Estas capacidades são requeridas nas situações práticas do cotidiano dos estudantes, nas quais os problemas para serem solucionados, exigem o uso de alguns delas. Essa opção traz implícita a convicção de que o conhecimento matemático ganha significado quando os alunos têm situações desafiadoras para resolver e trabalham para desenvolver estratégias de resolução.

A resolução de problemas é considerada como uma tentativa de resolver questões não estruturadas para as quais não se tem uma técnica específica, buscando descobrir um caminho que possa levar de uma situação a outra por meio de uma série de operações mentais. Lester e D'Ambrósio (1988) consideram a resolução de problemas como uma estratégia composta por um conjunto de ações utilizadas para desempenhar uma tarefa. Para Polya (1994), a resolução de problemas é uma arte prática que todos podem aprender, é a arte de fazer matemática. Significa ter a capacidade para resolver problemas não apenas rotineiros, mas problemas que requerem algum grau de originalidade e criatividade. Assim, "a primeira e mais importante tarefa do ensino da Matemática escolar é dar ênfase ao trabalho matemático na resolução de problemas" (Polya, 1981, p. ix).

Para Brito (2006):

> A solução de problemas é entendida como uma forma complexa de combinação dos mecanismos cognitivos disponibilizados a partir do momento

> em que o sujeito se depara com uma situação para a qual precisa buscar alternativas de solução. Pode ser definida como um processo cognitivo que visa transformar uma dada situação em uma situação dirigida a um objetivo, quando um método óbvio de solução não está disponível para o solucionador, apresentando quatro características básicas: é cognitiva, é um processo, é dirigida a um objetivo e é pessoal, pois depende do conhecimento prévio do indivíduo. (p. 18)

Os problemas, para que possam motivar o aluno e despertar sua criatividade, não podem se caracterizar como aplicação direta de algum algoritmo ou fórmula, mas devem envolver invenção e/ou criação de alguma estratégia particular de resolução, pois essa competência não se desenvolve quando são propostos apenas exercícios de aplicação dos conceitos e técnicas matemáticos. Neste caso, o que está em ação é uma simples transposição analógica: o aluno busca na memória um exercício semelhante e desenvolve passos análogos aos daquela situação, o que não garante que seja capaz de utilizar seus conhecimentos em situações diferentes ou mais complexas (Brasil, 1998).

O ensino de Matemática se torna mais interessante à medida que utiliza bons problemas ao invés de se basear apenas em exercícios que remetem a reprodução de fórmulas em situações que se distanciam do contexto do aluno. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática (Brasil, 1998):

> A resolução de problemas, na perspectiva indicada pelos educadores matemáticos, possibilita aos alunos mobilizar conhecimentos e desenvolver a capacidade para gerenciar as informações que estão a seu alcance. Assim, os alunos terão oportunidade de ampliar seus conhecimentos acerca de

> conceitos e procedimentos matemáticos bem como de ampliar a visão que têm dos problemas, da Matemática, do mundo em geral e desenvolver sua autoconfiança. (p. 40)

Os Parâmetros Curriculares Nacionais consideram, ainda, que a resolução de problemas, como eixo organizador do processo de ensino e aprendizagem de Matemática, pode ser fundamentada nos seguintes princípios:

- A situação-problema é o ponto de partida da atividade matemática e não a definição. No processo de ensino e aprendizagem, conceitos, idéias e métodos matemáticos devem ser abordados mediante a exploração de problemas, ou seja, de situações em que os alunos precisem desenvolver algum tipo de estratégia para resolvê-las.
- O problema certamente não é um exercício em que o aluno aplica, de forma quase mecânica, uma fórmula ou um processo operatório. Só há problema se o aluno for levado a interpretar o enunciado da questão que lhe é posta e a estruturar a situação que lhe é apresentada.
- Aproximações sucessivas de um conceito são construídas para resolver um certo tipo de problema; em um outro momento, o aluno utiliza o que aprendeu para resolver outros, o que exige transferências, retificações, rupturas, segundo um processo análogo ao que se pode observar na História da Matemática.
- Um conceito matemático se constrói articulado com outros conceitos, por meio de uma série de retificações e generalizações. Assim, pode-se afirmar que o aluno constrói um campo de conceitos que toma sentido num campo de problemas, e não um conceito isolado em resposta a um problema particular.

- A resolução de problemas não é uma atividade para ser desenvolvida em paralelo ou como aplicação da aprendizagem, mas uma orientação para a aprendizagem, pois proporciona o contexto em que se pode apreender conceitos, procedimentos e atitudes matemáticas.

Na resolução de problemas, o tratamento de situações complexas e diversificadas oferece ao aluno a oportunidade de pensar por si mesmo, construir estratégias de resolução e argumentações, relacionar diferentes conhecimentos e, enfim, perseverar na busca da solução. E, para isso, os desafios devem ser reais e fazer sentido.

Neste contexto, um problema, ainda que simples, poderá despertar o interesse pela atividade matemática se proporcionar ao aluno o gosto pela descoberta da resolução, estimulando, assim, a curiosidade, a criatividade e o aprimoramento do raciocínio, ampliando o conhecimento matemático.

O modelo de resolução de problemas proposto por Polya (1994) tem inspirado muitos daqueles que buscam neste recurso um caminho para conduzir o processo de aprendizagem em Matemática. O modelo prevê quatro etapas para a resolução de um problema: compreensão do problema, construção de uma estratégia de resolução, execução da estratégia escolhida e revisão da solução.

Assim, para resolver um problema pressupõe-se que o aluno:

(a) Compreenda o problema: para compreender um problema é necessário estimular o aluno a fazer perguntas. O que é solicitado? Quais são os dados? Quais são as condições? É possível satisfazer as condições? Elas são suficientes ou não para determinar a solução? Faltam dados? Que relações posso estabelecer para encontrar os dados omitidos? Que fórmulas e/ou algoritmos posso utilizar? Neste processo de compreensão do problema, muitas vezes torna-se necessário construir figuras para esquematizar a situação proposta, destacando valores, correspondências e uso notação adequada.

(b) Construa uma estratégia de resolução: é importante estimular o aluno a buscar conexões entre os dados e o que é solicitado, que pensem em situações similares, a fim de que possam estabelecer um plano de resolução, definindo prioridades e, se necessário, investigações complementares para resolver o problema.

(c) Execute a estratégia escolhida: esta etapa é o momento de "colocar as mãos na massa", de executar o plano idealizado. Se as etapas anteriores foram bem desenvolvidas, esta será, provavelmente, a etapa mais fácil do processo de resolução de um problema. Para que o aluno obtenha sucesso, deve ser estimulado a realizar cada procedimento com muita atenção, estando atento a cada ação desenvolvida, verificando cada passo. O aluno também deve ser estimulado a mostrar que cada procedimento realizado está correto, possibilitando a afirmação de seu aprendizado e a comunicação de sua produção.

(d) Revise a solução: a revisão é um momento muito importante, pois propicia uma depuração e uma abstração da solução do problema. A depuração tem por objetivo verificar os procedimentos utilizados, procurando simplificá-los ou buscar outras maneiras de resolver o problema de forma mais simples. A abstração tem por finalidade refletir sobre o processo realizado procurando descobrir a essência do problema e do método empregado para resolvê-lo, de modo a favorecer uma transposição do aprendizado adquirido neste trabalho para a resolução de outras situações-problema.

Ressalta-se que, para o desenvolvimento da criatividade em Matemática, deve-se privilegiar o trabalho com problemas abertos, isto é, problemas que admitem múltiplas possibilidades de respostas e estas podem ser obtidas por meio de múltiplos métodos de solução, incluindo-se aqueles criados pelos estudantes no momento da resolução (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 ou procedimento deve ser utilizado poderá ser tomada a partir dos conhecimentos e experiências anteriores que os alunos já possuem, especialmente aqueles decorrentes do trabalho já desenvolvido para resolver problemas similares ou que tiveram contato. Eles precisam construir o seu próprio modelo, testá-lo, para então chegar à solução. Será necessário também construir uma estratégia para comunicar para os demais colegas e para o professor a sua experiência de resolver o problema, explicando o processo mental utilizado e a forma como foi revisando 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.

Para resolver problemas desta natureza, é necessário ultrapassar diversos obstáculos que surgem no caminho para a solução. Sternberg (1998) destaca três obstáculos mais freqüentes: a fixação do indivíduo numa estratégia ou método que foi aplicado em problemas anteriores, mas que não é adequado ao novo problema a resolver; a fixidez funcional que implica incapacidade de reconhecer que algo (objeto ou conceito) usado freqüentemente de um modo pode ser utilizado para uma função ou significado diferente; a transferência negativa, a qual ocorre quando o conhecimento anterior pode levar a uma maior dificuldade em adquirir e armazenar novo conhecimento.

Para reduzir esses obstáculos, são sugeridas algumas técnicas que poderão ser aplicadas durante o processo de resolução de problemas, porém, antes, será apresentada outra estratégia que pode favorecer o desenvolvimento da criatividade em Matemática, que é a formulação de problemas.

Formulação de Problemas

A formulação de problemas é um importante componente do currículo de Matemática e é considerada uma das partes principais da atividade matemática, que é a capacidade de perceber e formular um problema (English, 1997a, 1997b).

A formulação de problemas é também descrita por Silver (1994) como sendo a criação de um problema novo ou como a reformulação de determinados problemas apresentados para os estudantes. A formulação pode acontecer antes, durante ou depois da solução de um problema. Os problemas formulados devem estar fundamentados em situações concretas e que expressem situações matemáticas significativas.

Silver (1994) afirma ainda que a formulação de problemas envolve a geração de novos problemas e questões para explorar uma dada situação, assim como envolve a reformulação de um problema durante o seu processo de resolução. Segundo English (1997a), quando os professores propõem aos estudantes atividades de formulação de problemas, o resultado destas atividades podem fornecem importantes *insights* acerca de como os estudantes estão compreendendo os conceitos e os processos matemáticos ensinados, bem como suas percepções a respeito das atividades desenvolvidas, suas atitudes em relação à Matemática e sobre sua capacidade criativa nesta área.

Para o desenvolvimento da habilidade de formular problemas, English (1997b) destaca três elementos básicos:

(a) Compreensão do que seja um problema: este elemento refere-se à habilidade de reconhecer a estrutura subjacente a um problema e detectar estas estruturas em problemas correspondentes, isto é, perceber que diferentes problemas apresentam estruturas semelhantes.

(b) Percepção de diferentes problemas: este elemento refere-se aos aspectos que despertam ou não a atenção dos estudantes em situações rotineiras ou não. Atividades nas quais os estudantes podem expressar suas percepções em relação a diferentes problemas e compará-las com as diversas opiniões de seus colegas podem se constituir em um poderoso instrumento para a compreensão da Matemática.

(c) Perceber situações matemáticas sob diferentes perspectivas: interpretar uma situação matemática em mais do que um caminho é particularmente importante para o estudante desenvolver sua capacidade de criar problemas ou de reformulá-los.

A formulação e a resolução de problemas guardam entre si aspectos complementares, uma vez que podem ser desenvolvidas simultaneamente ou uma após a outra. Associada a essas estratégias, apresentamos a redefinição, que também pode ser utilizada conjuntamente com estas a fim de favorecer o desenvolvimento da criatividade em Matemática.

Redefinição

Esta estratégia consiste em redefinir uma situação matemática em termos de seus atributos, de forma variada e original, gerando muitas possibilidades de representar essa situação. Assim, deve-se estimular os estudantes, por exemplo, a apresentarem diferentes formas de organizar números, objetos e outros elementos significativos a partir de suas propriedades ou atributos matemáticos (Haylock, 1987).

Um tipo de situação que envolve redefinição e que pode ser proposta para alunos do Ensino Fundamental refere-se à composição de diversos subconjuntos a partir de um conjunto dado e solicitar que indiquem a regra para a formação de cada um dos subconjuntos compostos, isto é, explicitem as características que os números possuem e que fazem com que possam estar em um mesmo subconjunto. Outro tipo de situação envolvendo a redefinição pode ser proposta apresentando dois números e solicitar aos alunos que escrevam tantas coisas quanto puderem acerca do que estes números têm em comum. Pode-se também, em outra atividade, apresentar aos alunos diversas figuras geométricas, bidimensionais ou tridimensionais, e fixando-se uma delas, indicar que figuras apresentam características ou propriedades semelhantes à figura considerada. Em todas essas atividades, os alunos estarão desenvolvendo a habilidade de redefinir números ou objetos em função de seus atributos matemáticos.

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, 2003b).

Para favorecer o pensamento criativo na resolução e formulação de problemas e na redefinição de situações matemáticas, Sheffield (2003) propõe uma heurística que pode possibilitar a criação de: soluções originais; regras, princípios e generalizações; novos algoritmos; novas questões e problemas e novos modelos matemáticos. O modelo é apresentado por meio de um pentágono, como apresentado a seguir.

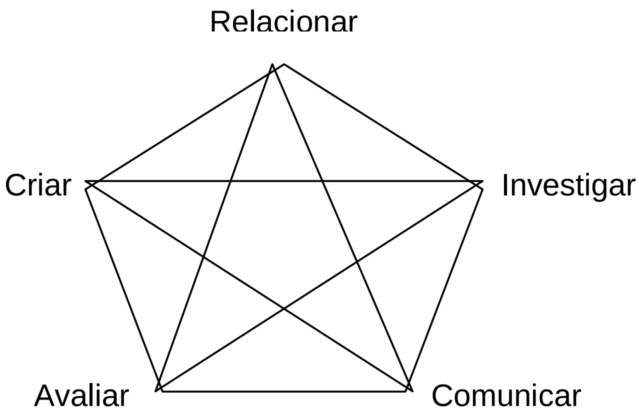


Figura 1. Esquema ilustrativo do modelo proposto por Sheffield (2003).

Segundo a autora, os estudantes podem iniciar em qualquer parte do modelo, prosseguindo por um caminho não linear para investigar de forma criativa um problema matemático. Um exemplo apresentado diz que um aluno pode relacionar idéias sobre como resolver um problema a partir de outros problemas resolvidos previamente, investigando essas idéias, criando novos problemas para trabalhar sobre eles, avaliando as soluções e comunicando os resultados.

Técnicas de Criatividade Aplicadas ao Ensino de Matemática

Algumas técnicas para estimular o pensamento criativo também são apresentadas para favorecer a geração de idéias no momento de resolver problemas de Matemática, possibilitando a compreensão das concepções matemáticas. As técnicas que serão apresentadas comumente são utilizadas em outras áreas do conhecimento, porém, serão aqui descritas com um enfoque direcionado ao trabalho com a Matemática. Este enfoque foi sugerido por Sheffield (2003), todavia, a autora não apresentou uma descrição destas técnicas. Assim, nos propomos a descrevê-las a seguir.

Estas técnicas foram classificadas em categorias que, em algum momento, apresentam características semelhantes. As categorias são: apreciação, animação, associação, alteração e abdicação (Sheffield, 2003).

Apreciação. São técnicas usadas para fazer conhecer um ou mais aspectos ou atributos de uma situação, produto ou problema que está sendo considerado. Essas técnicas podem ser usadas para auxiliar os alunos a focalizar características importantes do problema, perceber padrões e traçar uma variedade de possíveis soluções. A seguir apresentamos as técnicas relativas a esta categoria.

- O *brainstorming* é uma técnica que tem por base a geração de muitas idéias em atividades grupais, de modo que não haja julgamentos *a priori.* Todos os alunos devem contribuir apresentando as idéias que tiverem acerca da atividade que está sendo desenvolvida. Em seguida, todos se envolvem no julgamento das idéias apresentadas buscando aquela que melhor possa levar à solução do problema (Alencar, 1990; Alencar & Fleith, 2003b; Davis, 1992; Osborn, 1963).

- O *checklist* é uma técnica que consiste em identificar características ou atributos que serão considerados no momento da análise da situação-problema apresentada aos alunos. Para isso, usa-se uma listagem de questionamentos que possibilitarão aos alunos uma aproximação do objeto e/ou situação com o qual estão trabalhando, de modo que possam transformar uma idéia existente em uma nova idéia ou modificar a forma de abordar a mesma com vistas à solução do problema.
- Outra técnica é a *lista de atributos*, cuja finalidade é subdividir um problema a fim de que se possa conhecer detalhes de cada parte, identificando vários modos de compreendê-las e representá-las, para então recombiná-las de forma a alcançar a solução do problema ou explicação da situação na qual estão trabalhando.

Animação. As técnicas relacionadas a esta categoria podem ser usadas em atividades para envolver os estudantes de forma interativa com os problemas, situações ou produtos. As técnicas sugeridas em relação a esta categoria são:

- A *modelagem* como uma das técnicas que podem ser usadas para criar modelos físicos e visuais para mostrar concepções matemáticas e explorar ativamente soluções dos problemas, usando e manipulando uma variedade de materiais produzidos pelos alunos.
- Outra técnica destinada à interação dos alunos com a situação considerada é a *dramatização*, por permitir que estes expressem suas experiências pessoais, bem como a compreensão dos conceitos envolvidos na atividade. Questionamentos apresentados ao término da dramatização possibilitarão aos estudantes a articulação das idéias, encorajando-os a manifestarem a sua

compreensão do problema abordado. Dramatizações sobre a vida dos matemáticos cujos trabalhos estão sendo estudados podem aproximar os alunos do objeto do conhecimento elaborados por esses matemáticos, reconstruindo historicamente os conceitos e possibilitando ainda a transposição dos mesmos para o contexto atual.

Associação. O uso de técnicas de associação pode favorecer os estudantes na realização de comparações e no estabelecimento de conexões entre um problema que de forma imediata não se tem um método para resolvê-lo com conceitos, algoritmos e estratégias já conhecidas. Essas técnicas de criatividade auxiliam focalizando a atenção no estabelecimento dessas conexões. Algumas técnicas de associação:

- *Sugestão-ajuste* consiste em compor dois grupos de alunos que, alternadamente, um grupo propõe uma sugestão para solucionar os problemas propostos pelo professor e o outro realiza ajustes na idéia proposta para melhorá-la e, então, resolver o problema. Cada sugestão proposta deve ser registrada para possibilitar as associações que os alunos irão fazer no processo de solução do problema.
- *Análise morfológica* é uma técnica por meio da qual se pode analisar diferentes atributos ou elementos de um problema, realizando associações entre esses, de modo a se criar várias soluções para a situação proposta. Imagine que você tem um produto que poderia ser feito de 3 tipos de materiais, em 6 formas possíveis, e teoricamente com 4 tipos de mecanismos de funcionamento, há 72 (3x6x4) combinações potenciais de material, forma e mecanismo. Alguns podem já existir, outros serão inadequados para resolver o problema, porém, a partir

desses, se pode prever novas soluções. Esta técnica pode ser estendida a qualquer problema que apresenta este tipo de estrutura.

- *Sinética* é uma técnica de geração e avaliação de idéias. O professor apresenta o problema destacando aspectos principais e suas expectativas em relação à produção/ produto a serem gerados pelos alunos, que elaborarão um grande número de idéias para solucionar o problema, selecionando as mais interessantes. O professor os auxiliará na fixação das idéias, solicitando que façam paráfrases, metáforas e analogias para que possam demonstrar o quanto se apropriaram dos elementos e conceitos envolvidos no problema. Após esta fase, seleciona-se a idéia que melhor se ajusta ao problema considerado e faz-se generalizações desta para outros contextos ou situações similares (Alencar & Fleith, 2003b; Davis, 1992; Prince, 1968; Stein, 1974).

Alteração. Com as técnicas de alteração, os estudantes mudam sistematicamente partes de um produto, situação ou problema. Questões do tipo “e se...” estão presentes na maioria das investigações e dos *insights* matemáticos. Estas técnicas possibilitam um aprofundamento nas concepções matemáticas a partir de modificações sistemáticas em partes do problema ou de sua solução, levando a novas e interessantes questões ou problemas para serem explorados. Nesta categoria incluem-se as seguintes técnicas:

- O *SCAMPER* é uma técnica que tem por finalidade ajudar pensar em mudanças que podem feitas em um problema para criar um novo ou para compreendê-lo, a partir de uma lista de sugestões de ações, que podem ser usadas diretamente ou como ponto de partida para a criação de novas idéias. Essa lista é composta por verbos que se iniciam com as letras da palavra SCAMPER: S - Substitua -

componentes, materiais, pessoas; C - Combine - misture, combine com outras assembléias ou serviços, integre; Adapte - altere, função de mudança, use parte de outro elemento; M - Modifique - aumento ou reduz em balança, forma de mudança, modifique atributos; P - Proponha outro uso; E - Elimine - remova elementos, simplifique, reduza para conhecer a funcionalidade e R - Reverso - vire ao avesso ou de cabeça para baixo (Alencar & Fleith, 2003b; Davis, 1992; Starko, 1995) .

- *Fazendo e desfazendo* é uma técnica que pode ser utilizada em várias situações matemáticas, nas quais o processo de fazer e desfazer ajuda os alunos a organizarem suas atividades e entenderem como inverter o que fizeram. Isso é muito importante para saber desfazer uma operação, utilizando o princípio da reversibilidade.

Abdicação. As técnicas de abdicação têm por objetivo permitir ao subconsciente refletir sobre o problema quando não se está ativamente trabalhando sobre ele. Nesta categoria, destacamos as seguintes técnicas:

- *Relaxamento*, cujo objetivo é permitir aos alunos momentos de descontração e reorganização mental para então poderem se concentrar novamente na tarefa.
- *Visualização* é uma técnica utilizada para trabalhar com imagens (cenas, situações, objetos etc) que requer o uso da imaginação para construir mentalmente representações que poderão ser utilizadas na solução de problemas.

Além destas técnicas, outras também poderão ser utilizadas para favorecer o processo de resolução e formulação de problemas, bem como em atividades que requeiram a redefinição de elementos em contexto matemático. Sternberg e Grigorenko (2004) apresentam 13 diferentes atividades que podem favorecer a criatividade em Matemática. São elas:

(1) Redefinir problemas (redefinir, reescrever, mudar a perspectiva, reenquadrar, revisar). Neste caso, propõem que os professores encorajem os alunos a formularem uma pergunta nova, diferente, sobre um problema de Matemática existente.

(2) Questionar e analisar suposições (e se, supor, questionar, duvidar). Em situações desta natureza, os professores podem encorajar os alunos a considerarem determinadas características do campo matemático, questionando-as. Uma situação que pode ser proposta para os alunos é 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.

(3) Vender idéias criativas (persuadir, convencer, argumentar, defender). Os professores podem incentivar os alunos a convencerem os colegas de que suas idéias sobre como resolver problemas de matemática estão certas.

(4) Gerar idéias (gerar, criar, originar, procriar, produzir, imaginar). Os professores podem incentivar os alunos a proporem um problema matemático com palavras.

(5) Reconhecer as duas faces do conhecimento a fim de evitar o “entrincheiramento”, manter a flexibilidade, evitar ficar preso em um “beco sem saída” e manter uma mente aberta. Os professores podem encorajar os alunos a considerarem um tipo de problema matemático que sempre resolveram de determinada maneira e resolvê-lo de um modo diferente.

(6) Identificar e superar obstáculos (superar, transpor, perseverar, tentar, persistir, não desistir). Os professores podem pedir aos alunos que comparem uma maneira de resolver um problema com um método comum e que aprimorem o método novo de modo que ele seja mais eficiente do que o método comum.

(7) Assumir riscos razoáveis envolve tentar novas abordagens, aventurar-se no desconhecido, arriscar-se. Assim, os professores podem encorajar os alunos a demonstrarem um teorema que parece difícil.

(8) Tolerar ambigüidade (tolerar, permitir, consentir, suportar, aceitar). Os professores podem pedir aos alunos que continuem tentando resolver um problema até que encontrem a solução.

(9) Desenvolver a auto-eficácia que envolve acreditar na sua capacidade de: fazer o trabalho, fazer o que precisa ser feito, trabalhar efetivamente e atingir seus objetivos. Os professores podem incentivar os alunos a dedicarem bastante tempo resolvendo um problema difícil que lhes creditará pontos extras na nota final.

(10) Descobrir interesses verdadeiros dos alunos. Os professores podem, por exemplo, estimular os alunos a imaginarem usos da Matemática nos esportes.

(11) Adiar a gratificação. Os professores podem estimular os alunos a resolverem uma equação complicada de álgebra, separando-a em uma série de equações menores e mais simples, e inserindo os números resultantes na equação complicada.

(12) Modelar a criatividade. Os professores podem pedir aos alunos que inventem problemas de Matemática baseados em um esporte que lhe interessa, por exemplo.

(13) Sugestões adicionais para o pensamento criativo (criar, imaginar, supor,... então inventar, descobrir, formular): (a) os professores podem pedir para os alunos inventarem uma nova operação numérica e explicarem como ela funciona, (b) os

professores podem incentivar os alunos a contemplarem quais seriam os efeitos sobre a sociedade se a Matemática subitamente desaparecesse do cenário contemporâneo, (c) os professores podem pedir aos alunos que digam quais seriam os efeitos sobre a sociedade se todas as pessoas começassem a utilizar somente números romanos em qualquer cálculo matemático.

Além das técnicas e estratégias citadas, muitas outras poderão ser utilizadas e criadas. Ressalta-se que o emprego destas atividades não garante por si só o desenvolvimento da criatividade, sendo necessário criar um ambiente de confiança e de aceitação de idéias para que os alunos se sintam motivados a se envolverem com as tarefas propostas.

Associado a um programa voltado para o estímulo da criatividade, se faz necessário estabelecer padrões e atividades para avaliar em que medida esta habilidade está sendo desenvolvida. Neste sentido, apresentaremos alguns aspectos relativos à avaliação da criatividade em Matemática.

Avaliação da Criatividade em Matemática

Alguns testes elaborados por educadores matemáticos para tentar avaliar a criatividade matemática dos alunos são apresentados a seguir. É importante observar que, em todos eles, aparece a necessidade do pensamento divergente. Estes testes servem, também, para ilustrar que tipos de questões ou problemas podem ser elaborados e trabalhados com os alunos com o objetivo de desenvolver o pensamento criativo.

Balka (1974) estabeleceu alguns critérios para mensurar criatividade em Matemática, indicando habilidades a serem avaliadas. Essas habilidades são:

(1) Habilidade para formular hipóteses matemáticas avaliando relações de causa e efeito em situações matemáticas.

(2) Habilidade para considerar e avaliar idéias matemáticas não usuais, refletindo sobre suas conseqüências em situações matemáticas.

(3) Habilidade para perceber problemas a partir de uma situação matemática e formular questões que possam responder a esses problemas.

(4) Habilidade para elaborar subproblemas específicos a partir de um problema matemático geral.

(5) Habilidade para buscar soluções para problemas matemáticos, rompendo com um quadro mental "estático".

(6) Habilidade de elaborar modelos para solucionar situações matemáticas.

A indicação destas habilidades inspirou a elaboração de muitos testes para avaliar a criatividade em Matemática. Infelizmente, a maior parte dos testes publicados não trazem dados relativos à validade e fidedignidade dos mesmos.

Foster (1970), por exemplo, elaborou dois testes para avaliar as habilidades criativas em Matemática, de estudantes com idades entre 9 e 11 anos. No primeiro teste, a criança seleciona, de um baralho, seis cartas que tenham algo em comum. Os pontos são contados, conforme o número de conjuntos feitos em cinco minutos. O segundo solicita da criança encontrar quantos totais são possíveis, usando os números 2, 3 e 6 e as quatro operações.

Também Singh (1987) desenvolveu um teste para avaliar criatividade matemática e identificar talento matemático em alunos de 11 a 13 anos. Uma das atividades do teste pede ao aluno que escreva os números inteiros de 1 a 5 usando quatro "setes" e associando a eles, as diversas operações que conhecem. Indo além, por exemplo, o número 10 pode ser escrito como $\frac{(77-7)}{7}$ (setenta e sete menos sete dividido por sete). Esta atividade requer que o aluno descubra as diferentes expressões que correspondem aos números dados. Em outra atividade, o aluno deve dar valores diferentes e originais para as letras do alfabeto, a fim de que os resultados da operação indicada sejam corretos:

$$\begin{array}{r} A\ B \\ \underline{+\ C\ D} \\ P\ K\ R \end{array}$$

Esta atividade permite ao aluno estabelecer novas relações, pois ao dar valores arbitrários e diferentes para B e D, determina valores de R e ao dar valores diferentes para A e C, que não sejam os que foram dados a B, D e R, determina os valores de K e P, desde que estes não sejam os mesmos dados a B, D, R, A e C.

Da mesma forma, Mednick, citado por Dunn (1975), utilizou um item com estrutura semelhante a um item do teste que foi proposto por Singh. O item solicitava ao aluno escrever tantas equações verdadeiras quantas fossem possíveis com três números dados numa ordem e um sinal de igual. Para isso, pode-se usar, se necessário, os símbolos +, - , x , ÷ , ( ). O autor exemplificou a solução do problema indicando que fossem utilizados os seguintes números 2, 3 e 8. Algumas respostas possíveis são:

$2^3 - 8 = 0$

$2 \times 3 + 8 = 14$

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

Outro instrumento para avaliar a criatividade em Matemática foi desenvolvido por Haylock (1987), que elaborou vários testes para investigar a criatividade matemática em alunos de 11 e 12 anos. Em um dos testes a instrução dada era “escreva abaixo tantas coisas quantas você puder pensar sobre o que os números 16 e 36 têm em comum”. Segundo Haylock, um aluno de 11 anos apresentou várias afirmações a respeito dos números dados tais como: “eles são divisíveis por 2; eles são divisíveis por 4; eles são menores do que 40; eles contêm o 6 como o último dígito; eles são maiores que 15; eles são números inteiros; eles são fatores de 576; eles não são primos; eles são números quadrados; eles estão nesta questão”. Em outro teste, pede ao aluno para descobrir tantas figuras, quantas forem possíveis construir, com área $2cm^2$, ligando-se os pontos numa grade quadrangular formada por nove pontos, cuja distância entre dois pontos consecutivos na horizontal, ou na vertical, é igual a 1 cm. A flexibilidade, a fluência e a originalidade das respostas do aluno foram utilizadas como indicadores de habilidades criativas em Matemática.

Também Lee, Hwang e Seo (2003) desenvolveram um instrumento para avaliar a habilidade de alunos coreanos de ensino médio para resolver problemas matemáticos criativamente. Os autores propuseram cinco itens, avaliando fluência, flexibilidade e originalidade das respostas apresentadas por 462 estudantes, superdotados e regulares, de escolas de ensino médio na Coréia. O coeficiente alfa de fidedignidade do instrumento foi 0,80. Além disso, indicaram índice de dificuldade e de poder de discriminação dos itens.

Além de testes para avaliar a criatividade em Matemática, encontramos um estudo relativo à validação de uma escala de atividades e interesses em Matemática, desenvolvida por Livne e Milgram (2000) que investigou o nível de envolvimento de estudantes israelenses com a Matemática, a partir das atividades que eles realizavam fora da escola. Esse estudo foi desenvolvido com um grupo de juízes (especialistas, professores universitários, alunos de graduação e estudantes de ensino médio de uma escola para alunos altamente talentosos - todos com formação em Matemática) e com um grupo de estudantes do 11º e 12º ano de escolas públicas de áreas urbanas de Israel. A pesquisa indicou que um instrumento formado por 12 itens, resultante do confronto entre as respostas dos juízes e estudantes, pode ser utilizado para mensurar as atividades e interesses dos estudantes em relação à Matemática, indicando em que medida estas atividades se relacionam com a criatividade. Segundo a indicação dos autores, o instrumento contém todos elementos necessários para que o mesmo fosse considerado capaz de representar de forma fidedigna e válida os quatro níveis de criatividade avaliados, a saber, comum, leve, moderado e profundo.

No nível comum ("*ordinary*") estariam incluídos aqueles que apresentam trabalhos que não produzem mudanças no campo da Matemática, pois, estes utilizam procedimentos rotineiros que expressam baixo pensamento divergente. Estes indivíduos demonstram que sua motivação advém de fontes externas, refletem baixo compromisso com as suas tarefas, baixa iniciativa e o grau de intensidade com que executam suas tarefas também é baixo. No nível leve ("*mild*") também se encontram pessoas que produzem poucas mudanças em Matemática. Todavia, demonstram usar mais o pensamento convergente que o pensamento divergente. São mais externamente do que internamente motivadas, refletem um leve compromisso com a tarefa, leve iniciativa e intensidade na execução de suas atividades.

Aqueles que se encontram no nível moderado ("*moderate*") apresentam atitudes mais desafiadoras em relação à Matemática. Usam mais o pensamento divergente que o pensamento convergente e suas atividades geram produtos de qualidade incomum. São mais internamente do que externamente motivados, refletem compromisso moderado com as tarefas, iniciativa moderada e o grau de intensidade com que executam suas atividades também é moderado. No nível profundo ("*profound*") estão aqueles que apresentam atitudes altamente desafiadoras em relação à Matemática. Usam principalmente o pensamento divergente e suas atividades resultam em produtos incomuns de alta qualidade. São internamente motivados, refletem alto compromisso com a tarefa, têm muita iniciativa e o grau de intensidade com que executam suas atividades é muito alto. Infelizmente, o artigo publicado não traz cópia do instrumento para que possíveis replicações do mesmo possam ser realizadas.

Um aspecto que percebemos ter sido negligenciado nas pesquisas citadas refere-se à falta de informações sobre a validade e fidedignidade dos instrumentos. Como citado anteriormente, isso compromete a discussão comparativa entre os dados originalmente obtidos e aqueles encontrados na replicação do estudo. Todavia, essas publicações colaboram para disseminar a preocupação com o estímulo e avaliação da criatividade em Matemática. Outro aspecto negligenciado refere-se à não preocupação em discutir o resultado dos testes considerando diferenças em relação ao gênero. A fim de abordar este último aspecto, passaremos à próxima seção abordando as questões de gênero e o desempenho em Matemática e na produção criativa na área a partir de algumas pesquisas encontradas.

A Relação entre Gênero e Matemática

A importância de uma discussão acerca de possíveis diferenças existentes no desempenho dos estudantes em função do gênero reside na compreensão dos reflexos que estímulos diferenciados destinados a alunos e alunas podem gerar no futuro profissional destes e no desempenho que podem demonstrar nas diversas áreas que compõem o currículo, especialmente em Matemática. Torna-se, pois, necessário investigar o desempenho de alunos em função do gênero, uma vez que uma sólida formação em Matemática tem sido requisitada para a admissão nas principais instituições de ensino bem como na maioria das ocupações profissionais (Meece & cols., 1982).

Em relação à Matemática, os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1998) sinalizam que os professores "em decorrência de seus valores e de suas representações acerca das competências de ambos os sexos para aprender Matemática, contribuem para que rapazes e moças sintam-se mais ou menos capazes ante esse conhecimento" (p. 30).

Para a superação de práticas preconceituosas nas escolas, que direcionam homens e mulheres a papéis sociais específicos e que favorecem o desenvolvimento de habilidades e competências de forma diferenciada nas diversas áreas do conhecimento, deve-se investir em ações que tenham efeitos sobre a cultura, pois existem muitos mitos na sociedade acerca da relação entre as mulheres e o conhecimento científico. Keller, citada por Turner (1995), apresentou alguns destes mitos:

(a) Ciência é impessoal; mulheres são personalistas.

(b) Ciência tem como meta desenvolver coisas; mulheres têm como meta o desenvolvimento das pessoas.

(c) O processo masculino para se obter conhecimento é objetivo, analítico e por meio de investigação científica. O processo feminino para se obter conhecimento tem por base a intuição materna, semelhante à forma usada pela mulher para conhecer o próprio bebê.

(d) Ciência é razão, não permite sentimentos. Sentimentos são elementos femininos enquanto pensamento é um elemento masculino.

(e) Ciência é 'pesada' e capturada pela mente; mulheres são 'leves' e sentimentais.

(f) Ciência lembra poder; mulheres lembram harmonia. (p. 4)

A presença destes preconceitos no corpo social tem motivado vários estudos para investigar a presença e o desempenho das mulheres nas áreas científicas e na Matemática. Por exemplo, Guimond e Roussel (2001) conduziram três estudos com universitários franceses para examinar estereótipos acerca das habilidades de homens e mulheres e as implicações destes estereótipos na autopercepção dos participantes do estudo quanto às suas habilidades em Matemática. Segundo os autores, os três estudos sugerem que as mulheres são geralmente percebidas como melhores que os homens em linguagem e os homens melhores que as mulheres em ciências e Matemática. Segundo Reis (1998), as imagens de cientistas, engenheiros e matemáticos que a sociedade utiliza, predominantemente, são de homens, reafirmando os estereótipos.

Todavia, alguns estudos têm indicado que não existem diferenças entre homens e mulheres ou que as mulheres têm obtido desempenho melhor que os homens em Matemática (Hyde, Fennema & Lamon, 1990; Kimball, 1989; Lefèvre, Kulak & Heymans, 1992). Kimball (1989), em particular, destacou o fato de que, em sala de aula, as mulheres normalmente apresentam desempenho melhor que os homens, porém, quando se trata de testes padronizados, as mulheres têm uma performance inferior se comparada à dos homens. Segundo Guimond e Roussel (2001), as mulheres demonstram uma performance inferior quando analisam a possibilidade de confirmar o estereótipo de que os homens são melhores em Matemática.

No Brasil, um estudo desenvolvido por Godinho e cols. (2005) buscou mostrar a trajetória da mulher na educação brasileira no período de 1996 a 2003. Entre outros fatores, os autores destacaram o desempenho escolar das mulheres, tomando como base os dados do SAEB de 2003. Em relação ao teste aplicado para os alunos da 4ª série do Ensino Fundamental, segundo os dados encontrados,

> O que se constata é um melhor desempenho das meninas em Língua Portuguesa e dos meninos em Matemática, embora as diferenças entre meninos e meninas nas áreas de Matemática sejam bem menores que em Português. (p. 42)

Este resultado repete-se na 8ª série do Ensino Fundamental.

> Em Língua Portuguesa, na 8ª série, confirma-se o melhor desempenho das meninas. Já os meninos continuam abaixo das meninas, mas apresentam um desempenho melhor em comparação com o da 4ª série. (...) Em Matemática, consolidam-se as diferenças já verificadas para a 4ª série, com o desempenho dos meninos ainda melhor do que os das meninas, embora o índice de aproveitamento seja mais baixo para os dois grupos com relação aos das séries iniciais. (p. 43)

Uma hipótese para explicar esses resultados refere-se às possíveis práticas de professores e professoras (que têm por base as práticas sociais gerais), que estimulam mais os meninos que as meninas em Matemática e o inverso em Língua Portuguesa.

Todavia, em relação à 3ª série do Ensino Médio, os dados não confirmam a "tendência" apresentada no Ensino Fundamental.

> As mulheres, que são a maioria numérica neste nível de ensino, superam os rapazes por uma pequena margem, tanto em Língua Portuguesa como em Matemática, alterando as tendências que se observavam na 4ª e 8ª séries do Ensino Fundamental. Aqui, os resultados praticamente se igualam, apresentando diferenças de, no máximo, 3 pontos percentuais. (p. 43)

Godinho e cols. (2005) também buscaram observar o desempenho de homens e mulheres no Exame Nacional de Cursos – ENC, que avalia estudantes concluintes de cursos de graduação. Os autores tomaram quatro cursos – Fonoaudiologia, Pedagogia, Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica – considerando os dois primeiros eminentemente femininos e os dois últimos eminentemente masculinos. A Tabela 3 mostra o desempenho de homens e mulheres nos cursos citados.

Tabela 3. *ENC 2003: Percentual de Desempenho Acima do Percentil 75 por Curso e Sexo*

	Fonoaudiologia	Pedagogia	Engenharia Elétrica	Engenharia Mecânica
Mulheres	25,7	25,1	12,4	11,6
Homens	23,1	24,5	26,8	26,3

Fonte: Inep/MEC (citado por Godinho & cols., 2005)

Os dados mostram que o desempenho dos poucos homens que fazem os cursos de Fonoaudiologia e Pedagogia, de indiscutível concentração feminina, é muito semelhante ao das mulheres. Todavia, mostram que o mesmo já não acontece com as poucas mulheres que fazem cursos considerados eminentemente masculinos.

Ressalta-se que os autores do estudo citado não apresentam uma explicação para as diferenças encontradas no desempenho escolar de homens e mulheres. Destacam, entretanto, que esta temática merece estudos que visem desvelar os fatores intervenientes no desempenho das mulheres, tendo o gênero como categoria de análise que explicita as relações sociais entre os sexos e a considera uma construção social e cultural.

Uma explicação para as diferenças de gênero em Matemática está relacionada à forma como homens e mulheres são socializados (Duffy, Gunther & Walters, 1997). Acredita-se que homens e mulheres têm atitudes diferentes em relação à Matemática como resultado das influências que recebem de seus colegas e dos adultos em geral (Hyde & cols., 1990; Kimball, 1989). Segundo Reis (1998), a Matemática aparece como uma área particularmente suscetível de sofrer influências das crenças dos pais e isso caracteriza as diferenças de gênero quanto às atitudes e performance nesta área. Segundo a autora, quando comparados aos pais de homens, os pais das mulheres tendem a se reportarem à Matemática como menos importante do que outras disciplinas e também tendem a atribuir à uma boa performance o treino e a dedicação ao invés de habilidade.

As relações com os colegas em sala de aula, quando estão sob o clima de competição, tendem a favorecer um desempenho superior para os homens e, quando estimulam a cooperação, tendem a favorecer uma alta performance para as mulheres (Peterson & Fennema, citados por Reis, 1998).

Alguns estudos também foram desenvolvidos a fim de examinar diferenças de gênero na produção criativa em Matemática. Mann (2005) apresentou alguns desses estudos, mostrando que os trabalhos de Evans (1964), Jensen (1973) e Prouse (1967) indicaram diferenças significativas em escores em criatividade matemática a favor das mulheres. No estudo de Evans, foram analisados dados coletados junto a 42 estudantes de 8º série, 42 estudantes do 7º série, 21 estudantes do 6ª série e 18 estudantes da 5º série da escola da Universidade de Michigan. O autor do estudo indicou que as alunas da 8ª série obtiveram um desempenho significativamente superior aos alunos em 11 dos 15 itens da avaliação. Em relação aos estudantes da 7ª série, as alunas também apresentaram um desempenho mais elevado, em comparação aos alunos, em 7 dos 15 itens avaliados. Em relação aos estudantes da 6ª e da 5ª série não foram encontradas diferenças significativas. Em suas conclusões o autor sugere que a diferença em favor das alunas estava relacionada a vieses que diziam respeito às atitudes e motivações que as mesmas apresentavam em relação à Matemática. Todavia, Mann não descreveu esses vieses.

Jensen (1973) realizou seu estudo com alunos de 6ª série de três escolas do Texas. Segundo dados apresentados, não havia diferenças significativas em relação à criatividade matemática entre as escolas, porém considerando o gênero, foram encontradas diferenças significativas a favor das mulheres em uma das escolas. Resultados semelhantes foram obtidos por Prouse (1967).

Os estudos apresentados por Mann (2005) não podem ser tomados como parâmetros definitivos para a compreensão das diferenças de gênero quanto à criatividade em Matemática. Ressalta-se que, nos trabalhos citados ao longo deste estudo, não foram encontrados entre os objetivos dos mesmos a preocupação em examinar essas diferenças. Assim, novos estudos devem ser conduzidos a fim de verificar como homens e mulheres têm demonstrado suas habilidades criativas na atualidade, em função dos contextos nos quais estão inseridos.

Considerando os diversos aspectos apresentados relativos à criatividade e à criatividade em Matemática, este trabalho foi elaborado com o objetivo de examinar a relação entre criatividade, criatividade em Matemática e motivação em Matemática de alunos de Ensino Médio. Para esta investigação, foram traçadas algumas questões orientadoras. São elas:

1. Existem diferenças entre alunos do gênero masculino e feminino em relação à criatividade?
2. Existem diferenças entre alunos do gênero masculino e feminino em relação à criatividade em Matemática?
3. Existem diferenças entre alunos do gênero masculino e feminino em relação à motivação em Matemática?
4. Existe relação entre criatividade e criatividade matemática?
5. Existe relação entre motivação e criatividade matemática?

Espera-se que este estudo possa contribuir para uma melhor compreensão do que seja criatividade em Matemática e como esta pode ser estimulada e avaliada nas escolas brasileiras.

CAPÍTULO III

MÉTODO

Este capítulo descreve o método utilizado neste estudo, incluindo participantes, instrumentos utilizados, procedimentos adotados e análise empregada.

Ressalta-se, inicialmente, que optou-se 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, 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. Cinqüenta 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 uma clientela de classe média alta e alta.

Instrumentos

Neste estudo foram utilizados três instrumentos, a saber: Testes Torrance de Pensamento Criativo – TTCT (Torrance, 1974, 1990), Teste de Criatividade em Matemática (Gontijo, 2005b) e Escala de Motivação em Matemática (Gontijo, 2005a).

Teste Torrance do Pensamento Criativo. O Teste Torrance do Pensamento Criativo - TTCT (Torrance 1974, 1990) foi selecionado com o objetivo de analisar o nível de criatividade geral dos alunos. A escolha deste teste deve-se ao fato de ele ser o mais citado na literatura sobre criatividade, tendo sua validade e precisão examinada em vários países (Alencar, 1974; Konada, 1997; Madaus, 1967; Matos, 2005; Mendonça, 2003; Raina, 1971; Torrance, 1973, 1979; Wechsler, 2001). O teste utilizado neste estudo foi adaptado e validado para a população brasileira por Wechsler (2004a, 2004b).

O TTCT é composto por dois grupos de testes: um que avalia a criatividade por meio de figuras e outro que avalia a criatividade por meio de palavras. A aplicação e a correção do teste foram realizadas de acordo com as orientações constantes dos Manuais de Avaliação da Criatividade por Figuras (Weschler, 2004a) e de Avaliação da Criatividade por Palavras (Weschler, 2004b). As respostas dos alunos foram avaliadas segundo as seguintes categorias: fluência, a flexibilidade e a originalidade. A fluência foi avaliada por meio da abundância ou quantidade de idéias apresentadas em cada subteste. A flexibilidade foi avaliada considerando a capacidade de produzir diferentes categorias de respostas em cada situação indicada. A originalidade foi avaliada atribuindo pontuação somente para as respostas consideradas infreqüentes ou incomuns e que não constam no manual.

Para cada participante do estudo, foi calculado um escore total para criatividade figurativa e um escore para criatividade verbal. Esse escore é calculado por meio da soma dos escores obtidos em cada subteste. Foi calculado ainda, um escore de criatividade geral, somando o escore de criatividade figurativa e com o de criatividade verbal.

Neste estudo foram utilizados quatro subtestes, dois com figuras e dois com palavras. Os testes com figuras foram: (a) Completando Figuras, no qual solicita-se aos alunos que completem figuras incompletas juntando linhas criadas por eles, de modo a produzirem desenhos interessantes, que expressam histórias completas, devendo ao final de cada desenho, criar um nome para cada um deles; (b) Linhas, no qual solicita-se que os alunos criem figuras ou objetos usando pares de linhas retas impressas no formulário de resposta do teste. Neste teste os alunos também devem criar seus desenhos de modo eles expressem uma idéia interessante, devendo também, dar um título para cada desenho criado. O tempo para responder a cada um destes subtestes foi de 10 minutos.

Os subtestes que avaliam a criatividade por palavras foram: (a) Aperfeiçoamento do Produto, no qual os alunos deveriam escrever as maneiras mais inteligentes, interessantes e diferentes para modificar um elefante de brinquedo para crianças, tornando-o mais divertido; (b) Usos Inusuais, no qual os alunos deveriam escrever idéias interessantes e diferentes para usar uma caixa de papelão. O tempo para realizar cada um destes subtestes foi, respectivamente, 10 e 5 minutos.

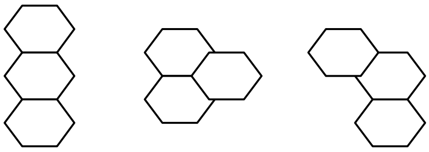
O Teste Torrance do Pensamento Criativo apresenta dados de validade e fidedignidade, com coeficientes de fidedignidade do tipo teste-reteste variando entre 0,60 e 0,93 para os vários subtestes. Esses dados foram obtidos com uma amostra de estudantes universitários que responderam ao instrumento em dois momentos com intervalos de três meses (Torrance, 1974). Quanto à validade, vários estudos (Cramond & cols., 2005; Cropley, 1972; Cropley & Clapson, 1971; Torrance, 1972, 1981; Yamamoto, 1963) apresentaram dados que a evidenciam.

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.

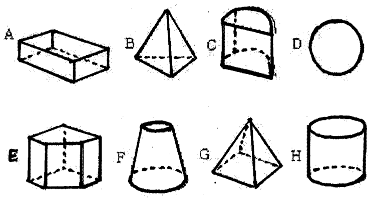
Os itens que compõem o teste são:

1. Alguns pontos são dados abaixo, de tal modo que a distância entre eles, tanto na horizontal como na vertical, é igual a 1 cm. Ligando estes pontos, construa polígonos que tenham perímetros (soma das medidas dos lados) iguais a 14 centímetros. Desenhe cada polígono separadamente dos demais.

2. 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.
3. Elabore diferentes questões que possam ser respondidas a partir da seguinte informação: "Paulo, Tiago e Antônio retornavam, de automóvel, para suas casas depois de uma viagem. Antônio dirigiu 140 km a mais que Tiago. Tiago dirigiu duas vezes o percurso percorrido por Paulo. Paulo dirigiu 90 km".
4. Os exemplos abaixo mostram ilustrações formadas utilizando três hexágonos regulares por meio da união dos seus lados:



Inspirando-se nos modelos acima, faça a maior quantidade possível de ilustrações, utilizado 6 figuras em forma de hexágono regular.
5. Considere os números inteiros de 2 a 16 (inclusive o 2 e o 16) e escreva os diversos subconjuntos que você puder estabelecer envolvendo estes números, indicando a regra para a formação de cada um deles, isto é, indicando as características que os números possuem e que fazem com que possam estar em um mesmo subconjunto.
6. Considere os sólidos geométricos abaixo.



Escolha um ou mais sólidos que dividam com a figura B características semelhantes e escreva estas características.

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.

O processo de elaboração e os critérios de correção deste teste encontram-se no Anexo III e as respostas obtidas junto aos estudantes que participaram deste estudo conduzido para esta tese se encontram nos Anexos IV a IX.

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 encontra-se no Anexo I e cópia do instrumento no Anexo II desta tese. Antecipa-se que a validação foi estabelecida através da análise fatorial realizada com dados levantados junto a 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).

Procedimentos

Os testes e a escala foram aplicados coletivamente em duas etapas, realizadas em dois dias seguidos. A primeira envolveu a aplicação do Teste Torrance de Pensamento Criativo e a Escala de Motivação em Matemática e, a segunda, envolveu a aplicação do teste de Criatividade em Matemática. Os instrumentos foram aplicados pelo pesquisador, em horário de aula, no mês de novembro de 2005. A correção do Teste de Criatividade em Matemática foi realizada pelo pesquisador e a correção do

Teste Torrance do Pensamento Criativo foi realizada por uma psicóloga com registro no Conselho Regional de Psicologia, região 01.

Análise dos Dados

O programa SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) foi utilizado na versão 12.0 para efetuar a análise dos dados. As questões de pesquisa 1, 2 e 3 foram examinadas por meio de testes t de Student, sendo gênero a variável independente e criatividade, criatividade em Matemática e motivação em Matemática as variáveis dependentes. Para analisar as questões de pesquisa 4 e 5, foi utilizada a Correlação de Pearson a fim de se examinar a relação entre criatividade, criatividade em Matemática e motivação em Matemática.

CAPÍTULO IV

Resultados

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos neste estudo relativos à criatividade, criatividade em Matemática e motivação em Matemática de alunos dos gêneros masculino e feminino, concluintes do ensino médio. Cinco questões de pesquisa foram investigadas.

Questão de pesquisa 1: Existem diferenças entre alunos do gênero masculino e feminino em relação à criatividade?

Os resultados indicaram que não há diferenças significativas entre alunos dos gêneros masculino e feminino quanto à criatividade figurativa (t[98]= 0,509; p = 0,612), fluência figurativa (t[98] = 0,491; p = 0,625), flexibilidade figurativa (t[98] = 0,261; p = 0,725) e originalidade figurativa (t[98] = 1,080; p = 0,283). Observou-se também que não há diferenças significativas entre alunos do gênero masculino e feminino em relação à criatividade verbal (t[98] = 0,834; p = 0,406), fluência verbal (t[98] = 0,852; p = 0,397), flexibilidade verbal (t[98] = 0,924; p = 0,358) e originalidade verbal (t[98] = 0,093; p = 0,923).

A Tabela 4 apresenta as médias, os desvios-padrão e valores de t para cada uma destas variáveis, considerando os dois grupos de gêneros distintamente.

Tabela 4

Média, Desvio-Padrão e Valor t de Alunos do Gênero Masculino e Feminino com relação à Criatividade

	Masculino (n=50)		Feminino (n=50)		
	M	DP	M	DP	t
Criatividade Verbal	34,60	15,35	32,26	12,56	0,834
Fluência Verbal	22,24	11,56	20,46	9,21	0,852
Flexibilidade Verbal	12,14	4,55	11,38	3,63	0,924
Originalidade verbal	0,44	1,01	0,46	1,13	0,093
Criatividade Figurativa	39,04	16,96	37,60	10,60	0,509
Fluência Figurativa	17,44	7,06	16,84	4,99	0,491
Flexibilidade Figurativa	13,08	5,47	13,32	3,51	0,261
Originalidade Figurativa	8,46	5,03	7,56	3,07	1,080

Questão de pesquisa 2: Existem diferenças entre alunos do gênero masculino e feminino em relação à criatividade em Matemática?

Os resultados indicaram que há diferença significativa entre alunos do gênero masculino e feminino quanto à criatividade em Matemática (*t*[98]= 2,175; *p* = 0,032). Os alunos do gênero masculino (*M* = 39,04; *DP* = 15,17) apresentaram desempenho superior em comparação aos alunos do gênero feminino (*M* = 33,54; *DP* = 9,53) nesta medida.

Também foram encontradas diferença significativa entre gêneros quanto à fluência matemática (*t*[98] = 2,327; *p* = 0,022). Os alunos do gênero masculino (*M* = 23,32; *DP* = 9,83) apresentaram desempenho superior quando comparados aos alunos do gênero feminino (*M* = 19,46; *DP* = 6,40) em relação à fluência matemática.

Os resultados indicam, ainda, que há diferença significativa entre gêneros (*t*[98] = 1,99; *p* = 0,05) quanto à flexibilidade matemática. Os alunos do gênero masculino (*M* = 13,80; *DP* = 4,35) apresentaram escore superior em comparação aos alunos do gênero feminino (*M* = 12,34; *DP* = 2,83) em relação à flexibilidade matemática.

Os resultados indicam que não há diferenças significativas entre estudantes dos gêneros masculino e feminino quanto à originalidade matemática (*t*[98] = 1,265; *p* = 0,209).

A Tabela 5 apresenta as médias, os desvios-padrão e valores de *t* para cada uma destas variáveis, considerando os dois grupos distintamente.

Tabela 5

Média, Desvio-Padrão e Valor t de Alunos do Gênero Masculino e Feminino com Relação à Criatividade em Matemática

	Masculino (n=50)		Feminino (n=50)		
	M	DP	M	DP	t
Criatividade Matemática	39,04	15,15	33,54	9,55	2,175*
Fluência Matemática	23,32	9,86	19,46	6,40	2,327*
Flexibilidade Matemática	13,80	4,35	12,34	2,83	1,990*
Originalidade Matemática	1,92	1,83	1,50	1,47	1,265

*p<0,05.

Questão de pesquisa 3: Existem diferenças entre alunos do gênero masculino e feminino em relação à motivação em Matemática?

Os resultados indicaram que não há diferenças significativas ($t[98]= 0,945$; $p = 0,347$) quanto à percepção de alunos do gênero masculino (M = 2,90; DP = 0,40) e do gênero feminino (*M* = 3,02; *DP* = 0,82) quanto à Satisfação pela Matemática (Fator 1).

Também não foram encontradas diferenças significativas ($t[98]= 1,168$; $p = 0,246$) quanto à percepção de alunos do gênero masculino (*M* = 3,54; *DP* = 0,72) e do gênero feminino (*M* = 3,38; *DP* = 0,65) quanto às Aplicações da Matemática no Cotidiano (Fator 4).

Da mesma forma, os resultados indicaram que não há diferenças significativas ($t[98]= 0,31$; $p = 0,76$) considerando a percepção de alunos do gênero masculino (M = 3,91; DP = 0,86) e do feminino (*M* =3,86 ; *DP* =0,74) quanto à Interações na Aula de Matemática (Fator 6).

Por outro lado, a análise indicou diferenças significativas entre gêneros ($t[98] = 3,040$; $p = 0,003$) em relação aos Jogos e Desafios (Fator 2). Os alunos do gênero masculino (*M* = 2,80; *DP* = 0,74) apresentaram uma percepção mais favorável em relação a Jogos e Desafios quando comparados à apresentada pelos alunos do gênero feminino (*M* = 2,37; *DP* = 0,69).

Também foram encontradas diferenças significativas entre gêneros ($t[98] = 2,028$; $p = 0,045$) quanto à Resolução de Problemas (Fator 3). Os alunos do gênero masculino (*M* = 3,92; *DP* = 1,96) apresentaram uma percepção mais favorável em relação a esta medida quando comparados à apresentada pelos alunos do gênero feminino (*M* = 3,32; *DP* = 0,72).

Foram encontradas, ainda, diferenças significativas entre alunas e alunos (*t*[98] = 2,708; *p* = 0,008) com relação aos Hábitos de Estudo (Fator 5). Os alunos do gênero feminino (*M* = 2,41; *DP* = 0,57) apresentaram uma percepção mais favorável em relação a este Fator quando comparados à percepção dos alunos do gênero masculino (*M* = 2,09; *DP* = 0,63).

A Tabela 6 apresenta as médias, os desvios-padrão e valores de t para cada um destes fatores, considerando os dois grupos de gêneros distintamente.

Tabela 6

Média, Desvio-Padrão e Valor t de Alunos do Gênero Masculino e Feminino com Relação à Motivação em Matemática

	Masculino (n=50)		Feminino (n=50)		
	M	DP	M	DP	t
Motivação Geral	3,19	0,66	3,06	0,46	1,169
Satisfação pela Matemática	2,90	0,40	3,02	0,82	0,945
Jogos e Desafios	2,80	0,74	2,37	0,69	3,040**
Resolução de Problemas	3,92	1,96	3,32	0,72	2,028*
Aplicações no Cotidiano	3,54	0,72	3,38	0,65	1,168
Hábitos de Estudo	2,09	0,63	2,41	0,57	2,708**
Interações na Aula	3,91	0,86	3,86	0,74	0,313

*p<0,05. **p<0,01.

Questão de pesquisa 4: Existe relação entre criatividade e criatividade matemática?

Foram observadas correlações positivas entre criatividade verbal e criatividade matemática (r = 0,300; p < 0,01), entre criatividade verbal e fluência matemática (r = 0,277; p < 0,01), entre criatividade verbal e flexibilidade matemática (r = 0,264; p < 0,01) e criatividade verbal e originalidade matemática (r = 0,335; p < 0,01).

Os índices também apontaram correlação positiva entre fluência verbal e criatividade matemática (r = 0,280; p < 0,01), entre fluência verbal e fluência matemática (r = 0,245; p < 0.05), entre fluência verbal e flexibilidade matemática (r = 0,250; p< 0.05) e entre fluência verbal e originalidade matemática (r = 0,335; p < 0,01).

Da mesma forma, foram observadas correlações positivas entre flexibilidade verbal e criatividade matemática (r = 0,277; p < 0,01), entre flexibilidade verbal e fluência matemática (r = 0,278; p < 0,01), entre flexibilidade verbal e flexibilidade matemática (r = 0,239; p < 0,05) e entre flexibilidade verbal e originalidade matemática (r = 0,238; p < 0.05).

Destaca-se que não foram evidenciadas correlações positivas significativas entre originalidade verbal e as medidas de criatividade matemática. Em relação às medidas de criatividade figurativa, foram encontradas correlações positivas entre estas e as medidas de criatividade matemática, exceto em relação à originalidade matemática.

Os índices mostraram que há correlação positiva entre criatividade figurativa e criatividade matemática (r = 0,400; p < 0,01), entre criatividade figurativa e fluência matemática (r = 0,401; p < 0,01), entre criatividade figurativa e flexibilidade matemática (r = 0,369; p < 0,01) e entre criatividade figurativa e originalidade matemática (r = 0,254; p < 0,05).

Também foram assinaladas correlações positiva entre fluência figurativa e criatividade matemática (r = 0,362; p < 0,01), entre fluência figurativa e fluência matemática (r = 0,357; p < 0,01), entre fluência figurativa e flexibilidade matemática (r = 0,332; p < 0,01) e entre fluência figurativa e originalidade matemática (r = 0,242; p < 0,05).

Da mesma forma foram observadas correlação positiva entre flexibilidade figurativa e criatividade matemática (r = 0,404; p < 0,01), entre flexibilidade figurativa e flexibilidade matemática (r = 0,399; p < 0,01), entre fluência figurativa e flexibilidade matemática (r = 0,374; p < 0,01) e entre flexibilidade figurativa e originalidade matemática (r = 0,275; p < 0,01).

Observou-se ainda a existência de correlação positiva entre originalidade figurativa e criatividade matemática (r = 0,360; p < 0,01), entre originalidade figurativa e flexibilidade matemática (r = 0,376; p < 0,01), entre originalidade figurativa e flexibilidade matemática (r = 0,335; p < 0,01). Ressalta-se que não foi observada correlação entre originalidade figurativa e originalidade matemática.

A Tabela 7 apresenta os índices de correlação para cada cruzamento entre as medidas de criatividade e criatividade matemática.

Tabela 7

Correlação entre Criatividade e Criatividade em Matemática

	CRIM	FLUM	FLEXM	ORIM
Criatividade Geral	0,424(**)	0,411(**)	0,384(**)	0,357(**)
Criatividade Verbal	0,300(**)	0,277(**)	0,264(**)	0,335(**)
Fluência Verbal	0,280(**)	0,245(*)	0,250(*)	0,355(**)
Flexibilidade Verbal	0,277(**)	0,278(**)	0,239(*)	0,238(*)
Originalidade verbal	0,111	0,141	0,053	0,051
Criatividade Figurativa	0,400(**)	0,401(**)	0,369(**)	0,254(*)
Fluência Figurativa	0,362(**)	0,357(**)	0,332(**)	0,242(*)
Flexibilidade Figurativa	0,404(**)	0,399(**)	0,374(**)	0,275(**)
Originalidade Figurativa	0,360(**)	0,376(**)	0,335(**)	0,195

Nota. CRIM = Criatividade Matemática, FLUM = Fluência Matemática, FLEX = Flexibilidade Matemática, ORIM = Originalidade Matemática.
* p< 0.05. **p< 0.01.

Questão de pesquisa 5: Existe relação entre motivação e criatividade matemática?

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.

A Tabela 8 apresenta índices de correlação para cada cruzamento entre os fatores relativos à motivação em Matemática e as medidas de criatividade matemática.

Tabela 8

Correlação entre Motivação e Criatividade em Matemática

FATORES	CRIM	FLUM	FLEXM	ORIM
1 - Satisfação pela Matemática	0,085	0,064	0,101	0,120
2 - Jogos e Desafios	0,197(*)	0,203(*)	0,190	0,093
3 - Resolução de Problemas	0,241(*)	0,240(*)	0,229(*)	0,171
4 - Aplicações no Cotidiano	0,242(*)	0,226(*)	0,290(**)	0,105
5 - Hábitos de Estudo	-0,101	-0,085	-0,086	-0,106
6 - Interações na Aula	0,136	0,149	0,158	-0,010
Motivação Geral	0,227(*)	0,227(*)	0,241(*)	0,118

Nota: CRIM = Criatividade Matemática, FLUM = Fluência Matemática, FLEX = Flexibilidade Matemática, ORIM = Originalidade Matemática.
* p< 0.05. **p< 0.01.

CAPÍTULO V

Discussão

Este trabalho teve como objetivo investigar as relações entre criatividade, criatividade em Matemática e motivação em Matemática de alunos do Ensino Médio. Nesta investigação analisou-se o desempenho dos alunos em dois testes, o Teste Torrance do Pensamento Criativo e o Teste de Criatividade em Matemática e, ainda, analisou-se a percepção destes alunos quanto à motivação em relação à Matemática. Realizou-se a análise dos resultados destes instrumentos isoladamente, utilizando-se para isso do teste t de Student, sendo gênero a variável independente e criatividade, criatividade em Matemática e motivação em Matemática as variáveis dependentes. A análise também verificou as relações entre criatividade e criatividade em Matemática e as relações entre criatividade em Matemática e motivação em Matemática, empregando a Correlação de Pearson para esta finalidade.

Destaca-se como ponto forte do estudo os instrumentos desenvolvidos para a sua realização, isto é, o Teste de Criatividade em Matemática e a Escala de Motivação em Matemática. Tal aspecto merece consideração em função da indisponibilidade de instrumentos como estes no Brasil. A seguir, discutiremos alguns aspectos destes instrumentos, tratando inicialmente, do Teste de Criatividade em Matemática.

Na literatura brasileira não encontramos registros de instrumentos validados, com critérios de análise de resultados que possam, de alguma forma, medir a criatividade em Matemática. Esta habilidade normalmente tem sido considerada levando em contas os registros dos alunos no momento de resolução de situações matemáticas, observando as estratégias utilizadas, todavia, sem analisar a recorrência das mesmas em diferentes contextos quando apresentadas situações semelhantes e sem considerar categorias reconhecidas na literatura da área como características do pensamento criativo, tais como a fluência, a flexibilidade e a originalidade das respostas.

Uma crítica que pode ser apresentada ao teste refere-se ao tipo de situações-problema utilizado em sua elaboração: situações que estão inscritas no contexto intramatemático, sem explorar elementos do cotidiano vivenciado pelos alunos. A opção por este tipo de situação busca, na medida do possível, escapar de alguns problemas na análise dos resultados. Por exemplo, os alunos podem apresentar dificuldades na interpretação dos enunciados, não conseguindo compreender o sentido intencionado em sua redação (Pais, 2006). Além disso, deve-se evitar que os itens possam apresentar vieses culturais, de gênero (Kerr, 2000) ou regionalismos que possam representar obstáculos para alguns alunos na resolução dos itens propostos. Esta opção possibilita a aplicação simultânea do instrumento a um grupo relativamente numeroso, pois não se faz necessária a explicação individualizada dos itens e permite também a realização de estudos comparativos quando aplicado o instrumento em diferentes contextos. Ademais, um dos objetivos da Matemática no Ensino Médio é o desenvolvimento da habilidade de “expressar-se oral, escrita e graficamente em situações matemáticas e valorizar a precisão da linguagem e as demonstrações em Matemática” (Brasil, 1999, p. 85), em qualquer tipo de situação.

É importante considerar, também, que algumas situações poderão ser significativas para um grupo de alunos enquanto outros poderão considerá-las sem sentido algum. Outro aspecto a considerar é a familiaridade que os alunos têm em relação ao tipo de item apresentado. No caso do Teste de Criatividade em Matemática, as situações propostas são familiares, todavia, apresentadas como situações abertas para as quais os alunos deveriam elaborar um número significativo de respostas, o que normalmente não acontece no cotidiano escolar. Quanto aos conteúdos matemáticos envolvidos em cada item, espera-se que os alunos apresentem total domínio dos mesmos, pois constituem aspectos básicos que não requerem vasto conhecimento para resolvê-los, especialmente para estudantes que se encontram na última etapa da educação básica.

Este instrumento pode, também, ser utilizado no processo de identificação de alunos com altas habilidades em Matemática, ainda que não tenha sido testado com esta finalidade. Neste caso, os resultados obtidos devem ser considerados com cautela, até que outros estudos comprovem sua validade para esta finalidade.

Em relação à Escala de Motivação em Matemática, instrumento semelhante já foi adaptado e validado no Brasil (Brito, 1998) e, a partir deste, outros instrumentos foram desenvolvidos, por exemplo, Escala de Atitudes em Geometria (Viana, 2004) e Escala de Atitudes em Estatística (Silva, Cazorla & Brito, 1999). Todavia, uma diferença considerada importante entre estes instrumentos refere-se ao fato de que Escala de Motivação em Matemática ser estruturada em seis fatores que abordam diferentes aspectos relacionados à percepção dos alunos em relação à Matemática, enquanto os outros instrumentos estão estruturados considerando apenas dois fatores, percepções positivas e percepções negativas em relação à Matemática.

Quanto às relações entre criatividade, criatividade em Matemática e motivação em Matemática, tendo a variável gênero como foco de análise, os dados revelam aspectos importantes a serem considerados na organização do trabalho pedagógico, de modo que as ações sejam direcionadas para favorecerem a alunos e alunas o pleno desenvolvimento de suas habilidades. A seguir discutiremos os resultados encontrados nas questões de pesquisa 1, 2 e 3, analisando-os.

Em relação às medidas de criatividade, destaca-se que não há concordância entre diversos estudos de que existem diferenças entre pessoas do gênero masculino e feminino quanto à criatividade. Em estudos conduzidos por Koulos (1986), Landry (1973) e por Price-Willians e Ramirez III (1977), foram encontradas diferenças significativas favoráveis às pessoas do gênero masculino. Por outro lado, Mendonça (2003) encontrou diferenças significativas favoráveis às pessoas do gênero feminino. Entretanto, no presente estudo, não foram encontradas diferenças significativas entre alunos do gênero masculino e feminino. Este é um dado relevante, que colabora com as discussões orientadas ao combate das discriminações, abrindo espaços para a manifestação das potencialidades humanas que são dificultadas pelos estereótipos de gênero.

Vale destacar que, em cada contexto onde as pesquisas são realizadas, agem fatores de natureza sócio-cultural que exercem influências sobre as produções das pessoas. Dessa forma, em cada sociedade existem expectativas diversas com relação a indivíduos dos gêneros masculino e feminino, reforçando determinados comportamentos e punindo outros. Essas expectativas atuam como forças sociais que, segundo Alencar e Fleith (2003b),

> Operam desde o início da vida do indivíduo, ampliando ou limitando as possibilidades de crescimento e expressão, modelando os interesses do indivíduo desde os primeiros anos e determinando o grau de confiança que desenvolve para atuar em áreas diversas. (p. 104)

Kerr (2000) chama a atenção para o fato de que em países industrializados, em função do seu processo de desenvolvimento, novos espaços sociais surgiram e foram conquistados pelas mulheres, que passaram a ter comportamentos mais assertivos e a ocupar posições de liderança. As conquistas obtidas pelas mulheres se tornaram mais expressivas durante o processo de formação escolar, especialmente na educação média e superior. Por outro lado, alerta a autora, em países em desenvolvimento, muitas mulheres ainda estão excluídas, por exemplo, do sistema educacional, ou tem acesso limitado a ele.

A explicação de Kerr (2000) pode ajudar a compreender os dados identificados por Godinho et al (2005) nos resultados dos testes do SAEB relativos à 3ª série do ensino médio, nos quais, não há diferenças significativas entre alunos dos gêneros feminino e masculino, apesar de as mulheres terem apresentado um desempenho superior em relação aos homens em Matemática. Considerando que os participantes deste estudo pertencem, em sua maioria, a um grupo homogêneo quanto às condições econômicas, inferimos que os estímulos recebidos por estes alunos, de ambos os gêneros, os estão conduzindo para uma compreensão e prática de direitos iguais e, ao mesmo tempo, a aspirar por carreiras profissionais sem pressões dos estereótipos de gênero que por muito tempo as marcaram, considerando-as como masculinas (ciências e matemática, por exemplo) e outras como femininas (Alencar & Fleith, 2003b).

Mas, se por um lado no presente estudo não foram encontradas diferenças significativas entre gêneros em relação à criatividade, por outro, em relação à criatividade em Matemática estas diferenças apareceram. Lamentavelmente não encontramos na literatura que tivemos acesso e que trata da criatividade em Matemática, estudos que privilegiassem as questões de gênero. Todavia, os estudos que tratam da avaliação de habilidades acadêmicas em Matemática indicam que estas diferenças existem e provavelmente os mesmos fatores interferem na produção criativa nesta área.

Uma das explicações para estas diferenças refere-se às atitudes que as pessoas do gênero feminino têm em relação à Matemática. Observamos, por meio dos resultados da Escala de Motivação em Matemática, que não há diferenças na percepção dos estudantes em função do gênero em três dos seis fatores avaliados: “Satisfação pela Matemática”, “Aplicações no Cotidiano” e “Interações na Aula de Matemática” (refere-se ao comportamento em sala quanto à participação e relacionamento com o professor). Ao analisarmos os outros fatores, encontramos diferenças significativas, indicando que os alunos do gênero masculino têm uma percepção mais positiva de sua atuação em contextos de “Jogos e Desafios” e “Resolução de Problemas”. Apenas em relação ao fator “Hábitos de Estudo”, que se refere à dedicação aos estudos e ao tempo despendido com as atividades escolares, os alunos do gênero feminino assinalaram uma percepção mais positiva se comparados aos alunos do gênero masculino.

Uma explicação para diferenças na forma de se perceber em relação aos fatores “Jogos e Desafios” e “Resolução de Problemas” pode estar associada ao tipo de estímulo recebido pelas pessoas do gênero feminino ainda na infância. Whitaker (1995) afirma que há uma socialização diferenciada entre meninos e meninas, direcionando, por um lado, os meninos para o mundo exterior e, por outro, as meninas para o lar. Nesse processo de socialização,

> As meninas são mais protegidas, além de orientadas para brincadeiras que anunciam a domesticidade. Observei ainda que são recompensadas

> (amadas) quanto mais “feminino” for seu comportamento. Suas brincadeiras agressivas ou ousadas são interceptadas por adultos repressores que, por outro lado, estimulam os meninos à agressividade e à ação. Enquanto meninos chutam bolas, soltam pipas ou simplesmente “inventam artes”, as meninas são presenteadas com adoráveis bonequinhas. Meninos manipulam carrinhos e caminhões que muito cedo despertam para noções de espaço e direção, fundamentais para o raciocínio que informa conceitos de geografia, física, geometria, matemática. (p. 40)

As observações de Whitaker (1995) são corroboradas por Kerr (2000), que enfatiza que o estímulo que as meninas recebem em relação ao desenvolvimento das habilidades espaço-visuais é negligenciado durante o período escolar que compreende a educação infantil. Segundo a autora,

> Em função de receberem poucas oportunidades para brincar com Legos, para construir brinquedos e para brincar com outros materiais que requerem manipulação mecânica ou espacial, as meninas podem ficar atrás dos meninos nas habilidades espaço-visuais. Conseqüentemente, desafios espaço-visuais são particularmente importantes, pois mais tarde essas habilidades serão necessárias para Matemática e para o uso efetivo das tecnologias. (p. 652).

Quanto à percepção dos alunos em relação ao fator “Hábitos de Estudo”, constatou-se que os alunos do gênero feminino se percebem como mais aplicados que os alunos do gênero masculino. Essa percepção, segundo Reis (1998), decorre de práticas sociais, especialmente as paternas, que tendem a atribuir à boa performance das meninas em Matemática ao fato de terem treinado e se dedicado bastante, ao invés de destacar o sucesso como decorrente da habilidade que elas apresentam. Além das influências paternas, as concepções e estereotipias dos professores também reforçam concepções quanto a desempenho das alunas. Carvalho (2001) comenta a discrepância na avaliação dos professores em relação à performance escolar de meninos e meninas: “enquanto o bom desempenho escolar das meninas era atribuído ao seu esforço, o desempenho inferior dos garotos era percebido como não-realização de um potencial brilhante devido a seu comportamento ativo, lúdico” (p. 561). Percepções similares também foram encontradas por Silva e cols. (1999) que, ao entrevistarem professores, identificaram que as meninas eram percebidas como responsáveis, organizadas, estudiosas, sossegadas, caprichosas, atentas, "mas menos inteligentes", e que os meninos são considerados "agitados, malandros, dispersivos, indisciplinados, mas inteligentes".

Ao considerarmos especificamente o desempenho escolar em Matemática, observamos que as percepções dos professores em relação a esta disciplina também exercem influências sobre os alunos. As crenças e atitudes dos professores indicam que a Matemática é um domínio masculino e estas influenciam significativamente as atitudes dos alunos, que passam a tratar a Matemática de forma similar aos seus professores (Keller, 2001). Dessa forma, apesar de apresentar o mesmo potencial que os homens, as mulheres aprendem desde o início do processo de escolarização que a Matemática é uma área para homens. Este fato colabora na explicação do porque as meninas apresentam, no ensino fundamental, um rendimento inferior ao dos meninos (Godinho & cols., 2005).

A participação feminina nas áreas das Ciências e Matemática será possível se os pais, desde cedo, exercerem o papel de estimuladores na vida de seus filhos, incluindo discussões básicas sobre diferenças existentes entre os gêneros feminino e masculino, propiciando a oportunidade para o desenvolvimento de talentos diversos, independentemente do gênero dos filhos. A falta de estímulo pode levar as meninas a subavaliarem seus próprios talentos em Matemática e Ciências e incorporarem uma baixa motivação. Heller e Ziegler (1998) salientam que as mulheres demonstram ter baixa autoconfiança, serem mais ansiosas e menos interessadas em Matemática e, em razão disso, não evidenciam um bom desempenho quando comparadas aos homens. Todavia, conforme ressaltou Kimball (1989), em sala de aula as mulheres normalmente apresentam desempenho melhor que os homens, porém, o mesmo não acontece quando se trata de testes padronizados, que, segundo Guimond e Roussel (2001), se explica em função de analisarem a possibilidade de confirmar o estereótipo de que os homens terão desempenho melhor do que elas em Matemática.

Além deste fato, Sadker e Sadker, citados por Kerr (2000), indicam que os testes de Matemática apresentam vieses “contra” as meninas, pois os itens utilizados para avaliar os conhecimentos normalmente refletem mais as experiências masculinas do as femininas. Indicam os autores que itens elaborados explorando situações esportivas, maquinaria ou competições como apostas despertam pouco interesse nas meninas. Acrescentam ainda que as meninas apresentam resultados menos satisfatórios em testes que exigem velocidade para responder. Deste modo estes testes também apresentam um tipo de viés “contra” as meninas, pois estas “têm” um estilo mais reflexivo para resolver problemas, necessitando, portanto, de mais tempo para elaborarem suas respostas.

Em relação aos aspectos destacados anteriormente, ressalta-se que o teste de criatividade em Matemática, apesar de apresentar apenas itens fundamentados exclusivamente no contexto da própria Matemática, ou seja, não faz referências a situações cotidianas que possam refletir interesses masculinos ou femininos, foi aplicado coletivamente e todos os alunos deveriam responder a cada item no mesmo espaço de tempo, sem a possibilidade de rever ou retornar a algum deles. Este fato pode ter contribuído para que os alunos do gênero masculino apresentassem maior fluência e, em função disto, maior flexibilidade nas respostas elaboradas. Todavia, cabe ressaltar que, do ponto de vista da originalidade, alunos do gênero feminino apresentaram desempenho similar aos do gênero masculino, não havendo diferenças significativas entre eles.

CAPÍTULO VI

Conclusões e Implicações do Estudo

Este estudo examinou as relações entre criatividade, criatividade em Matemática e motivação em Matemática de alunos da 3ª série do Ensino Médio. 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, a dias e horários de aplicação dos instrumentos, podem ter causado impacto negativo na produção dos alunos, bem como a época do ano em que a pesquisa foi realizada. 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.

Apesar de suas limitações, este estudo presta uma importante colaboração para o sistema educacional, e também para a sociedade como um todo, que é o fato de indicar que alunos de ambos os gêneros têm potencial criativo similar, conforme evidenciado pelos resultados no Teste Torrance do Pensamento Criativo. 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. Ao mesmo tempo, colabora com a discussão acerca de fatores envolvidos na produção matemática, levantando aspectos que devem ser considerados por professores e pais para estimular as crianças e adolescentes para o sucesso nesta área do conhecimento e para o desenvolvendo de habilidades criativas.

Os resultados obtidos com os instrumentos aplicados evidenciaram que existe relação 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. Os resultados obtidos também evidenciaram que existe relação entre motivação em relação à Matemática e criatividade nesta área do conhecimento. Isso implica 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 freqüência e qualidade.

Para favorecer as produções criativas, os professores de Matemática 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.

Para que as estratégias destinadas ao favorecimento da criatividade possam efetivamente contribuir para o desenvolvimento dos alunos, enfatizamos a importância de que estas estratégias sejam utilizadas tendo um referencial teórico consistente como suporte, tanto para a compreensão de seus fundamentos, como para a análise do processo da produção criativa dos alunos e dos resultados por estes obtidos. Neste sentido, a Perspectiva de Sistemas de Csikszentmihalyi oferece uma contribuição singular para a compreensão de como o processo criativo acontece, indicando que o mesmo é resultado da interação dialética entre três sistemas: pessoa, campo e domínio. A esse respeito, este estudo oferece uma possibilidade de aplicação desta teoria para o campo da Matemática, carente de um referencial que possa indicar uma forma de compreender a criatividade nesta área e de como favorecer o seu desenvolvimento e avaliação.

Quanto à avaliação da criatividade em Matemática, o desenvolvimento de instrumentos com esta finalidade pode favorecer a realização de estudos comparativos entre diferentes grupos de alunos, analisando como o tipo de suporte oferecido a cada grupo produz diferenças nas produções criativas dos mesmos. Para isso, estudos de casos podem ser delineados, controlando variáveis como tipo de escola (pública/particular), hábitos de estudo, renda dos alunos, idade, gênero, localização, clima organizacional da escola, suporte do professor, suporte familiar etc. Estes instrumentos também podem ser utilizados para analisar não apenas a criatividade como produto, mas também como processo. Para isto, o pesquisador poderá aplicá-lo individualmente, registrando todas as ações do respondente, bem como interagir com ele para compreender a origem de suas estratégias para solucionar os itens propostos.

Considerando as limitações indicadas em relação a este estudo e ao mesmo tempo as potencialidades dos instrumentos utilizados, finalizamos este trabalho sugerindo as seguintes temáticas para pesquisas futuras:

(a) A relação professor-aluno, a fim de examinar a dinâmica da sala de aula, de modo a desvelar os comportamentos que favorecem ou não produção criativa em Matemática.

(b) As representações de professores e de alunos acerca do que constitui a atividade matemática e como estas representações interferem na produção criativa de alunos e na postura dos professores em sala de aula.

(c) Os livros didáticos e demais materiais de apoio para o trabalho com a Matemática, examinando os tipos de situações-problema apresentados, a linguagem utilizada, a natureza das situações abordadas. Este exame pode indicar os melhores recursos impressos que contemplem aspectos que favoreçam o desenvolvimento da criatividade. Além disso, este exame também pode ser realizado a fim de verificar se os livros reproduzem estereótipos de gênero, sejam nos exemplos ou nas ilustrações empregadas e como estes estereótipos podem influenciar as produções dos alunos, quando comparadas em função do gênero.

(d) A correlação entre o desempenho dos alunos no Teste de Criatividade em Matemática e em um teste de conhecimento em Matemática (por exemplo, SAEB).

(e) Comparação entre o desempenho de alunos com "altas habilidades" em Matemática e alunos "regulares" nesta área do conhecimento.

(f) Os tipos de erros cometidos pelos alunos nos itens do Teste de Criatividade em Matemática, observando a sua recorrência e analisando-os.

REFERÊNCIAS

Aiken, L. R. (1973). Ability and creativity in mathematics. *Review of Educational Research*, *43*, 405-432.

Alencar, E. M. L. S. (1974). Um estudo de criatividade. *Arquivos Brasileiros de Psicologia, 26,* 59-69.

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. (2003a). Contribuições teóricas recentes ao estudo da criatividade. *Psicologia: Teoria e Pesquisa, 19*, 1-8.

Alencar, E. M. L. S. & Fleith, D. S. (2003b). *Criatividade: múltiplas perspectivas (2ª ed.)*. Brasília: Editora da Universidade de Brasília.

Alves, E. V. (1999). Um estudo exploratório dos componentes da habilidade matemática requeridos na solução de problemas aritméticos por estudantes do ensino médio. Dissertação de Mestrado, Universidade de Campinas, Campinas.

Amabile, T. (1989). *Growing up creative*. Buffalo, NY: The Creative Education Foundation Press.

Amabile, T. (2001). Beyond talent: John Irving and the passionate craft of creativity. *American Psychologist, 56*, 333-336.

Asimov, I. (1996). Prefácio. Em C. B. Boyer, *História da Matemática* (p. vi). São Paulo: Edgard Blücher.

Balka, D. S. (1974). Creative ability in mathematics. *Arithmetic Teacher, 21,* 633-636.

Brasil. (1996). Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 0.394 de 20 de dezembro de 1996. Brasília: Congresso Nacional.

Brasil. (1997). *Parâmetros curriculares nacionais: matemática (1ª a 4ª séries)*. Brasília: MEC/ SEF.

Brasil. (1998). *Parâmetros curriculares nacionais: matemática (5ª a 8ª séries)*. Brasília: MEC/ SEF.

Brasil. (1999). *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC/SEMT.

Brito, M. R. F. (1998). Adaptação e validação de uma escala de atitudes em relação à Matemática. *Zetetiqué*. *6*, 109 -161.

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.

Brousseau, G. (1996). Os diferentes papéis do professor. Em C. Parra & I. Saiz (Orgs.), *Didática da matemática: reflexões psicopedagógicas* (pp. 48-72). Porto Alegre: Artmed.

Carlton, L. V. (1959). An analysis of the educational concepts of fourteen outstanding mathematicians, 1790-1940, in the areas of mental growth and development, creative thinking and symbolism and meaning. Tese de Doutorado, Northwestern University, Illinois.

Carvalho, M. P. (2001). Mau aluno, boa aluna?: Como as professoras avaliam meninos e meninas. *Revista de Estudos Femininos, 9*, 554-574.

Cramond, B., Matthews-Morgan, J., Bandalos, D. & Zuo, L. (2005). A report on the 40-year follow-up of the Torrance Tests of Creative Thinking: Alive and will in the new millennium. *Gifted Child Quarterly, 49*, 283-291.

Cropley, A. J. (1972). A five-year longitudinal study of the validity of creativity tests. *Developmental Psychology, 6*, 119-124.

Cropley, A. J. & Clapson, L. (1971). Long term test-retest reliability of creativity tests. *The British Journal of Educational Psychology, 41*, 206-208.

Csikszentmihalyi, M. (1988). Society, culture, and person: A systems view of creativity. Em R. J. Sternberg (Org.), *The nature of creativity* (pp. 325-339). New York: Cambridge University Press.

Csikszentmihalyi, M. (1999a). Implications of a systems perspective for the study of creativity. Em R. J. Sternberg (Org.), *Handbook of creativity* (pp. 313-335). New York: Cambridge University Press.

Csikszentmihalyi, M. (1999b). Creativity across the life-span: A systems view. Em N. Colangelo & S. Assouline (Orgs.), *Talent Development III* (pp. 9-18). Scottsdale, AZ: Gifted Psychology Press.

D'Ambrósio, B. S. (1993). Formação de professores de matemática para o século XXI: o grande desafio. *Pro-Posições, 4*, 35-41.

D'Ambrósio, U. (2001). *Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade*. Belo Horizonte: Autêntica.

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, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

Davis, G. A. (1992). *Creativity is forever*. (3ª ed). Dubuque, IA: Kendall/Hunt.

Duffy, J., Gunther, G. & Walters, L. (1997). Gender and mathematical problem solving. *Sex Roles, 37,* 477-494*.*

Dunn, J. A. (1975). Tests of creativity in mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 6*, 327-332.

English, L. D. (julho 1997a). Development of seventh-grade student's problem-posing. Trabalho apresentado na *Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Finlândia.

English, L. D. (1997b). The development of fifth-grade children's problem-posing abilities. *Education Studies in Mathematics, 34*, 183-217.

Evans, E. W. (1964). Measuring the ability of students to respond in creative mathematical situations at the late elementary and early junior high school level. *Dissertation Abstracts, 25* (12), 7107. (UMI Nº AAT 6505302)

Ervynck, G. (1991). Mathematical creativity. Em D. Tall (Org.), *Advanced mathematical thinking* (pp. 42-53). Boston: Kluwer Academic.

Feldhusen, J. F. & Goh, B. E. (1995). Assessing and accessing creativity: An integrative review of theory, research and development. *Creativity Research Journal, 8*, 231-247.

Fiorentini, D. & Lorenzeto, S. (2006). *Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos.* São Paulo: Autores Associados.

Fonseca, M. C. F. R. (2004). A educação matemática e a ampliação das demandas de leitura e escrita da população brasileira. Em M. C. F. R. Fonseca (Org.), *Letramento no Brasil: habilidades matemáticas: Reflexões a partir do INAF 2002* (pp. 11-28). São Paulo: Global.

Foster, J. (1970). An exploratory attempt to assess creative ability in mathematics. *Primary Teacher*, 8, 2-8.

Freitas, J. L. M. (1999). Situações didáticas. Em S. D. A. Machado (Org.), Educação matemática: uma introdução (pp. 65-87). São Paulo: EDUC.

Gable, R. K. & Wolf, M. B. (1993). *Instrumental development in the affective domain* (2ª ed.). Boston: Kluwer Academic.

Godinho, T., Ristoff, D., Fontes, A., Xavier, I. M. & Sampaio, C. E. M. (2005). *Trajetória da mulher na educação brasileira: 1996-2003*. Brasília: INEP.

Gontijo, C. H. (2005a). Escala de Motivação em Matemática. Manuscrito não publicado.

Gontijo, C. H. (2005b). Teste de Criatividade em Matemática. Manuscrito não publicado.

Guimond, S. & Roussel, L. (2001). Bragging about one's school grades: Gender stereotyping and students' perception of their abilities in science, mathematics, and language. *Social Psychology of Education,4* , 275–293.

Hadamard, J. (1954). *The psychology of invention on the mathematical field*. Dover: New York.

Hashimoto, Y. (1997). The methods of fostering creativity through mathematical problem solving*. International Reviews on Mathematical Education, 29,* 8-87.

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. (1987). A framework for assessing mathematical creativity in schoolchildren. *Educational Studies in Mathematics, 18*, 59-74.

Haylock, D. W. (1997). Recognizing mathematical creativity in schoolchildren. *The International Reviews on Mathematical Education, 29*, 68-74.

Heller, K. A. & Ziegler, A. (1988). Gênero: as diferenças na matemática e ciências. *Boletim Sobredotação*, 2, 6-17.

Huete, J. C. S. & Bravo, J. A. F. (2006). *O ensino da Matemática: fundamentos teóricos e bases psicopedagógicas*. Porto Alegre: Artmed.

Hyde, J. S., Fennema, E. & Lamon, S. J. (1990). Gender differences in mathematical performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin, 107,* 139-155.

Hyde, J. S., Fennema, E., Ryan, M., Frost, L. A. & Hopp, C. (1990). Gender comparisons of mathematics attitudes and affect. *Psychology of Women Quarterly, 14,* 299-324.

INEP (2004a). Resultados do Saeb 2003. Brasília: INEP.

INEP (2004b). Estudantes brasileiros melhoram desempenho no PISA. Disponível em http://www.inep.gov.br/imprensa/noticias/outras/news04_51.htm. Acessado em 10 de novembro de 2005.

INEP (2007). SAEB – 2005 – Primeiros resultados: Médias de desempenho do SAEB/2005 em perspectiva comparada. Disponível em http://www.inep.gov.br/download/saeb/2005/SAEB1995_2005.pdf. Acessado em 15 de fevereiro de 2007.

Jensen, L. R. (1973). The relationships among mathematical creativity, numerical aptitude and mathematical achievement. *Dissertation Abstracts International, 34* (05), 2168 (UMI Nº AAT 7326021)

Kamii, C. & Joseph, L. L. (2005). Crianças pequenas continuam reinventando a aritmética. (2ª ed.). Porto Alegre: Artmed.

Kerr, B. (2000). Guiding gifted girls and young women. Em K. A. Heller, K. A. (Org.), *International handbook of research and development of giftedness and talent* (2ª ed., pp. 649-657). Oxford: Elsevier Science.

Keller, C. (2001). Effect of teachers' stereotyping on students' stereotyping of mathematics as a male domain. *The Journal of Social Psychology*, 14, 165-173.

Kimball, M. M. (1989). A new perspective on women's math achievement. *Psychological Bulletin,105,* 198-214.

Konada, K. (1997). *The relationship between degree of bilingualism and gender to divergent thinking ability among native Japanese-speaking children in New Cork area* [CD-ROM]. Abstract from: SilverPlatter File: Dissertation Abstracts Item: AAG9718715.

Koulos, F. (1986). *Bilingualism, sex differences and creativity*. Dissertação de Mestrado, University of Adelaide, Australia.

Krutetskii, V. A. (1976). *The psychology of mathematical abilities in schoolchildren.* Chicago: The University of Chicago Press.

Landry, R. G. (1973). The relationship of secondary language learning and verbal creativity. *The Modern Language Journal*, 57, 110-113.

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.

Lefevre, J., Kulak, A. G. & Heymans, S. L. (1992). Factors influencing the selection of university majors varying in mathematical content. *Canadian Journal of Behavioral Science*, *24*, 276–289.

Lester, F. K. & D'Ambrósio, B. (1988). Tipos de problemas para a instrução matemática no 1º grau. *Boletim de Educação Matemática, 4*, 33-40.

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*, 227-243.

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.

Lopes, S. V. A. & Brenelli, R. P. (2001). A importância da abstração reflexiva na resolução de problemas de subtração. Em M. R. F. Brito (Org.), *Psicologia da Educação Matemática* (pp. 147-166). Florianópolis: Insular.

Madaus, G. F. (1967). A cross-cultural comparison of the factor structure of selected tests of divergent thinking. *Journal of Social Psychology*, 73, 13-21.

Magina, S., Campos, T. M. M., Nunes, T. & Citirana, V. (2001). Repensando a adição e a subtração: contribuições da Teoria dos Campos Conceituais. São Paulo: PROEM.

Makiewicz, M. (julho, 2004). The role of photography in developing mathematical creativity in students at elementary and practical levels. Trabalho apresentado no 10th International Congress on Mathematical Education, Copenhagen. Disponível em http:/www.icme_organisers.dk/tsg15/Makiewicz.pdf. Acessado em 15 de setembro de 2005.

Mann, E. L. (2005). Mathematical creativity and school Mathematics: Indicators of mathematical creativity in middle schools students. Tese de Doutorado, University of Connecticut, Storrs.

Martínez, A. M. (2006). Criatividade no trabalho pedagógico e criatividade na aprendizagem: uma relação necessária? Em M. C. V. R. TACCA (Org.). *Aprendizagem e trabalho pedagógico* (pp. 69-94). Campinas: Alínea, 2006.

Martins, U. P. (1999). Matemática: que bicho papão é esse? Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

Matos, D. R. (2005). Criatividade e percepção do clima de sala de aula entre alunos de escolas abertas, intermediárias e tradicionais. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília.

Meece, J. L., Eccles Parsons, J., Kaczala, C. M., Goff, S. B. & Futterman, R. (1982). Sex differences in math achievement: Toward a model of academic choice. *Psychological Bulletin*, *91*, 324–348.

Mendonça, P. V. C. F. (2003). Relação entre criatividade, inteligência e autoconceito em alunos bilíngües e monolíngües. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília.

Morais, M. F (2001). *Definição e avaliação de criatividade.* Braga: Universidade do Minho.

Moreira, M. A. (2002). A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. Investigações em Ensino de Ciências, 7. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/>, acesso em 17/11/2006.

Muir, A. (1988). The psychology of mathematical creativity. *The Mathematical Intelligencer*, *10,* 33-37.

Muniz, C. A. (2001). Educação e linguagem matemática. Em S. M. Bortoni-Ricardo. (Org.), Organização do trabalho pedagógico (Vol. 2, pp. 07-94). Brasília: Universidade de Brasília.

Nakamura, J. & Csikszentmihalyi, M. (2003). Creativity in later life. Em R. K. Sawyer (Org.), *Creativity and development* (pp. 186-216). New York: Oxford University Press.

Neto, E. R. (1997). *Didática da Matemática*. (9ª ed.). São Paulo: Ática.

Onuchic, L. R. (1999). Ensino-aprendizagem de Matemática através da resolução de problemas. Em M. A. V. Bicudo (Org.), *Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas* (pp. 199-218). São Paulo: UNESP.

Onuchic, L. R. & Allevato, N. S. G. (2004). Novas reflexões sobre o ensino-aprendizagem de matemática a través da resolução de problemas. Em M. A. V. Bicudo & M. C. Borba (Orgs.), *Educação matemática: pesquisa em movimento* (pp. 213-231). São Paulo: Cortez.

Osborn, A. F. (1963). *Applied imagination*. (3ª ed.). New York: Scribner's.

Pais, L. C. (2001). Didática da matemática: uma análise da influência francesa. Belo Horizonte: Autêntica.

Pais, L. C. (2006). Ensinar e aprender matemática. Belo Horizonte: Autêntica.

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).

Polya, G. (1981). *Mathematical learning and understanding, learning and teaching problem solving.* New York: John Wiley.

Polya, G. (1994). *A arte de resolver problemas: um novo aspecto do método matemático.* Rio de Janeiro: Editora Interciência.

Prince, G. M. (1968). The operational mechanism of synectics. *Journal of Creative Behavior, 2*, 1-13.

Prince-Williams, D. R. & Ramirez III, (1977). Divergent thinking, cultural differences and bilingualism. *The Journal of Social Psychology*, *3*, 3-11.

Prouse, H. L. (1967). Creativity in school mathematics. *The Mathematics Teacher, 60,* 876-879.

Raina, M. K. (1971). Research and development in creativity in India. *Journal of Research and Development in Education, 4*, 118-128.

Reis, S. M. (1998). *Work left undone: Choices & compromises of talented females*. Mansfield Center, CT: Creative Learning Press.

Renzulli, J. S. (2001). *Enriching curriculum for all students*. Arlington Heights, IL: SkyLight Professional Development.

Ricardo, E. C. (2005). Competências, interdisciplinaridade e contextualização**:** dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma compreensão para o ensino das ciências. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Santos, N. A. P. & Diniz, M. I. S. V. (julho, 2004). As concepções dos alunos ao final da escola básica podem explicar porque eles não querem aprender. Anais do VIII Encontro Nacional de Educação Matemática. Recife: SBEM/UFPe.

Sarduy, A. F. (1987). *Bases psicopedagógicas de la enseñanza de la solución de problemas matemáticos en la escuela primaria*. La Habana: Editorial Pueblo e Educación.

SBEM-DF. Sociedade Brasileira de Educação Matemática – seção Distrito Federal. (novembro, 2004). Um aluno descobre uma nova proposta de simplificação de frações. Boletim da SBEM-DF, p. 2.

Scomparim, V. (2004). A construção de conceitos e as habilidades matemáticas: Solucionando problemas. Anais do I Encontro de Escolas da Rede Companhia da Escola em 2004. Disponível em http://www.ciadaescola.com.br/eventos/encontro2004/arquivos/oficina%20de%20Matem%C3%A1tica%201a%20a%204a1.pdf. Acessado em 03/02/2006.

Sheffield, L. J. (2003). Using creativity techniques to add depth and complexity to the mathematics curricula. Disponível em http://euler.math.ecnu.edu.cn/earcome3/sym1/EARCOME3_Sheffield_Linda_Sym1.doc. Acessado em 10/08/2005.

Silva, C. A. D., Barros, F., Halpern, S. C. & Silva, L. A. D. (1999). Meninas bem-comportadas, boas alunas, meninos inteligentes, mas indisciplinados. *Cadernos de Pesquisa*, 107, 207-225.

Silva, C. B., Cazorla, I. M. & Brito, M. F. R. (1999). Concepção e atitudes em relação à estatística. Anais da Conferência Interamericana Experiências e Perspectivas do Ensino de Estatística, Florianópolis.

Silveira (setembro, 2002). Matemática é difícil. Anais da 25ª Reunião Anual da Associação de Pesquisa e Pós-Graduação em Educação, Caxambu. Disponível em http://www.anped.org.br/25/marisarosaniabreusilveirat19.rtf. Acessado em 02/01/2005.

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. (1996). An analysis of arithmetic problem posing by middle school students. *Journal for Research in Mathematics Education, 27*, 521-539.

Silver, E. A., Mamona-Downs, J., Leung, S. S. & Kenney, P. A. (1996). Posing mathematical problems: An exploratory study. *Journal for Research in Mathematics Education, 27*, 293-309.

Singh, B. (1987). The development of test to measure mathematical creativity. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 18,* 181-186.

Sriraman, B. (2004). The characteristics of mathematical creativity. *The Mathematics Educator*, *14*, 19-34.

Starko, A. J. (1995). *Creativity in the classroom*. White Plains, NY: Longman.

Stein, M. I. (1974). *Stimulating creativity*. Group procedures. New York: Academic Press.

Sternberg, R. J. (1998). Teaching triarchically improves school achievement. *Journal of Education Psychology, 90*, 1-11.

Sternberg, R. J. & Grigorenko, E. L. (2004). *Inteligência plena: ensinando e incentivando a aprendizagem e a realização dos alunos*. Porto Alegre: Artmed.

Sternberg, R. J. & Lubart, T. I. (1999). The concept of creativity: Prospects and paradigms. Em R. J. Sternberg (Org.), *Handbook of creativity* (pp. 3-15). New York: Cambridge University Press.

Taxa-Amaro, F. O. S. (2006). Soluções de problemas com operações combinatórias. Em M. R. F. Brito (Org.), *Solução de problemas e a matemática escolar* (pp. 163-183). Campinas: Alínea.

Taxa, F. O. S. & Fini, L. D. T. (2001). Estudo sobre a resolução de problemas aritméticos de multiplicação do tipo isomorfismos de medidas. Em M. R. F. Brito (Org.), Psicologia da educação matemática: teoria e pesquisa (pp. 167-200). Florianópolis: Insular.

Tobias, S. (maio, 2004). Fostering creativity in the Science and Mathematics classroom. Trabalho apresentado na Conference at National Science Foundation, Malásia. Disponível em http:/www. Wpi.edu/News/Events/SENM/tobias.ppt. Acessado em 10 de setembro de 2005.

Torrance, E. P. (1972). Predictive validity of the Torrance Tests of Creative Thinking. *The Journal of Creative Behavior, 6,* 236-252.

Torrance, E. P. (1973). Cross-cultural studies of creative development in seven selected societies. *The Educational Trends, 8,* 28-38.

Torrance, E. P. (1974). *Torrance Tests of Creative Thinking*. *Norms-technical manual*. Bensenville, IL: Scholastic Testing Service.

Torrance, E. P. (1979). *The search for satori & creativity*. Buffalo, NY: The Creative Education Foundation.

Torrance, E. P. (1981). Predicting the creativity of elementary school children (1958-1980) – and the teacher who made a “difference”. *Gifted Child Quarterly, 25,* 55-62.

Torrance, E. P. (1990). *Torrance tests of creative thinking. Figural forms A and B*. Benseville: Scholastic Testing Service.

Torre, S. de la (2005). *Dialogando com criatividade: da identificação à criatividade paradoxal*. São Paulo: Madras.

Turner, P. (1995). An overview of feminist perspectives as they relate to science and mathematics education. *The Mathematics Educator, 6*, 3-7.

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.

Vergnaud, G. (1990). Epistemology and psychology of mathematics education. Em P. Nesher & J. Kilpatrick (Orgs.). *Mathematics and cognition: A research synthesis by the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 14-30). Cambridge: Cambridge University Press.

Vergnaud, G. (1998). A comprehensive theory of representation for mathematics education. *Journal of Mathematical Behavior, 17*, 167-181.

Vergnaud, G. (2003a). A gênese dos campos conceituais. Em E. P. Grossi (Org.), Por que ainda há quem não aprende? (pp. 21-60). Petrópolis: Vozes.

Vergnaud, G. (2003b). A psicologia da educação. Em E. Plaisance & G. Vergnaud (Orgs.), As ciências da educação (pp. 63-79). São Paulo: Edições Loyola.

Viana, O. A. (julho, 2004). As atitudes de alunos do ensino médio em relação à geometria: adaptação e validação de escala. Anais do VIII Encontro Nacional de Educação Matemática. Recife: SBEM/UFPe.

Wallas, G. (1973). The art of thought. Em P. E. Vernon (Org.), *Creativity* (pp. 91-97). Harmondsworth, UK: Penguin (trabalho original publicado em 1926).

Wechsler, S. M. (2001). Criatividade na cultura brasileira: uma década de estudos. *Psicologia: Teoria, Investigação e Prática, 6,* 215-227.

Wechsler, S. M. (2004a). *Avaliação da criatividade por figuras* (2ª ed.). Campinas: Impressão Digital do Brasil.

Wechsler, S. M. (2004b). *Avaliação da criatividade por palavras* (2ª ed.). Campinas: Impressão Digital do Brasil.

Whitaker, D. C. A. (1995). Menino-menina: sexo ou gênero? Alguns aspectos cruciais. Em R. V. Severino & M. A. R. de L. Grande (Orgs.), *A escola e seus alunos: estudos sobre a diversidade cultural* (pp. 31-52). São Paulo: EDUNESP.

Yamamoto, K. (1963). Creative writing and school environment. *School and Society, 91,* 307-308.

ANEXOS

Anexo I

Construção e Validação da Escala de Motivação em Matemática

Consideramos que investigar o nível de motivação dos alunos em Matemática pode ser um passo importante para estabelecer estratégias de ensino que promovam o aprendizado nesta área e colabore no desenvolvimento das competências necessárias ao estudante para o seu progresso acadêmico, para a resolução de problemas do cotidiano e para o desenvolvimento da criatividade de maneira geral.

Segundo Boruchovitch e Bzuneck (2001), a motivação tem sido entendida ora como um fator psicológico, ou conjunto de fatores, ora como um processo. Os autores entendem a dinâmica da motivação como fatores que levam a uma escolha, instigam, fazem iniciar um comportamento direcionado a um objetivo. Na escola, esses fatores podem favorecer ao aluno prestar atenção nas aulas ou fazer os deveres de casa.

A etimologia da palavra motivação, segundo Boruchovitch e Bzuneck (2001), "vem do verbo latino *movere*, cujo tempo supino *motum* e o substantivo *motivum*, do latim tardio, deram origem ao nosso termo semanticamente apropriado, que é motivo" (p.9). Afirmam ainda, os autores, que "a motivação, ou o motivo, é aquilo que move uma pessoa ou que a põe em ação ou a faz mudar de curso" (p. 9). Então o motivo pelo qual o aluno escolhe determinado tema para estudar pode levá-lo a interessar-se por este assunto, logo, deve motivá-lo para aprender Matemática e para desenvolver habilidades criativas nesta área.

Assim, buscamos desenvolver uma escala com a finalidade de examinar a motivação de alunos em Matemática, a fim de conhecer alguns fatores a ela relacionados que podem atuar sobre os processos de aprendizagem dos alunos.

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. Considerando que a motivação é um dos elementos presentes no processo criativo (Alencar, 1996; Amabile, 1989; Csikszentmihalyi, 1988, 1999; Eysenck, 1999; Feldhusen, 1995), esta escala subsidiará a análise dos resultados dos outros instrumentos que serão utilizados na pesquisa que visa examinar a relação entre criatividade, criatividade matemática e motivação em Matemática de alunos do Ensino Médio.

Método

Participantes

Participaram do estudo de 230 alunos de 1ª, 2ª e 3ª séries do ensino médio, sendo 103 (44,8%) do gênero masculino e 127 (55,2%) do feminino. Dois alunos não informaram o gênero. Sessenta alunos (26,1%) cursavam a 1ª série, 65 (28,3%) a 2ª série e 105 (45,7%) a 3ª série. Dentre os 230 participantes, 142 (61,7%) freqüentavam escola particular e 88 (38,3%) escola pública. A idade média dos participantes era de 16,39 anos, variando de 14 a 25 anos.

Procedimentos

A aplicação do instrumento foi realizada pelo pesquisador. Este fez, inicialmente, o contato com a direção das duas escolas solicitando autorização para realizar a pesquisa. A direção da escola pública autorizou de imediato a aplicação do instrumento, enquanto a direção da escola particular procedeu a leitura do mesmo e o discutiu com o coordenador de matemática e, logo após, concedeu a autorização. A aplicação do instrumento foi realizada em horário previamente agendado pela direção da escola. A aplicação, com duração de cerca de 10 minutos, foi coletiva e não aconteceu no horário da aula de Matemática. Foi assegurado aos participantes do estudo o caráter confidencial de suas respostas.

Instrumento

A elaboração desta escala seguiu o modelo apresentado por Pasquali (1999). Este se baseia em três grandes pólos, chamados de procedimentos teóricos, procedimentos empíricos (experimentais) e procedimentos analíticos (estatísticos).

Nos procedimentos teóricos buscou-se definir o objeto psicológico deste estudo, que é a criatividade. De acordo com Pasquali (1999), um objeto psicológico não pode ser medido diretamente, mas, podemos medir os seus atributos, isto é, “propriedade, qualidade, aspecto, componente do objeto. Ele é caracterizado por ser mensurável num *continuum* de pontos de magnitude” (p. 39). Dessa forma, entre os atributos da criatividade, escolheu-se a motivação como objeto para exame.

A motivação pode ser descrita pelo interesse, prazer e satisfação pela realização de uma tarefa. Pode também ser percebida quando o indivíduo busca informações em sua área de interesse, desenvolvendo assim suas habilidades de domínio. Outra característica decorrente da motivação é a capacidade de o indivíduo se arriscar e romper com estilos de produção de idéias habitualmente empregados (Amabile, 2001).

Definiu-se constitutivamente motivação como a satisfação e envolvimento que o indivíduo tem pela tarefa, independentemente de reforços externos, e engloba interesse, competência e autodeterminação (Alencar & Fleith, 2003). Para Ochse, citado por Alencar e Fleith (2003), os seguintes aspectos refletem motivação: (a) desejo de obter domínio sobre um dado problema; (b) desejo de obter reconhecimento; (c) desejo de alcançar auto-estima; (d) desejo de alcançar imortalidade; (e) desejo de se descobrir uma ordem subjacente nas coisas.

Considerando o objeto deste estudo, definiu-se operacionalmente motivação em Matemática como os seguintes hábitos e costumes: estudar freqüentemente Matemática; dedicar tempo para estudos; resolver problemas; criar grupos de estudo para resolver exercícios de Matemática; pesquisar informações sobre Matemática e sobre a vida de matemáticos; persistência na resolução de problemas; elaborar problemas para aplicar conhecimentos adquiridos; explicar fenômenos físicos a partir de conhecimentos matemáticos; realizar as tarefas de casa (resolver exercícios em casa); relacionar-se bem com o professor de Matemática; participar das aulas com perguntas e formulação de exemplos e cooperar com os colegas no aprendizado da Matemática. Considerando estes aspectos, foram elaborados itens que refletiam hábitos e costumes semelhantes aos descritos acima. Ressalta-se que também foram considerados na elaboração dos itens os trabalhos de Brito (1998), Livne e Milgram (2000) e Viana (2004).

Operacionalização dos atributos

Segundo Pasquali (1999), os itens de um instrumento de medida “são a expressão da representação comportamental do constructo, a saber, as tarefas que os sujeitos terão de executar para que se possa avaliar a magnitude de presença do constructo (atributo)” (p. 47).

Para o autor, a construção de um item deve seguir alguns critérios. Assim, para os itens que medem a motivação dos estudantes em Matemática, observou-se os seguintes critérios (Pasquali, 1999): (1) critério comportamental: o item deve expressar um comportamento; (2) critério de objetividade ou de desejabilidade ou preferência: os itens devem cobrir comportamentos de fato; (3) critério da simplicidade: um item deve expressar uma única idéia; (4) critério da clareza: o item deve ser compreendido por todos os membros da população; (5) critério da relevância: o item deve ser consistente com o atributo definido; (6) critério da precisão: o item deve ser distinto dos demais e deve ser capaz de medir uma dimensão do atributo; (7) critério de variedade: variar a linguagem e apresentar itens em termos favoráveis e em termos desfavoráveis; (8) critério da modalidade: formular frases que evitem posições extremadas; (9) critério da tipicidade: formular frases com expressões condizentes com o atributo; (10) critério da credibilidade: o item deve ser formulado com uma linguagem apropriada à população; (11) critério da amplitude: refere-se ao conjunto de itens, indicando que todos referem-se ao mesmo atributo; (12) critério do equilíbrio: também refere-se ao conjunto de itens e indica que devem existir, proporcionalmente, itens fracos, moderados e de alta preferência em relação ao atributo.

Os itens elaborados para medir a motivação em Matemática serão descritos a seguir. Foram elaborados inicialmente 40 itens, cujas possibilidades de respostas estavam organizadas em uma escala Likert de 5-pontos, assim apresentada: (1) nunca, (2) raramente, (3) algumas vezes, (4) muitas vezes e (5) sempre.

Os itens elaborados foram submetidos à validação semântica, isto é, ao julgamento de estudantes com características da população alvo, a fim de verificar se os mesmos estavam claros e de fato poderiam medir o atributo. Esta validação foi realizada com um grupo alunos de uma escola da rede particular de ensino do Distrito Federal. Foi realizado um contato prévio com a coordenadora pedagógica da escola que convidou os alunos a participarem da atividade. Estes foram informados do horário em que o pesquisador estaria presente na escola para a realização da atividade. Somente dezessete alunos compareceram e participaram, então, da análise semântica dos itens.

Alguns itens da escala:

1) Participo de competições com meus amigos resolvendo problemas matemáticos ou de raciocínio lógico em computadores.

3) Assisto aulas extracurriculares (pelo menos duas por semana) de Matemática além das aulas "formais”.

7) Procuro obter informações sobre a vida dos matemáticos famosos quando estou estudando um conteúdo inventado por eles.

12) Ajudo meus colegas quando eles têm dúvidas nos exercícios de Matemática.

15) Tento resolver um mesmo problema matemático de maneiras diferentes.

26) As aulas de Matemática estão entre as minhas aulas preferidas.

Alguns itens tiveram sua forma inicial alterada para adequar-se ao julgamento dos alunos consultados. Alguns exemplos:

a) o item 2 foi concebido inicialmente assim: “Costumo estabelecer uma combinação qualquer entre números encontrados em placas de carros, em números de telefone ou em códigos de endereçamento postal”. Os alunos consideram que o código de endereçamento postal não fazia parte do uso do cotidiano das pessoas, pois não têm hábito de enviar correspondências escritas que necessitam deste código, uma vez que a comunicação entre pessoas na faixa etária deles essa comunicação se dá por meio de e-mail. Assim, o item passou a ter a seguinte redação: "Costumo estabelecer uma combinação qualquer entre números de placas de carros e de telefones".

b) O item 4 tinha a seguinte redação: "Costumo explicar um fenômeno físico por meio de um modelo matemático original". A análise semântica sugeriu a seguinte redação: "Costumo explicar fenômenos da natureza utilizando conhecimentos matemáticos". A redação sugerida, foi então, acatada na escala.

Todos os itens do instrumento foram escritos de forma afirmativa de maneira a evitar problemas de compreensão por parte dos alunos que responderão ao instrumento.

Análise dos Dados

Para estabelecer a validade de construto do instrumento foi verificada sua estrutura interna por meio de análise fatorial. Utilizando-se o pacote estatístico SPSS 12.0, realizou-se uma análise dos principais componentes (*Principal Components Analysis*), com rotação varimax, antecedida por análise exploratória dos dados, com vista a verificar a normalidade das distribuições e os pressupostos da análise fatorial. Para verificar a fidedignidade dos fatores gerados foi utilizado o coeficiente alfa de consistência interna.

Resultados

Foram extraídos onze fatores, em que o *eigenvalue* do fator deve ser igual ou maior que 1. A solução de 11-fatores explicou 94,65% da variância comum. Entretanto, cinco fatores foram descartados, sendo que dois deles continham apenas um item cada um e estes não apresentavam carga fatorial nos demais fatores. Os outros três fatores descartados também continham apenas um item cada, porém, estes itens apresentavam carga fatorial em mais de um fator, de modo que os itens ficaram alocados nos fatores nos quais apresentavam maior carga fatorial. Além destes itens, outros dez também foram descartados em função de não apresentarem carga fatorial igual ou superior a 0,30.

Dessa forma, a Escala de Motivação em Matemática passou a ser constituída por 28 itens, agrupados em 6 fatores. 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 (2 itens), refere-se à participação nas aulas de Matemática e à forma como o aluno se relaciona com o professor desta disciplina (ver Tabelas 1 a 6).

Tabela 1

Cargas Fatoriais dos Itens que Integram o Fator 1 - Satisfação pela Matemática

Item	**Conteúdo**	**Carga**
26	As aulas de matemática estão entre as minhas aulas preferidas.	0.635
29	Quando me pedem para resolver um problema de matemática, fico nervoso.	0.341
33	Tenho muita dificuldade para entender matemática.	0,755
34	Matemática é chata.	0.615
36	Aprender matemática é um prazer.	0.505
37	Testo meus conhecimentos resolvendo exercícios e problemas.	0.437
38	Tenho menos problemas com matemática do que com as outras disciplinas.	0.735
40	Consigo bons resultados em matemática.	0.756

Nota. Eigenvalue=13,45. Número de itens=8.

Tabela 2

Cargas Fatoriais dos Itens que Integram o Fator 2 – Jogos e Desafios

Item	**Conteúdo**	**Carga**
01	Participo de competições com meus amigos resolvendo problemas matemáticos ou de raciocínio lógico.	0.524
10	Gosto de brincar de montar quebra-cabeça e jogos que envolvam raciocínio lógico.	0.478
17	Procuro relacionar a matemática aos conteúdos das outras disciplinas.	0.453
20	Gosto de elaborar desafios envolvendo noções de matemática para seus amigos e familiares.	0.593

Nota. Eigenvalue = 5,334. Número de itens = 4.

Tabela 3

Cargas Fatoriais dos Itens que Integram o Fator 3 – Resolução de Problemas

Item	**Conteúdo**	**Carga**
14	Gosto de resolver os exercícios rapidamente.	0.449
15	Tento resolver um mesmo problema matemático de maneiras diferentes.	0.343
16	Fico frustrado (a) quando não consigo resolver um problema de matemática.	0.407
31	Diante de um problema, sinto muita curiosidade em saber sua resolução.	0.648
32	Quando minhas tentativas de resolver um problema fracassam, tento de novo.	0.421

Nota. Eigenvalue = 4,985. Número de itens = 5.

Tabela 4

Cargas Fatoriais dos Itens que Integram o Fator 4 – Aplicações no Cotidiano

Item	**Conteúdo**	**Carga**
04	Costumo explicar fenômenos da natureza utilizando conhecimentos matemáticos.	0.299
05	Calculo o tempo que vou gastar ao sair de casa para chegar ao destino que pretendo.	0.359
06	Faço desenhos usando formas geométricas.	0.628
08	Percebo a presença da matemática nas atividades que desenvolvo fora da escola.	0.366
09	Faço “continhas de cabeça” para calcular valores quando estou fazendo compras ou participando de jogos.	0.447

Nota. Eigenvalue=2,874. Número de itens = 5.

Tabela 5

Cargas Fatoriais dos Itens que Integram o Fator 5 – Hábitos de Estudo

Item	Conteúdo	Carga
18	Estudo Matemática todos os dias durante a semana.	0.526
21	Realizo as tarefas de casa que o professor de matemática passa.	0.409
23	Estudo as matérias de matemática antes que o professor as ensine na sala de aula.	0.356
24	Além do meu caderno, eu costumo estudar matemática em outros livros para fazer provas e testes.	0.371

Nota. Eigenvalue = 2,615. Número de itens = 4.

Tabela 6

Cargas Fatoriais dos Itens que Integram o Fator 6 – Interações na Aula de Matemática

Item	Conteúdo	Carga
13	Faço perguntas nas aulas de matemática quando eu tenho dúvidas.	0.553
22	Me relaciono bem com o meu professor de matemática.	0.459

Nota. Eigenvalue = 1,973. Número de itens = 2.

O Fator 1 apresentou o *eigenvalue* de 13,453, que explica 40,767% da variância comum. O Fator 2 teve o *eigenvalue* igual a 5,334, que explica 16,162% da variância comum. O Fator 3 apresentou *eigenvalue* no valor de 4,985, que explica 15,106% da variância comum. O Fator 4 teve o *eigenvalue* de 2,874, que explica 8,709% da variância comum. O Fator 5 apresentou o *eigenvalue* de 2,615, que explica 7,923% da variância comum e o Fator 6 teve um *eigenvalue* de 1,973, que explica 5,978 da variância comum.

Para verificar a fidedignidade dos fatores foi utilizado o coeficiente alfa de consistência interna. Os coeficientes alfa de fidedignidade foram: 0,9417 para o Fator 1, 0,7739 para o Fator 2, 0,6038 para o Fator 3, 0,8899 para o Fator 4, 0,9787 para o Fator 5 e 0,62 para o Fator 6.

Referências

Alencar, E. M. L. S. (1996). *A gerência da 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.

Amabile, T. A. (1989). *Growing up creative*. Buffalo, NY: The Creative Education Foundation Press.

Amabile, T. (2001). Beyond talent: John Irving and the passionate craft of creativity. *American Psychologist, 56*, 333-336.

Borochovitch, E. & Bzuneck, J. A. (2001). *Motivação do aluno: contribuições da psicologia contemporânea*. Petrópolis: Editora Vozes.

Brito, M. R. F. (1998). Adaptação e validação de uma escala de atitudes em relação à Matemática*. Zetetiqué*, *6*, 109 -161.

Csikszentmihalyi, M. (1988). Society, culture, and person: A systems view of creativity. Em R. J. Stenrberg (Org.), *The nature of creativity* (pp. 325-339). New York: Cambridge University Press.

Csikszentmihalyi, M. (1999). Implications of a systems perspective for the study of creativity. Em R. J. Sternberg (Org.), *Handbook of creativity* (pp. 313-335). New York: Cambridge University Press.

Eysenck, H. J. (1999). As formas de mediar a criatividade. Em M. A. Boden (Org.), *Dimensões da criatividade* (pp. 203-244). Porto Alegre: Artes Médicas.

Feldhusen, J. F. (1995). Creativity: A knowledge base, metacognitive skills and personality factors. *The Journal of Creative Behavior, 29*, 255-268.

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.

Pasquali, L. (Org.). (1999). *Instrumentos psicológicos: manual prático de elaboração*. Brasília: LabPAM/IBAPP.

Viana, O. A. (julho, 2004). As atitudes de alunos do ensino médio em relação à geometria: adaptação e validação de escala. Anais do VIII Encontro Nacional de Educação Matemática. Recife: SBEM/UFPe.

ANEXO II

Escala de Motivação em Matemática

Nome: ____

Idade: ___________ Sexo: _____________ Data: ____________________________

Estabelecimento de Ensino: ____

Série: ____

Para responder ao questionário, leia atentamente cada afirmação e em seguida, marque a resposta que mais caracteriza ou se aplica a você em relação à Matemática. Lembre-se: as respostas devem refletir o seu modo de pensar e agir. Não deixe nenhum item sem resposta.

Use a seguinte correspondência para manifestar sua opinião:

1 – nunca 2 – raramente 3 – às vezes 4– freqüentemente 5 – sempre

		1	2	3	4	5
01	Participo de competições com meus amigos resolvendo problemas matemáticos ou de raciocínio lógico.					
02	Costumo explicar fenômenos da natureza utilizando conhecimentos matemáticos.					
03	Calculo o tempo que vou gastar ao sair de casa para chegar ao destino que pretendo.					
04	Faço desenhos usando formas geométricas.					
05	Percebo a presença da matemática nas atividades que desenvolvo fora da escola.					
06	Faço “continhas de cabeça” para calcular valores quando estou fazendo compras ou participando de jogos.					
07	Gosto de brincar de montar quebra-cabeça e jogos que envolvam raciocínio lógico.					
08	Faço perguntas nas aulas de matemática quando eu tenho dúvidas.					
09	Gosto de resolver os exercícios rapidamente.					
10	Tento resolver um mesmo problema matemático de maneiras diferentes.					
11	Fico frustrado (a) quando não consigo resolver um problema de matemática.					
12	Procuro relacionar a matemática aos conteúdos das outras disciplinas.					
13	Estudo Matemática todos os dias durante a semana.					
14	Gosto de elaborar desafios envolvendo noções de matemática para seus amigos e familiares.					
15	Realizo as tarefas de casa que o professor de matemática passa.					

	1 – nunca 2 – raramente 3 – às vezes 4– freqüentemente 5 – sempre	1	2	3	4	5
16	Me relaciono bem com o meu professor de matemática.					
17	Estudo as matérias de matemática antes que o professor as ensine na sala de aula.					
18	Além do meu caderno, eu costumo estudar matemática em outros livros para fazer provas e testes.					
19	As aulas de matemática estão entre as minhas aulas preferidas.					
20	Quando me pedem para resolver problemas de matemática, fico nervoso (a).					
21	Diante de um problema, sinto muita curiosidade em saber sua resolução.					
22	Quando minhas tentativas de resolver um problema fracassam, tento de novo.					
23	Tenho muita dificuldade para entender matemática.					
24	Matemática é “chata”.					
25	Aprender matemática é um prazer.					
26	Testo meus conhecimentos resolvendo exercícios e problemas.					
27	Tenho menos problemas com matemática do que com as outras disciplinas.					
28	Consigo bons resultados em matemática.					

ANEXO III

Construção de Instrumento para Avaliar Criatividade em Matemática

Na literatura internacional encontramos publicações que tratam do desenvolvimento e da avaliação da criatividade em Matemática. Estes estudos têm privilegiado a resolução de problemas (*problem solving*) e a formulação de problemas (*problem posing*) como estratégias didático-metodológicas que possibilitam o desenvolvimento da criatividade matemática e ao mesmo tempo, possibilitam avaliá-la.

Assim, considerando estas estratégias, buscou-se na referida literatura exemplos de situações que pudessem ser utilizadas para avaliar a criatividade matemática de alunos do Ensino Médio.

Para a composição deste trabalho foram consultados diversos periódicos na área da educação matemática que tinham artigos publicados referentes a estudos teóricos e/ou empíricos sobre criatividade em Matemática. Dentre os trabalhos encontrados, destacam-se os de Haylock (1985, 1986, 1987, 1997), cujo foco é o desenvolvimento e avaliação da criatividade em Matemática, relacionado especialmente à resolução de problemas. Destacam-se ainda, os trabalhos de English (1997a, 1997b), Silver (1985, 1994), Silver e Cai (1996), e Silver e cols. (1996), que dedicaram suas pesquisas à análise das produções de elaboração de problemas por parte dos estudantes. Outro trabalho que também serviu de referência foi o desenvolvido por Lee, Hwang e Seo (2003) para avaliar a criatividade de alunos coreanos utilizando tanto situações de resolução de problemas quanto de redefinição.

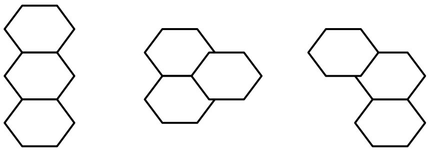
O instrumento inicialmente construído era composto por 15 itens. Após pesquisa exploratória para análise semântica destes itens junto a alunos de um curso de graduação em Matemática e alunos de Ensino Médio de duas escolas, uma pública e outra particular, optou por incluir no instrumento definitivo apenas 6 itens.

No processo de escolha dos itens para compor o Teste de Criatividade em Matemática, três situações foram consideradas pelo autor deste estudo: (a) complexidade das situações apresentadas para os alunos, evitando que estas exigissem conhecimentos específicos sobre um determinado conteúdo; (b) a “familiaridade” que estes têm com os tipos de atividades propostas, uma vez que situações-problema que admitem inúmeras soluções não são comuns no cotidiano das aulas de Matemática; (c) o tempo necessário para a produção de um número significativo de respostas para cada item, evitando a seleção de itens que exigiam muito tempo para sua solução. Observou-se ainda, para a escolhas dos itens, a definição de critérios claros para avaliar as categorias de fluência, flexibilidade e originalidade das respostas, pois, alguns itens inicialmente propostos não favoreciam ao aluno uma produção significativa de respostas para que se pudesse avaliá-las utilizando estas categorias.

Os itens selecionados foram:

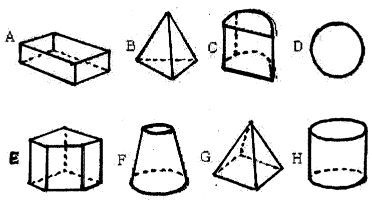
1. Alguns pontos são dados abaixo, de tal modo que a distância entre eles, tanto na horizontal como na vertical, é igual a 1 cm. Ligando estes pontos, construa polígonos que tenham perímetros (soma das medidas dos lados) iguais a 14 centímetros. Desenhe cada polígono separadamente dos demais (Vasconcelos, 2002).

2. Esta atividade consiste em realizar operações envolvendo apenas o número 4. Você deverá usar quatro números 4, realizando operações matemáticas entre eles. O resultado dessas operações também deverá ser igual a 4. Tente fazer o maior número de soluções, incluindo todas as seguintes operações aritméticas: adição, subtração, multiplicação, divisão, raiz quadrada, fatorial etc. Não é necessário usar todas as operações em cada solução apresentada (Livne, Livne & Milgram, 1999).
3. Elabore diferentes questões que possam ser respondidas a partir da seguinte informação: "Paulo, Tiago e Antônio retornavam, de automóvel, para suas casas depois de uma viagem. Antônio dirigiu 140 km a mais que Tiago. Tiago dirigiu duas vezes o percurso percorrido por Paulo. Paulo dirigiu 90 km" (Silver & Cai, 1996).
4. Os exemplos abaixo mostram ilustrações formadas utilizando três hexágonos regulares por meio da união dos seus lados:



Inspirando-se nos modelos acima, faça a maior quantidade possível de ilustrações, utilizado 6 figuras em forma de hexágono regular (Lee, Hwang & Seo, 2003).
5. Considere os números inteiros de 2 a 16 (inclusive o 2 e o 16) e escreva os diversos subconjuntos que você puder estabelecer envolvendo estes números, indicando a regra para a formação de cada um deles, isto é, indicando as características que os números possuem e que fazem com que possam estar em um mesmo subconjunto (Haylock, 1985).

6. Considere os sólidos geométricos abaixo.



Escolha um ou mais sólidos que dividam com a figura B características semelhantes e escreva estas características (Lee, Hwang & Seo, 2003).

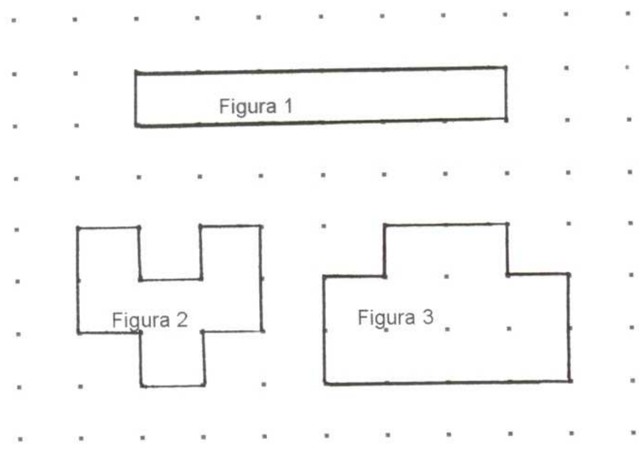
Critérios de julgamento das respostas do Teste de Criatividade em Matemática

Neste teste, seguindo a descrição dos autores, os itens 1, 2, 4 e 6 referem-se a resolução de problemas, o item 3 refere-se a formulação de problemas e o item 5 refere-se a uma situação de redefinição.

Para a avaliação das respostas referentes ao item 1, foram adotados os seguintes critérios:

- Fluência: número de polígonos elaborados que satisfazem as condições do problema, isto é, possuem perímetro igual a 14 e não são congruentes, isto, quando sobrepostos, mesmo que seja necessário, por exemplo, realizar uma rotação em um deles, não sejam idênticos.
- Flexibilidade: número de categorias de polígonos, elaboradas em função da área dos polígonos.
- Originalidade: raridade relativa dos polígonos.

O exemplo a seguir ilustra o processo de avaliação das respostas neste item, para isso, considere os polígonos abaixo:



1ª figura: área igual a 6cm^2.

2ª figura: área igual a 6cm^2.

3ª figura: área igual a 10cm^2.

Desse modo;

- Fluência: tem valor 3, pois construiu 3 polígonos diferentes com perímetros iguais a 14 cm.
- Flexibilidade: tem valor 2, pois construiu polígonos com áreas 6cm^2 e 10cm^2.
- Originalidade: este valor depende da análise dos resultados de todos os participantes do estudo e será pontuado se o aluno construiu pelo menos um polígono que nenhum outro tenha construído.

Segundo Smith, citado por Vasconcelos (2002), pode-se obter um total de 137 polígonos diferentes com perímetro igual a 14 cm^2, de modo que 4 desses polígonos possuem área igual a 4 cm^2, 12 polígonos possuem área igual a 5 cm^2, 38 possuem área igual a 6 cm^2, 32 possuem área igual a 7 cm^2, 30 possuem área igual a 8 cm^2, 12 possuem área igual a 9 cm^2, 7 possuem área igual a 10 cm^2, 1 possui área de 11 cm^2 e 1 cuja área mede 12 cm^2.

Para a avaliação das respostas dadas para o item 2, utilizam-se os seguintes critérios:

- Fluência: número de sentenças matemáticas que envolvem exclusivamente quatro números 4 e que produzam resultado igual a 4.
- Flexibilidade: número de categorias de sentenças, calculado pelo número de operações diferentes utilizadas em cada sentença elaborada.
- Originalidade: raridade relativa das sentenças elaboradas.

O exemplo a seguir ilustra o processo de avaliação das respostas dadas no item 2:

a) $\sqrt{4+4+4+4} = 4$

b) (4 – 4) x 4 + 4 = 4

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

d) 4! – (4 x 4) – 4 = 4

e) $4\sqrt{4} - \sqrt{4} - \sqrt{4} = 4$

f) $4! \div 4 + \sqrt{4} - 4 = 4$

g) $(4 \div 4) \times \sqrt{4} + \sqrt{4} = 4$

h) (4! – 4 – 4) ÷ 4 = 4

Assim:

- Fluência: tem valor 8, pois foram elaboradas oito sentenças matemáticas envolvendo exclusivamente 4 números quatro e produzindo resultado igual a 4.
- Flexibilidade: considerando o número de operações diferentes realizadas em cada resposta, tem-se que a flexibilidade tem valor 3. Observa-se que na resposta relativa a letra (a) foram utilizadas duas operações diferentes (adição e

radiciação); nas respostas relativas às letras (b), (c), (d), (e) e (h) foram utilizadas três tipos de operações diferentes em cada uma; nas respostas relativas às letras (f) e (g) foram utilizadas quatro tipos de operações diferentes em cada uma delas.

- Originalidade: este valor depende da análise dos resultados de todos os participantes do estudo e será pontuado se o aluno construiu pelo menos uma sentença que nenhum outro tenha elaborado.

Para a avaliação das respostas apresentadas no item 3, observou-se as recomendações de Silver e Cai (1996), que descreveram três passos para o julgamento das respostas. O primeiro passo consiste em classificar as respostas em três categorias: questão matemática, questão não matemática ou uma afirmação. Somente as respostas classificadas como questão matemática devem ser consideradas para efeito da avaliação. O segundo passo consiste em categorizar as questões matemáticas em solúveis e não solúveis. Se o problema proposto omite informações necessárias ou apresenta questionamentos incompatíveis com as informações dadas, este problema será considerado não solúvel. O terceiro passo envolve o exame da complexidade do problema formulado.

Um tipo de complexidade refere-se a estrutura sintática envolvida no problema. Este tipo de estrutura é examinado focalizando a presença de uma proposição designativa, relacional ou condicional. Um exemplo apresentado pelos autores para uma proposição designativa é “Quantos quilômetros eles dirigiram ao todo?”. Para a proposição relacional, apresentou-se o seguinte exemplo: “Quantos quilômetros a mais Antônio dirigiu em relação a Paulo?” e, para exemplificar uma proposição condicional, apresentam a seguinte questão: “Se Antônio dirigiu 80 quilômetros a mais que Tiago, quantos quilômetros dirigiu Antônio?”.

Quanto à estrutura semântica, as respostas são analisadas sob cinco categorias: mudança, grupo, comparação, variedade e reapresentação.

Esquematicamente, a proposta de avaliação de itens que requerem a formulação de problemas, pode ser representada pela seguinte figura:

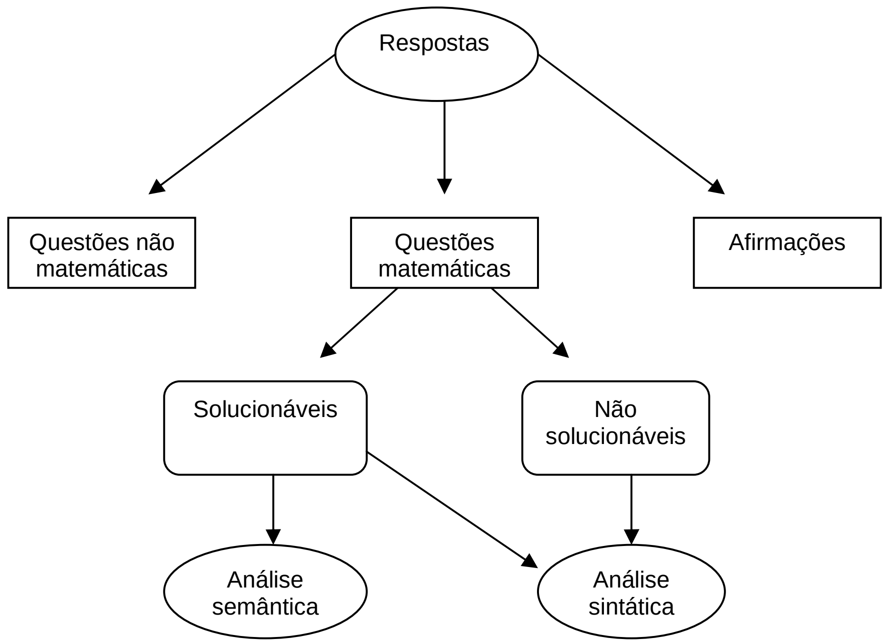


Figura 1: Esquema do processo de análise dos problemas elaborados (Silver & Cai, 1996).

Observando os aspectos acima, definiu-se os seguintes critérios para a avaliação das respostas para o item 3:

- Fluência: número de problemas matemáticos solucionáveis elaborados pelo aluno.

- Flexibilidade: número de categorias constituídas em função do número de relações semânticas envolvidas em cada resposta.
- Originalidade: raridade relativa dos problemas propostos.

As perguntas abaixo ilustram possíveis formulações que os alunos podem fazer:

a) Antônio dirigiu 80 quilômetros a mais que Tiago?

b) Quantos quilômetros Tiago dirigiu?

c) Quantos quilômetros Tiago dirigiu a mais que Paulo?

d) Quantos quilômetros os três dirigiram ao todo?

e) Quantas vezes eles tiveram que abastecer o carro com combustível se a cada 60 quilômetros o combustível acabava?

f) Antônio dirigiu mais tempo que Paulo e Tiago dirigiram em condições regulares?

A avaliação indica a seguinte pontuação:

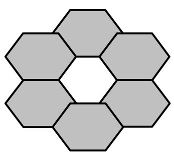
- Fluência: valor 6, pois foram elaborados seis problemas matemáticos.
- Flexibilidade: valor 5. A questão (a) não apresenta nenhuma relação semântica. A questão (b) possui uma relação (reapresentação) e a questão (c) possui duas (comparação e reapresentação). Quanto à questão (d), está possui três relações (grupo, reapresentação e reapresentação). A questão (e) indica a presença de quatro relações (variedade, grupo, reapresentação e reapresentação) e a questão (f) apresenta cinco relações (comparação, reapresentação, grupo, reapresentação e variedade).
- Originalidade: respostas infreqüentes, que serão consideradas a partir dos dados encontrados.

O item 4 solicita aos alunos que elaborem ilustrações utilizando seis hexágonos regulares que devem estar unidos por pelo menos um de seus lados. Assim, a análise será realizada observando:

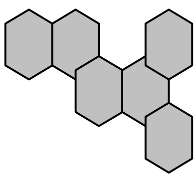
- Fluência: número de ilustrações produzidas, desconsiderando aquelas que representem a mesma ilustração, caso sofram rotação parcial ou total.
- Flexibilidade: número de categorias formadas pelas ilustrações, estabelecidas em função da maneira por meio da qual os hexágonos foram acoplados um ao outro. As categorias são formadas em função do número de hexágonos dispostos linearmente ou em forma circular. Os que estão dispostos linearmente podem ter dois, três, quatro, cinco ou seis hexágonos. Nestas ilustrações observa-se as que têm formas assimétricas, as que têm um ponto de simetria e as ilustrações nas quais predominam segmentos lineares.
- Originalidade: respostas infreqüentes, que serão consideradas a partir das ilustrações apresentadas.

Modelos de referência para a análise das respostas (Lee, Hwang & Seo, 2003):

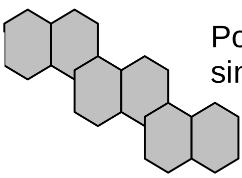
a) disposição circular



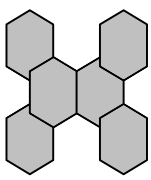
b) ilustrações feitas que contém dois hexágonos juntos em um mesmo alinhamento.



Assimétrico

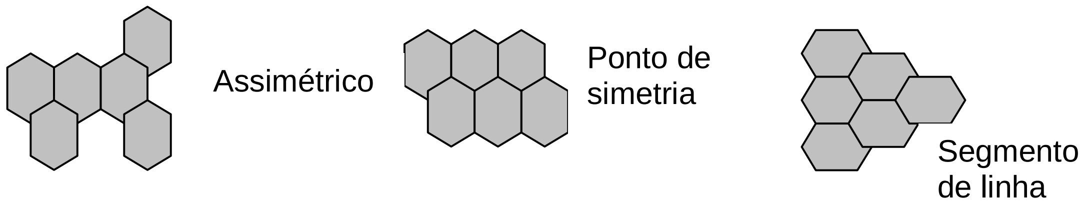


Ponto de simetria

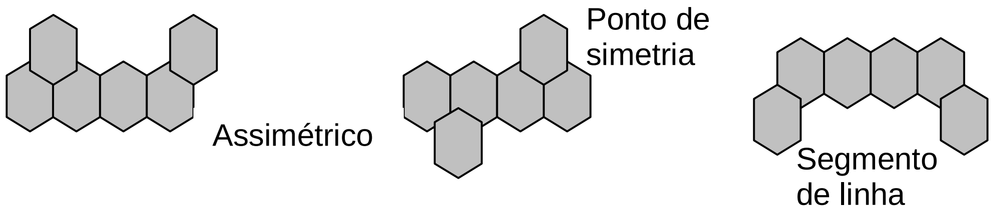


Segmento de linha

c) ilustrações feitas que contém três hexágonos juntos em um mesmo alinhamento.



d) ilustrações feitas que contém quatro hexágonos juntos em um mesmo alinhamento.



e) ilustrações feitas que contém cinco hexágonos ou mais, juntos em um mesmo alinhamento.

A análise do item 5 obedece aos seguintes critérios:

- Fluência: número total de subconjuntos formados corretamente com números de 2 a 16 (inclusive o 2 e o 16).
- Flexibilidade: número de categorias constituídas em função das características dos elementos de cada subconjunto, por exemplo: números pares / números ímpares, múltiplos / divisores, maiores que / menores que, primos, negação ou intersecção de vários atributos.
- Originalidade: raridade relativa dos subconjuntos elaborados.

Um exemplo de avaliação das respostas a este item:

	Subconjunto	Regra	Erro
A	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15	Números ímpares	1 incluso
B	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16	Números pares	
C	3, 6, 9, 12, 15	Divisíveis por 3	
D	4, 8, 12, 16	Divisíveis por 4	
E	2, 3, 7, 11, 13	Números primos	5 não incluso
F	4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16	Números não primos	5 incluso
G	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	Menores que 10	
H	11, 12, 13, 14, 15, 16	Maiores que 10	
I	2, 4, 8, 16	Divisores de 32	

Os subconjuntos elaborados serão avaliados quanto a fluência, flexibilidade e originalidade.

- Fluência: valor 6. Dentre os nove subconjuntos elaborados, apenas 6 estavam corretos de acordo com a regra enunciada.
- Flexibilidade: valor 5. Os subconjuntos A e B são complementares, assim, contabilizam apenas um ponto. O mesmo acontece com os subconjuntos G e H.
- Originalidade: subconjuntos infreqüentes, que serão consideradas a partir dos subconjuntos apresentadas.

O item 6 solicita aos alunos que estabeleçam algum tipo de relação entre as figuras geométricas (sólidas e planas) apresentadas, considerando que a figura B deve fazer, obrigatoriamente, parte de todas as relações criadas. Lee, Hwang e Seo (2003) apresentam oito categorias sob as quais estes sólidos poderiam se enquadrar em função de suas características: forma das faces (lados ou base); números de arestas, vértices, faces, ângulos e relações entre eles; forma de uma projeção; forma a partir de uma secção; pirâmide; forma a partir da elaboração do sólido; volume; outras. Estas categorias fundamentarão o levantamento do escore de flexibilidade, de modo que somente serão contabilizados 1 ponto para cada tipo de categoria encontrada. A pontuação de fluência será dada em função do número de respostas corretas dadas por cada estudante. A originalidade será analisada em função das respostas infreqüentes observadas em todos os instrumentos aplicados.

Referências

English, L. D. (julho, 1997a). Development of seventh-grade student's problem-posing. Trabalho apresentado na *Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Finlândia.

English, L. D. (1997b). The development of fifth-grade children's problem-posing abilities. *Education Studies in Mathematics, 34*, 183-217.

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. (1987). A framework for assessing mathematical creativity in schoolchildren. *Educational Studies in Mathematics, 18*, 59-74.

Haylock, D. W. (1997). Recognizing mathematical creativity in schoolchildren. *The International Reviews on Mathematical Education, 29*, 68-74.

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., 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*, 227-243.

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. & Cai, J. (1996). An analysis of arithmetic problem posing by middle school students. *Journal for Research in Mathematics Education, 27*, 521-539.

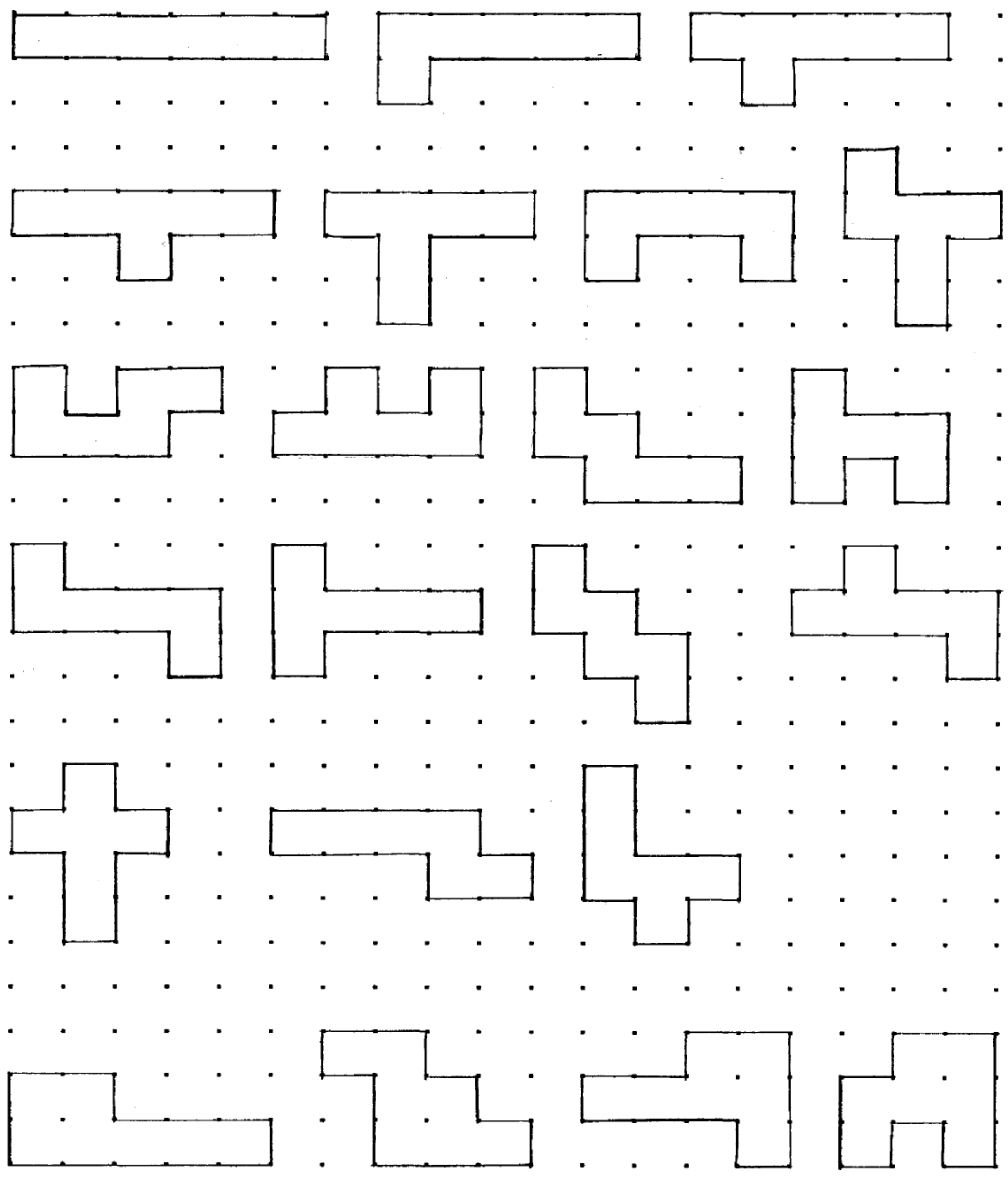
Silver, E. A., Mamona-Downs, J., Leung, S. S. & Kenney, P. A. (1996). Posing mathematical problems: An exploratory study. *Journal for research in Mathematics Education, 27*, 293-309.

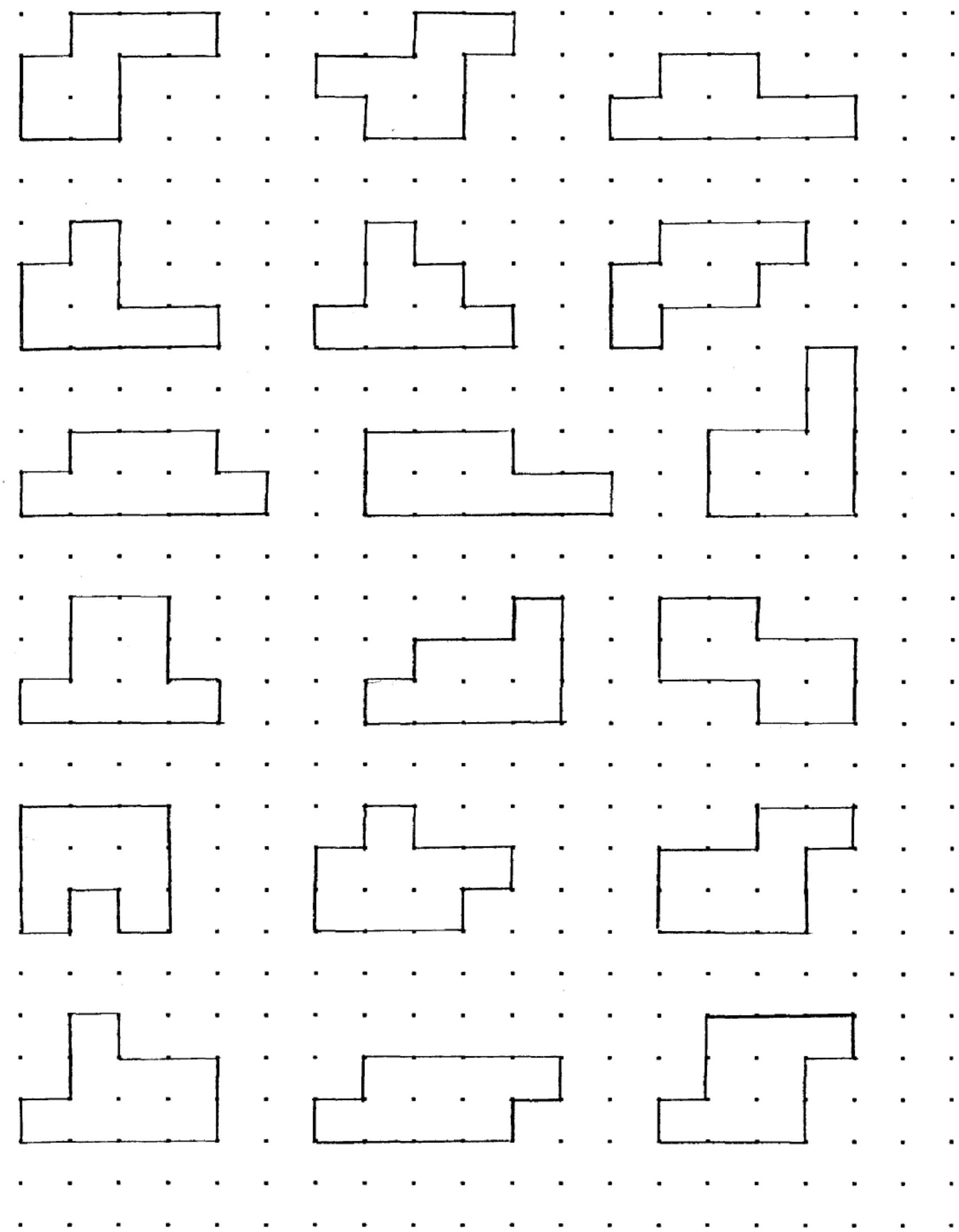
Smith, L. R. (1990). Areas and perimeters of geoboard polygons. *Mathematics Teacher, 83,* 392-398.

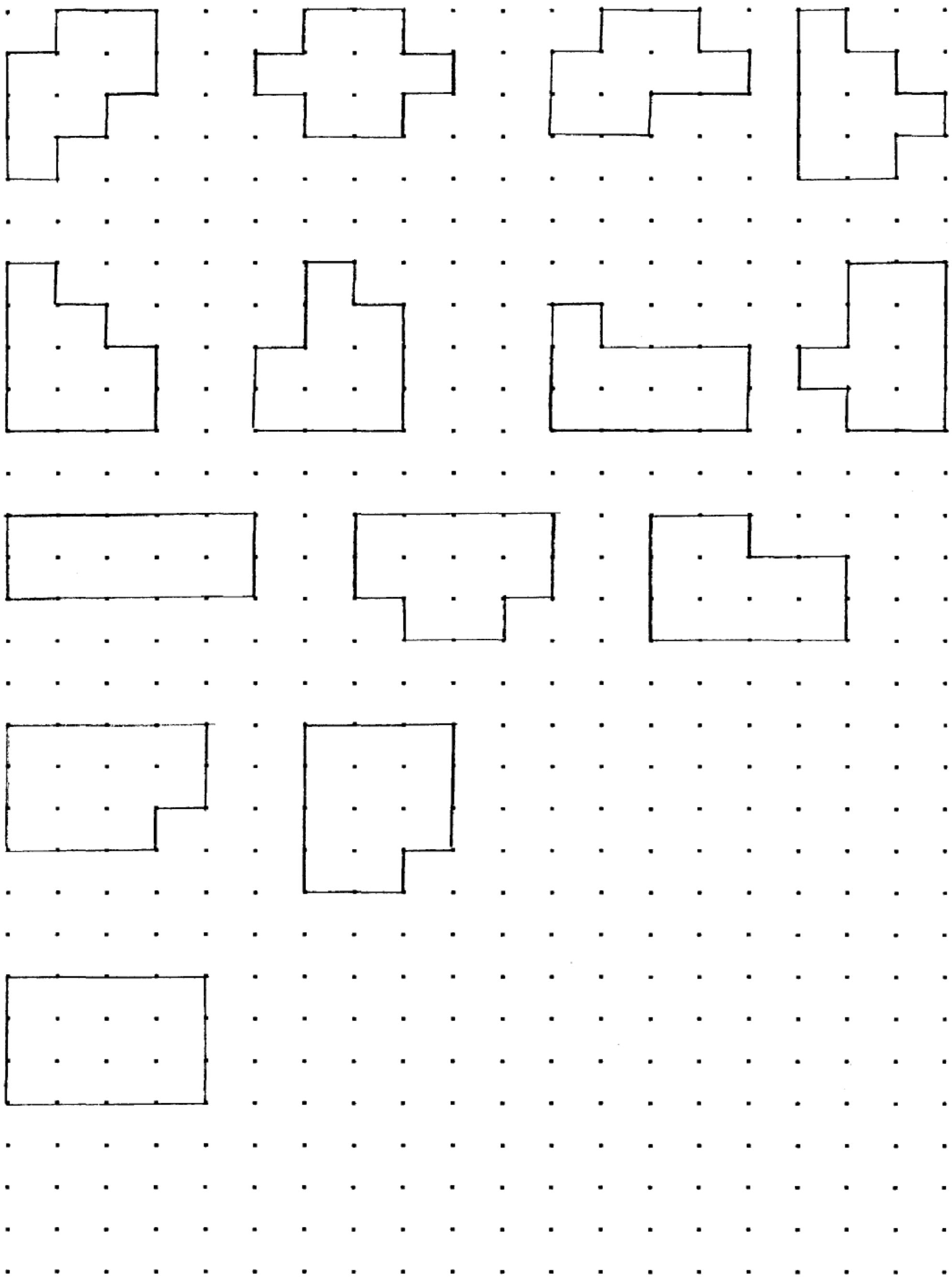
Vasconcelos, M. C. (2002). *Um estudo sobre o incentivo e o desenvolvimento do raciocínio lógico dos alunos através da estratégia de resolução de problemas.* Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

ANEXO IV

Respostas dos Alunos ao Item 1 do Teste de Criatividade em Matemática







ANEXO V

Respostas dos Alunos ao Item 2 do Teste de Criatividade em Matemática

1. $4-\sqrt{4}+4-\sqrt{4}=4$ freqüência 21

2. $\sqrt{4}+\sqrt{4}+4-4=4$ freqüência 32

3. $\sqrt{4}.\sqrt{4}+4-4=4$ freqüência 17

4. $4+4-\sqrt{4.4}=4$ freqüência 02

5. $\sqrt{4}+\sqrt{4}-\sqrt{4}+\sqrt{4}=4$ freqüência 10

6. $\sqrt{4}.\sqrt{4}-\sqrt{4}-\sqrt{4}=4$ freqüência 6

7. $\sqrt{4}.\sqrt{4}-4!+4!=4$ freqüência 02

8. $\sqrt{4}.\sqrt{4}.\sqrt{4}-4=4$ freqüência 1

9. $\sqrt{4}+\sqrt{4}-4!+4!=4$ freqüência 1

10. $\sqrt{\sqrt{4}}.\sqrt{\sqrt{4}}.\sqrt{\sqrt{4}}.\sqrt{\sqrt{4}}=4$ freqüência 1

11. $4.\sqrt{4}-\sqrt{4}-\sqrt{4}=4$ freqüência 3

12. $\sqrt{4+4+4+4}=4$ freqüência 9

13. $\sqrt{4!-4-\sqrt{4}.\sqrt{4}}=4$ freqüência 1

14. $\sqrt{4!-4-\sqrt{4}-\sqrt{4}}=4$ freqüência 1

15. $\sqrt{4-4+4.4}=4$ freqüência 1

16. $\frac{4}{4}.\sqrt{4}.\sqrt{4}=4$ freqüência 64 (incluindo variações que não alteram a expressão, tal como $\frac{4.\sqrt{4}}{4}.\sqrt{4}=4$)

17. $\frac{4.\sqrt{4}}{4}+\sqrt{4}=4$ freqüência 30 (incluindo variações que não alteram a expressão, tal como $\sqrt{4}+\frac{4.\sqrt{4}}{4}=4$)

18. $\frac{\sqrt{4}}{\sqrt{4}}.(\sqrt{4+\sqrt{4}})=4$ freqüência 10

19. $\frac{4!}{4!}.(\sqrt{4}+\sqrt{4})=4$ freqüência 05

20. $\frac{\sqrt{4}}{\sqrt{4}}.(\sqrt{4}.\sqrt{4})=4$ freqüência 06

21. $\frac{4!}{4!}.\sqrt{4}.\sqrt{4}=4$ freqüência 02

22. $\frac{4}{\sqrt{4}}+\frac{4}{\sqrt{4}}=4$ freqüência 06

23. $\frac{4}{\sqrt{4}}.\frac{4}{\sqrt{4}}=4$ freqüência 08

24. $\frac{4!}{4}-\frac{4}{\sqrt{4}}=4$ freqüência 03

25. $\frac{4!}{4}-4+\sqrt{4}=4$ freqüência 04

26. $\frac{4!}{\sqrt{4}}-4-4=4$ freqüência 02

27. $4.4-\frac{4!}{\sqrt{4}}=4$ freqüência 01

28. $\frac{4!}{4+4-\sqrt{4}}=4$ freqüência 02

29. $4!-4.4-4=4$ freqüência 16

30. $\frac{4!}{4}-\left(\sqrt{\sqrt{4}}.\sqrt{\sqrt{4}}\right)=4$ freqüência 01

31. $\left(\frac{4!}{4!}\right)^4.4 = 4$ freqüência 01

32. $(4!-4!).4 + 4 = 4$ freqüência 01

33. $(4-4).4 + 4 = 4$ freqüência 07

34. $(\sqrt{4}-\sqrt{4}).4 + 4 = 4$ freqüência 02

35. $4.\frac{\sqrt{4}}{\sqrt{4}}.4^0 = 4$ freqüência 01

36. $\frac{4}{4}.4.4^0 = 4$ freqüência 03

37. $\frac{4}{4} + \sqrt{4} + 4^0 = 4$ freqüência 01

38. $4^0 + 4^0 + 4^0 + 4^0 = 4$ freqüência 04

39. $4 - 4 + 4.4^0 = 4$ freqüência 01

40. $4 + 4 - 4.4^0 = 4$ freqüência 01

41. $4^0.\sqrt{4} + 4^0.\sqrt{4} = 4$ freqüência 01

42. $4^0.4^0.4^0.4 = 4$ freqüência 01

43. $\frac{4}{\sqrt{4}} + 4 - \sqrt{4} = 4$ freqüência 01

44. $\frac{4+4}{4-\sqrt{4}} = 4$ freqüência 01

45. $\frac{4.\sqrt{4}}{4-\sqrt{4}} = 4$ freqüência 01

46. $\frac{4+4}{4} + \sqrt{4} = 4$ freqüência 04

47. $\frac{4.4}{\sqrt{4}+\sqrt{4}}=4$ freqüência 02

48. $\frac{\sqrt{4}+\sqrt{4}+4}{\sqrt{4}}=4$ freqüência 01

49. $\frac{4.4}{\sqrt{4}}-4=4$ freqüência 06

50. $\frac{(4+4)\sqrt{4}}{4}=4$ freqüência 05

51. $\left(\sqrt{\sqrt{4}}.\sqrt{\sqrt{4}}\right).\frac{4}{\sqrt{4}}=4$ freqüência 01

52. $\frac{4-4}{4}+4=4$ freqüência 04

53. $\sqrt{4.4.4}-4=4$ freqüência 01

54. $\sqrt[4]{4^4}=4$ freqüência 01

55. $\frac{\sqrt{4}^{\sqrt{4}}}{4}.4=4$ freqüência 01

56. $4^{\frac{\sqrt{4}}{4}}+\sqrt{4=4}$ freqüência 01

57. $\frac{\frac{4.4}{\sqrt{4}}}{\sqrt{4}}=4$ freqüência 01

58. $\frac{(\sqrt{4})!.4}{4}.\sqrt{4}=4$ freqüência 01

59. $\frac{4+\sqrt{4}}{\sqrt{4}}+4^0=4$ freqüência 01

ANEXO VI

Respostas dos Alunos ao Item 3 do Teste de Criatividade em Matemática

1. Se Antônio estava dirigindo a 100 km/h, por quanto tempo ele dirigiu?
2. Se a média da velocidade durante a viagem foi de 90 km/h, qual foi o tempo gasto durante toda a viagem por cada um dos rapazes?
3. Quantos km Antonio dirigiu a mais que Tiago? <u>Freqüência 10</u>
4. Quantos km Antonio dirigiu a mais que Paulo?
5. Sabendo que eles fazem esse percurso todos os dias, quantos km percorrem ao final do mês?
6. Se Paulo tivesse percorrido 3 vezes mais o que ele percorreu, quantos km Tiago teria percorrido?
7. Qual a probabilidade de Tiago ter dirigido mais?
8. Se Paulo tivesse andado 120 km, quantos km Tiago teria andado?
9. Se Antônio tivesse andado 180 km, quanto a mais que Tiago ele teria percorrido?
10. Quem dirigiu 180 km? <u>Freqüência 02</u>
11. Se Paulo, ao invés de ter dirigido 90 km, tivesse dirigido 50 km, quanto teria dirigido Tiago?
12. Qual seria a distância percorrida por Paulo se esta fosse medida em metros?
13. Qual o total de km dirigidos por Paulo e Antônio? <u>Freqüência 03</u>
14. Quantos km Tiago dirigiu a mais que Paulo? <u>Freqüência 10</u>
15. Quantos km foram percorridos por cada um deles considerando a ida e a volta?
16. É correto afirmar que Antônio dirigiu duas vezes o percurso percorrido por Paulo mais 140 km?
17. Se o carro, antes do percurso, marcava 15.000 km rodados, após o percurso ele marcaria quanto?
18. Quantos km Paulo e Tiago percorreram juntos? <u>Freqüência 06</u>
19. Qual o dobro do percurso percorrido por Paulo?
20. Qual a metade do percurso de Antonio?
21. Se Antonio dirigiu 140 km a mais que Tiago, quantos km Paulo e Antonio dirigiram juntos?

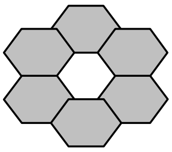
22. Qual é o dobro do percurso percorrido por Tiago? Freqüência 02
23. Qual dos três dirigiu menos? Freqüência 16
24. Quem morava mais perto do ponto de onde partiu?
25. Quantos km cada um km dirigiu? Freqüência 03
26. Qual a razão entre o número de km percorridos por Paulo e Tiago? Freqüência 03
27. Quantos km Paulo dirigiu? Freqüência 17
28. Quem dos três dirigiu mais? Freqüência 31
29. Quantos km Antonio dirigiu? Freqüência 50
30. Quantos km Tiago dirigiu? Freqüência 58
31. Quanto Antonio dirigiu a mais que Paulo? Freqüência 26
32. Qual a soma da quilometragem percorrida por Antonio e Tiago? Freqüência 04
33. Quanto tempo eles demoraram para fazer esse percurso se os carros andaram com velocidade média de 100km/km durante o percurso? Freqüência 02
34. Quantos km os três percorreram juntos? Freqüência 39
35. Quantos km Paulo teria que dirigir para igualar a Tiago?
36. Quantos Km Paulo teria que dirigir para igualar a Antonio?
37. Quantos km Tiago teria que dirigir para igualar com Antonio?
38. Quantos metros Antonio percorreu?
39. Qual é o produto entre os números que representam o percurso percorrido por Antonio e Tiago?
40. Qual a razão entre o percurso percorrido por Antonio e o percurso percorrido por Paulo?
41. Tiago dirigiu mais que Paulo?
42. Antonio dirigiu mais que Tiago?
43. Supondo que o carro gasta 1,75 l por km percorrido, quanto Tiago gastou de combustível?
44. O carro de Antonio tem a potência de 1,6 cavalos de força e gasta 1,5 l de gasolina por km rodado. Calcule o rendimento do motor.
45. Quanto obtemos se multiplicarmos o percurso de Antonio por 2?

46. Sabendo que o consumo de gasolina é de 1l para cada 10 km rodados, quanto Tiago gastou?
47. Qual foi a velocidade média que Tiago dirigiu sabendo que ele rodou por duas horas?
48. Quem dirigiu 140km a mais que Tiago?
49. Quem percorreu duas vezes o percurso de Paulo?
50. Se o carro faz 10 km com 5l de gasolina, quantos litros de gasolina cada um gastou?
51. Dê a distância percorrida por Tiago em hm.
52. Se o carro faz 10 km com 5l de gasolina, e a gasolina custa R$ 5,00, quanto cada um gastou em reais?
53. Qual a relação entre quanto Paulo e Antonio dirigiram? <u>Freqüência 02</u>
54. Qual a relação entre quanto Antonio e Tiago dirigiram? <u>Freqüência 02</u>
55. Qual a relação entre quanto Paulo e Tiago dirigiram? <u>Freqüência 02</u>
56. Qual a distância, em metros, que os três percorreram juntos?
57. Quanto tempo gastou cada um se a velocidade foi mantida sempre a 70 km/h?
58. Se o carro tem um consumo constante de 10km/l, quantos litros eles gastaram?
59. Qual é o produto entre os valores da quilometragem percorrida por cada um dos três?
60. Quantas vezes Antonio dirigiu o percurso de Tiago?
61. Quantas vezes Antonio dirigiu o percurso de Paulo?
62. Se o carro consume 1l a cada 5 km, quantos litros serão consumidos ao final do percurso?
63. Qual dos três dirigiu mais que a soma dos km percorridos pelos outros dois?
64. Se estavam dirigindo com uma velocidade média de 80km/h, quanto tempo cada um levou para fazer a vigem?
65. Qual a razão entre os percursos de Antonio e Tiago?
66. Supondo que Antonio demorou 4h no percurso, qual a velocidade média percorrida por seu carro?
67. Sabendo que as velocidades médias de Paulo, Tiago e Antonio eram, respectivamente, 45km/h, 60km/h e 120m/h, quem chegou primeiro em casa?

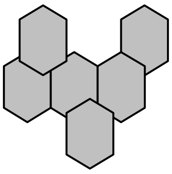
68. Sabendo que Paulo demora duas horas, qual a sua velocidade?
69. Se Antonio voltava duas vezes mais rápido do que Tiago, quem chegou primeiro em casa?
70. Se o consumo dos carros é de 15 km/h, quantos litros de combustível eles gastaram?
71. Se foram a uma velocidade média de 120km/h, quanto tempo eles gastaram?
72. Se com 1l de gasolina dirigi-se 0,5km, quantos litros de gasolina Tiago gastou?

ANEXO VII

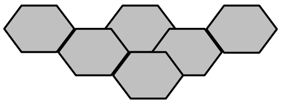
Respostas dos Alunos ao Item 4 do Teste de Criatividade em Matemática



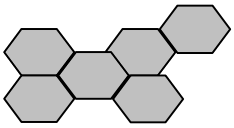
freqüência 20



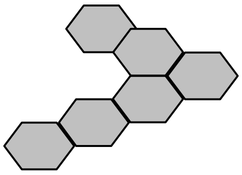
freqüência 01



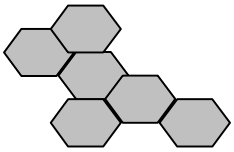
freqüência 01



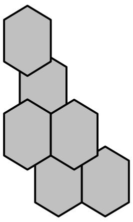
freqüência 03



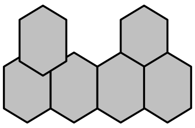
freqüência 03



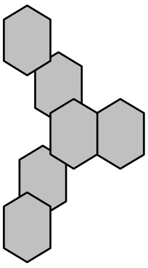
freqüência 01



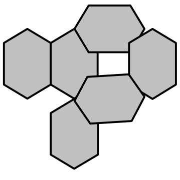
freqüência 01



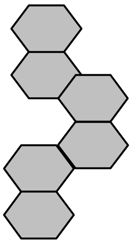
freqüência 01



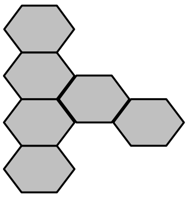
freqüência 05



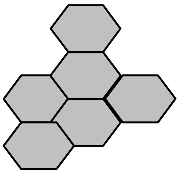
freqüência 01



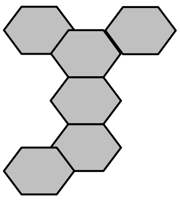
freqüência 01



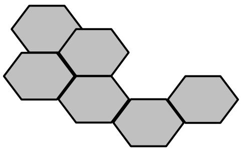
freqüência 01



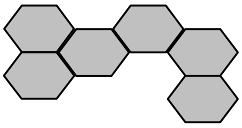
freqüência 03



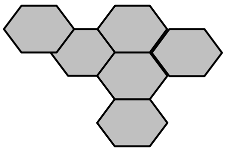
freqüência 01



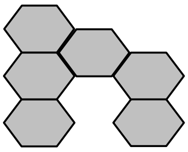
freqüência 01



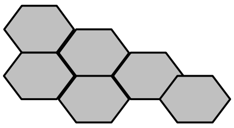
freqüência 02



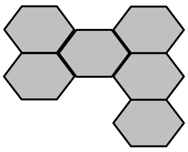
freqüência 01



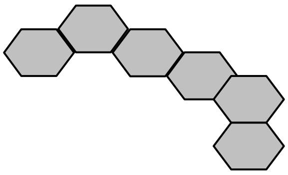
freqüência 02



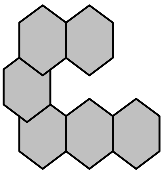
freqüência 01



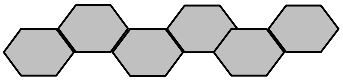
freqüência 01



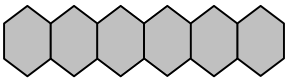
freqüência 03



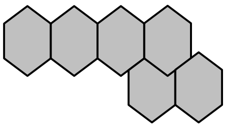
freqüência 07



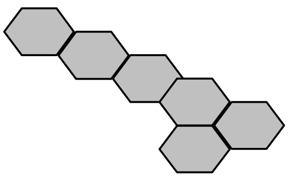
freqüência 06



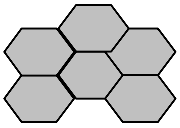
freqüência 42



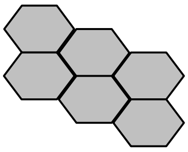
freqüência 07



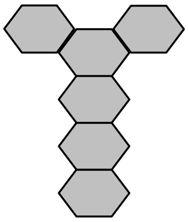
freqüência 04



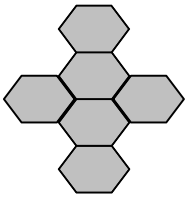
freqüência 69 (incluindo as rotações da figura)



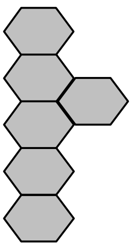
freqüência 39



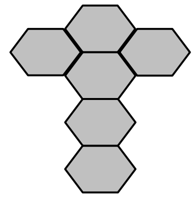
freqüência 03



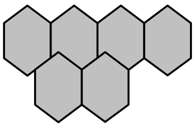
freqüência 19



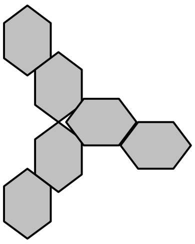
freqüência 03



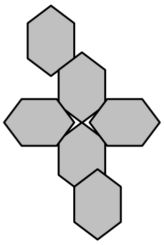
freqüência 08



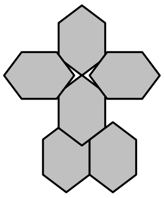
freqüência 05



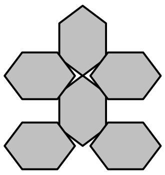
freqüência 02



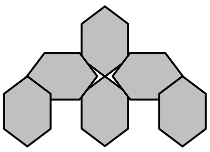
freqüência 01



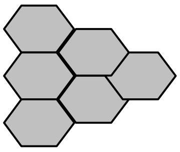
freqüência 07



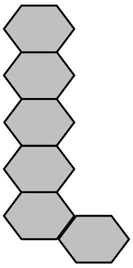
freqüência 02



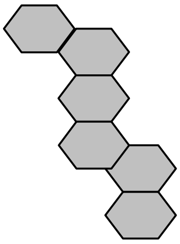
freqüência 01



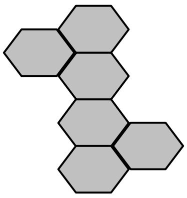
freqüência 37



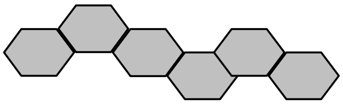
freqüência 01



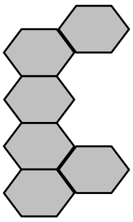
freqüência 02



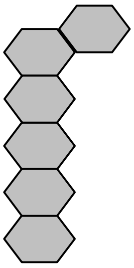
freqüência 03



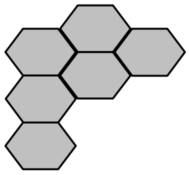
freqüência 01



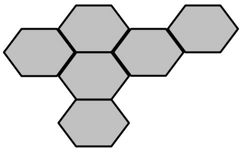
freqüência 02



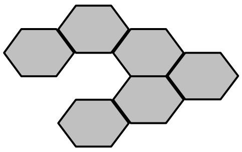
freqüência 02



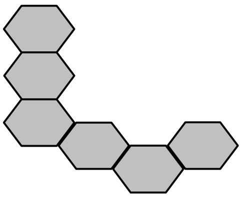
freqüência 05



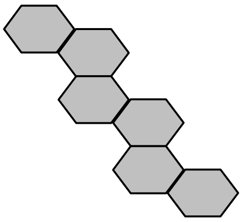
freqüência 01



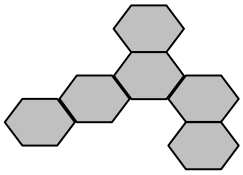
freqüência 02



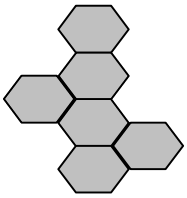
freqüência 01



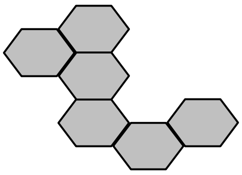
freqüência 02



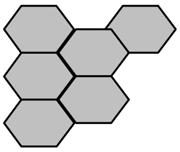
freqüência 01



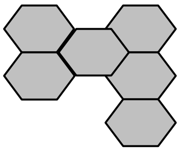
freqüência 01



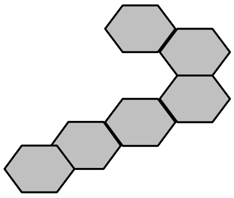
freqüência 01



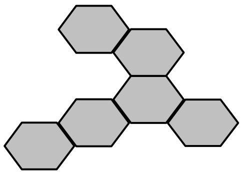
freqüência 01



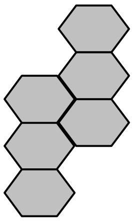
freqüência 01



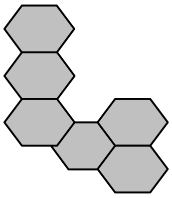
freqüência 01



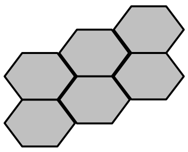
freqüência 01



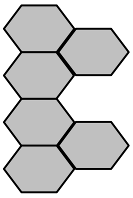
freqüência 03



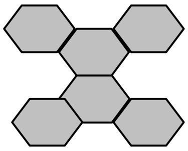
freqüência 01



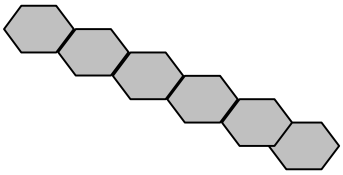
freqüência 01



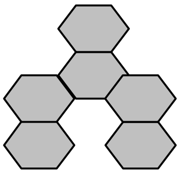
freqüência 01



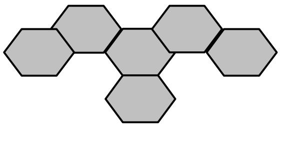
freqüência 01



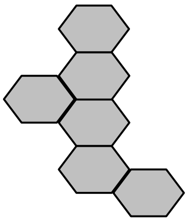
freqüência 02



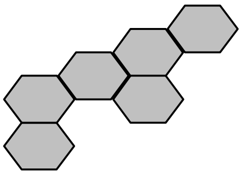
freqüência 01



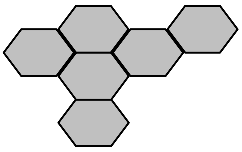
freqüência 01



freqüência 01



freqüência 01



freqüência 01

ANEXO VIII

Respostas dos Alunos ao Item 5 do Teste de Criatividade em Matemática

	Subconjunto	Regra	Freq.
1	3, 5, 7, 9, 11, 13, 15	Números ímpares	72
2	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16	Números pares	86
3	3, 6, 9, 12, 15	Divisíveis por 3	34
4	3, 6, 9, 12, 15	Múltiplos de 3	34
5	4, 8, 12, 16	Divisíveis por 4	26
6	4, 8, 12, 16	Múltiplos de 4	26
7	2, 3, 5, 7, 11, 13	Números primos	29
8	4, 6, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16	Números não primos	02
9	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	Menores que 10	01
10	11, 12, 13, 14, 15, 16	Maiores que 10	0
11	2, 4, 8, 16	Divisores de 32	0
12	5, 10, 15	Divisíveis por 5	33
13	5, 10,15	Múltiplos de 5	33
14	6, 12	Múltiplos de 6	10
15	13	Número do azar	01
16	2	Número primo par	02
17	3,5,7, 11, 13	Números primos ímpares	01
18	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16	Múltiplos de 2	27
19	2,4,8,16	PG razão 2	06
20	7, 14	Múltiplos de 7	09

	Subconjunto	Regra	Freq.
21	8, 16	Múltiplos de 8	03
22	6, 12	Múltiplos de 2 e 3 ao mesmo tempo	02
23	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16	Formados por dois algarismos	05
24	2, 10, 12, 16	Começam com a letra D	10
25	3, 13	Começam com a letra T	03
26	4, 14, 15	Começam com a letra Q	02
27	5	Começam com a letra C	01
28	6, 7	Começam com a letra S	01
29	8, 11	Começam com a letra O	02
30	11, 13, 15	Ímpares maiores que 10	02
31	3, 5, 7, 9	Ímpares menores que 10	02
32	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16	PA razão 2	04
33	3, 5, 7, 9, 11, 13, 15	PA razão 2	02
34	2, 4, 8, 16	Sucessor é o dobro do antecessor	06
35	6, 12	Divisíveis simultaneamente por 2,3,6	01
36	4, 9, 16	Quadrados perfeitos	18
37	2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14, 15, 16	Divisíveis por 1	04
39	2, 3, 6, 16	Terminam com a letra S	02
39	10	È divisível por 10	02
40	2, 3, 5, 8, 13	Seqüência onde o 1º somado com o 2º dá o 3º	03

	Subconjunto	Regra	Freq.
41	2, 4, 6, 10, 16	Seqüência onde o 1º somado com o 2º dá o 3º	02
42	3, 5, 7, 11, 13	Números primos entre 2 e 16	03
43	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	Representam unidades	03
44	13	Múltiplo de 13	01
45	11	Múltiplos de 11	01
46	10, 12, 14, 16	Pares maiores que 8	01
47	1, 3	Raízes da equação $x^2 - 4x + 3 = 0$	01
48	2, 16	Valores das extremidades	01
49	2, 5, 8, 11, 14	PA de razão 3	02
50	2, 4, 16	Seqüência formada por n^2	02
51	2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14, 15, 16	PA razão 1	02
52	2, 4, 6, 8, 10	Pares menores ou iguais a 10	01
53	8, 12, 16	Múltiplos de 4, maiores que 4	01
54	2, 6, 10, 14	PA razão 4	02
55	16	Múltiplo de 16	01
56	8	Cubo perfeito	01
57	2, 4, 5, 10	Divisores de 100	01
58	2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14, 15, 16	Números naturais	02
59	2, 4, 6, 10, 16	O número seguinte é sempre a soma dos dois anteriores	01
60	2, 4, 6, 8	Pares menores que 10	03
61	12, 14, 16	Pares maiores que 10	02

	Subconjunto	Regra	Freq.
62	2, 3, 4	Menores que 5	01
63	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	Menores ou iguais a 8	01
64	4, 16	PG razão 4	01
65	16, 11, 6	PA razão – 5	01
66	2, 12	Terminam em 2	01
67	5, 15	Terminam em 5	01
68	3, 13	Terminal em 3	01
69	2, 3, 4, ..., 14, 15	Menores que 16	01
70	12, 13, 14, 15, 16	Maiores ou iguais a 12	01
71	5, 6, 7, 8, 9, 10	Entre 4 e 11	01
72	11	Soma dos algarismos igual a 2	01
73	12	Soma dos algarismos igual a 3	01
74	13	Soma dos algarismos igual a 4	01
75	14	Soma dos algarismos igual a 5	01
76	15	Soma dos algarismos igual a 6	01
77	16	Soma dos algarismos igual a 7	01
78	3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15	Não são quadrados perfeitos	01
79	3, 9, 15	Múltiplos de 3 que são ímpares	01
80	6, 12	Múltiplos de 3 que são pares	01
81	15	Múltiplo de 3 e 5 simultaneamente	01
82	4, 8, 12, 16	Divididos por 2 tem resultado par	01
83	5, 10, 15	PA razão 5	01

	Subconjunto	Regra	Freq.
84	2, 3	Números escritos com 4 letras	01
85	2, 4, 8	Divisores de 8	01
86	15, 16	Maiores que 14	01

ANEXO IX

Respostas dos Alunos ao Item 6 do Teste de Criatividade em Matemática

	Sólidos	Características semelhantes	Freq.
01	B, G	Possuem lados triangulares	30
02	A, B, E, G	Possuem 4 ou mais faces	02
03	B, G	São pirâmides	17
04	B,E, F, G, H	Parecem luminárias	01
05	A, B	O número de faces de A é igual ao número de arestas de B	01
06	A, B, C, E, F, G, H	São sustentados pela base	05
07	B, G	Possuem apenas uma base	01
08	B, F, D, H	Não possuem ângulos retos	13
09	A, B	O total de vértices de B é igual ao número de vértices de um único lado de A	01
10	A, B, C, E, F, G, H	Possuem volume	01
11	A, B, C, E, G	Possuem pontas agudas	06
12	A, B, C, E, G	Possuem arestas	04
13	A, B, E, G	Todos possuem polígonos convexos em suas faces	01
14	A, B, C, E, F, G, H	São tridimensionais	02
15	A, B	A soma de todos as faces de B é igual ao número de faces laterais de A	01
16	B, G	O número de lados da base de G é igual ao total de faces de B	01
17	A, B, C, E, G	Possuem linhas retas	03
18	A, B	A base tem o mesmo formato dos lados	01
19	B, G	Tem fórmula de cálculo (volume) que se assemelham	02
20	A, B, E, G	Não possuem lados/faces em forma circular	01
21	A, B, C, E, F, G, H	Podem ser planificados	01
22	B, G	Se partir G ao meio, verticalmente considerando a diagonal de sua base, ficará igual a B	02
23	A, B, C, E, F, G, H	Têm altura	01