

ESTRATÉGIAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA CRIATIVIDADE EM MATEMÁTICA

STRATEGIES FOR THE DEVELOPMENT
OF THE CREATIVITY IN MATHEMATICS

LES STRATÉGIES POUR LE DÉVELOPPEMENT
DE LA CRÉATIVITÉ DANS LES MATHÉMATIQUES

ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO
DE LA CREATIVIDAD EN MATEMÁTICA

Cleyton Hércules Gontijo *

RESUMO

A sociedade atual requer pessoas mais criativas e com capacidade de apresentar soluções inovadoras para os problemas encontrados nos diversos contextos em que elas estão inseridas. Para atender a tais demandas sociais, o desenvolvimento da criatividade foi inserido como um dos objetivos educacionais nos diversos níveis de ensino. Assim, no contexto educacional, cada vez mais tem sido reconhecida a necessidade de que sejam implementadas estratégias e ações que estimulem e favoreçam o desenvolvimento do potencial criativo. Nesse sentido, este artigo tem como objetivo contribuir com as reflexões acerca dessas estratégias em uma das áreas do currículo escolar, a Matemática. Nessa área, os estudos têm privilegiado a resolução de problemas, a formulação de problemas e a redefinição como estratégias didático-metodológicas que possibilitem o desenvolvimento da criatividade. Deste modo, busca-se discutir, no presente trabalho, as relações entre criatividade e Matemática, descrevendo tais estratégias.

Palavras-chave: *Criatividade. Educação matemática. Estratégias de ensino.*

* Doutorando em Psicologia na Universidade de Brasília. Professor do Centro de Educação e Humanidades da Universidade Católica de Brasília (cleyton@ucb.br).

INTRODUÇÃO

A produção acadêmica sobre criatividade em Matemática é incipiente no Brasil, além do que, não há nos documentos oficiais que orientam a educação e o ensino de Matemática uma definição do que seja criatividade, para que se possa estabelecer estratégias para o seu desenvolvimento. Assim, torna-se necessária uma reflexão acerca dessa temática a fim de construir uma nova prática pedagógica para o ensino nessa área do conhecimento.

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 nessa 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 essa área como carreira profissional, pois, na atualidade, tem atraído poucos jovens.

Ressaltamos que os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino de Matemática trazem a criatividade como um dos elementos associados aos objetivos dessa 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 favorecer que os alunos sejam capazes de

Questionar a realidade formulando-se problemas e tratando de resolvê-los, utilizando para isso o pensamento lógico, a criatividade, a intuição, a capacidade de análise crítica, selecionando procedimentos e verificando sua adequação (BRASIL, 1997, p. 7) (grifo nosso).

Acrescenta esse 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).

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 desse nível de ensino, inclusive o objetivo citado anteriormente (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). Esses parâmetros recomendam também, ao tratar da organização curricular para o ensino da Matemática, que essa 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.

Todavia, apesar de incluir a criatividade em seus objetivos, esses Parâmetros não indicam como desenvolvê-la e estimulá-la ao organizar o trabalho pedagógico com a Matemática. Destaca-se que vários trabalhos de natureza acadêmica fazem referência à criatividade, porém, também não explicitam como esta pode estar associada à atividade matemática. Essa ausência de clareza sobre o que é criatividade em Matemática e como desenvolvê-la motiva este estudo.

CRIATIVIDADE EM MATEMÁTICA

Na literatura internacional encontramos publicações que tratam do desenvolvimento e da avaliação da criatividade em Matemática. Esses estudos têm privilegiado a formulação e resolução de problemas e a redefinição de elementos matemáticos como estratégias didático-metodológicas que possibilitam o desenvolvimento da criatividade matemática e ao mesmo tempo possibilitam avaliar essa criatividade.

No Brasil, infelizmente, encontramos poucos trabalhos que buscaram investigar a criatividade em Matemática. Nessa 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 referentes a estudos de natureza empírica. 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 com a Matemática (BRITO, 2006; LOPES; BRENELLI, 2001; ONUCHIC, 1999; ONUCHIC; ALLEVATO, 2004; TAXA-AMARO, 2006; TAXA; FINI, 2001). Todavia, esses estudos não têm enfocado aspectos relacionados ao processo criativo.

Devido à pouca produção acadêmica nessa área, um dos desafios da pesquisa em criatividade em Matemática é a constituição de um consenso sobre o que caracteriza esse tipo de criatividade (MANN, 2005). Destacamos que não há uma definição precisa para esta, de modo que muitas definições são encontradas. Ressalta-se que essas conceituações não são conflituosas entre si, mas enfatizam diferentes aspectos relacionados à criatividade.

Para a construção de um conceito de criatividade em Matemática foram consultados diversos artigos publicados em periódicos da área da educação matemática referentes a estudos teóricos e/ou empíricos que tratavam deste tipo de criatividade.

Dentre os trabalhos encontrados, destacam-se os de Haylock (1985, 1986, 1987, 1997), cujo foco é o desenvolvimento e a avaliação da criatividade em Matemática, relacionados especialmente à resolução de problemas. Destacam-se ainda, os trabalhos de Silver (1985, 1994), de Silver et al. (1996), de Silver e Cai (1996) e de English (1997a, 1997b), que dedicaram suas pesquisas à análise das produções de elaboração de problemas por parte dos estudantes. Ressalta-se que, face à escassez de produções nesta área, todos os estudos encontrados foram utilizados na formulação deste trabalho. Todavia, foram privilegiados os aspectos teóricos em relação aos estudos empíricos para subsidiar uma reflexão inicial sobre este tema.

A criatividade em Matemática, segundo Krutetskii (1976), compreende a capacidade de formular problemas não complicados, encontrar caminhos e meios para resolver esses problemas; inventar fórmulas e teoremas, realizar de forma independente deduções de fórmulas e encontrar métodos originais para resolver problemas não tradicionais.

Outra forma de compreender a criatividade em Matemática foi apresentada por Aiken (apud HAYLOCK, 1987). Para o autor, esse tipo de criatividade deve ser compreendido sob a perspectiva do processo de produção matemática e sob a perspectiva do produto elaborado. O primeiro aspecto refere-se ao processo cognitivo envolvido no fazer matemático, 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.

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. Ao constatar isto, Gontijo definiu criatividade em Matemática como

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

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

Uma situação-problema que requer do aluno uma produção criativa, de forma textual, pode ser proporcionada quando o professor o estimula a questionar e analisar suposições. Em situações desta natureza, os professores podem encorajar os alunos a considerar determinadas características do campo matemático, por exemplo, propondo para os alunos uma pesquisa com o objetivo de analisar a razão pela qual o sistema de numeração utilizado no Brasil é de base 10, solicitando, ainda, que busquem imaginar como seriam as atividades que desenvolveríamos caso passássemos a utilizar outra base. Os professores podem, também, incentivar os alunos a proporem um problema matemático com palavras (STERNBERG; GRIGORENKO, 2004).

Outra forma de estimular a produção criativa em Matemática pode ser desenvolvida propondo situações-problema que solicitem aos alunos, por exemplo, que inventem uma nova operação numérica e expliquem como ela funciona. Pode-se, também, propor a produção de inúmeras formas de resolver um problema de natureza numérica, por exemplo, escrevendo sentenças matemáticas cujo resultado seja o número 4, utilizando-se para isto precisamente 4 vezes o dígito 4, envolvendo as operações matemáticas de adição, subtração, multiplicação, divisão, raiz quadrada, fatorial e demais operações que o aluno conhecer (LIVNE; MILGRAM, 2006). Em situações como estas, os alunos expressarão sua criatividade em Matemática primordialmente de forma numérica.

As representações gráficas e as construções geométricas também se constituem em situações que favorecem a expressão da criatividade em Matemática. Um tipo de situação geométrica que pode ser proposta para os alunos refere-se à construção de polígonos que tenham perímetros iguais a 14 centímetros, utilizando-se para isto de uma malha quadriculada em que cada quadrinho tenha área igual a 1 cm². Nessa atividade, a criatividade poderá ser observada nas diferentes formas construídas e nas diferentes medidas de áreas que estes polígonos apresentam (VASCONCELOS, 2002).

Uma das formas de descrever o processo criativo em Matemática foi proposto por Hadamard (1954). Esse modelo foi inspirado nos estágios descritos por Wallas, em 1926, que compreende: preparação-incubação-iluminação-verificação. Hadamard preocupou-se em descrever esses estágios relacionando-os ao trabalho criativo em Matemática.

O primeiro estágio, preparação, refere-se a um trabalho intensivo que visa compreender profundamente o problema proposto. O segundo, incubação, refere-se ao período em que o problema é colocado “de lado” e que a mente passa a se ocupar de outro problema. No terceiro estágio, a solução do problema aparece subitamente durante a execução de outras atividades não relativas à Matemática. É o período da iluminação. O quarto e último estágio consiste na avaliação, depuração e julgamento de possíveis aplicações a partir dos resultados encontrados. Este último estágio compreende ainda a comunicação escrita ou verbal dos resultados. Surgiram várias críticas em relação a esta seqüência de fases, mas essa concepção continua a ser base de compreensão para o processo de resolução criativa (MORAIS, 2001).

Diferentemente de Hadamard (1954), Eryvnyck (1991) descreve a criatividade matemática em três estágios. O primeiro estágio (estágio 0) refere-se a um estágio técnico preliminar, que consiste na aplicação técnica ou prática de regras e fundamentos matemáticos sem que o indivíduo tenha uma fundamentação teórica consistente. O segundo estágio (estágio 1) é o momento de atividades algorítmicas, que consiste na aplicação explícita 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.

Mesmo considerando que diferentes concepções têm sido apresentadas acerca do que é criatividade em Matemática, os diversos autores têm concordado que as estratégias mais eficazes para favorecer o seu desenvolvimento referem-se ao emprego da resolução e da formulação de problemas e da redefinição.

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

A discussão acerca do uso da resolução de problemas como estratégia didática para o ensino da Matemática intensificou-se nas últimas décadas, tendo como referência o documento Agenda para Ação na Década de 1980 do *National Council of Teachers of Mathematics* – NCTM, dos Estados Unidos, destacando essa estratégia como o foco do ensino da Matemática (NCTM, 1983).

Todavia, o conceito de resolução de problemas na Matemática remonta aos antigos egípcios, chineses e gregos e é globalmente semelhante à resolução de problemas na generalidade. 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).

Para Brito,

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 (BRITO, 2006, 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, as habilidades matemáticas não se desenvolvem quando são propostos apenas exercícios de aplicação dos conceitos e técnicas matemáticos, já que, 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).

A literatura sobre resolução de problemas nos sugere que o uso desta metodologia 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. Essas capacidades são requeridas nas situações práticas do cotidiano dos estudantes, nas quais os problemas requerem um conjunto de competências para solucioná-las. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática, a opção por organizar o trabalho pedagógico a partir da resolução de problemas “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” (BRASIL, 1998, p. 40). Dessa forma, um problema, ainda que simples, poderá despertar o interesse pela atividade matemática se proporcionar ao aluno o gosto pela descoberta da resolução, estimulando a curiosidade, a criatividade e o raciocínio, ampliando o conhecimento matemático.

O ensino de Matemática se torna mais interessante à medida que são utilizados bons problemas ao invés de se basear apenas em exercícios que remetem à reprodução de fórmulas em situações que se distanciam do contexto do aluno. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais,

A resolução de problemas 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 (BRASIL, 1998, p. 40).

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.

O modelo proposto por Polya (1994) para a resolução de problemas tem inspirado muitos daqueles que buscam neste recurso um caminho para conduzir o trabalho com a Matemática. O modelo prevê quatro etapas para a resolução de um problema:

1º) Compreensão do 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 de notação adequada.

2º) Construção de uma estratégia de resolução: é importante estimular o aluno a buscar conexões entre os dados e o que é solicitado, a pensar em situações similares, a fim de que possam estabelecer um plano de resolução, definindo prioridades e, se necessário, investigações complementares para resolver o problema.

3º) Execução da 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.

4º) Revisão da 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 nesse 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 que 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 essa responsabilidade ao professor ou às regras e modelos apresentados nos livros didáticos. A decisão de que tipo de método e/ou procedimento a ser utilizado poderá ser tomada a partir dos conhecimentos e experiências anteriores que os alunos 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 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.

Durante o processo de resolução de problemas é necessário estimular o aluno a ultrapassar os diversos obstáculos que vão surgindo no caminho para a solução. Sternberg, Bruce e Grigorenko (1998) destacam três obstáculos mais frequentes: a fixação do sujeito numa estratégia ou método que foi aplicado em problemas anteriores, mas que não se ajusta ao novo problema a resolver; a fixidez funcional, que implica a incapacidade de reconhecer que algo (estratégia ou conceito) usado frequentemente de um modo pode ser utilizado para uma função ou significado diferente; e a transferência negativa, a qual ocorre quando o conhecimento anterior pode levar a uma maior dificuldade em adquirir e armazenar novo conhecimento.

FORMULAÇÃO DE PROBLEMAS

Associada à resolução de problemas, a formulação de problemas também é considerada um importante componente do currículo de Matemática, representando 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 descrita por Silver (1994) como 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.

English (1997a, 1997b) considera 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. Para o autor, esta estratégia fornece aos professores importantes insights acerca de como os estudantes estão compreendendo os conceitos e os processos matemáticos, bem como suas percepções a respeito das atividades desenvolvidas, suas atitudes em relação à Matemática e sobre sua capacidade criativa nessa área.

Para o desenvolvimento da habilidade de formular problemas, English (1997a) 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 propor alterações em um problema, modificando-o.

REDEFINIÇÃO

Uma estratégia menos citada na literatura, porém não menos importante, é a 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 solicitando aos alunos que escrevam tantas coisas quanto puderem acerca do que esses 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.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho consistia em apresentar uma reflexão acerca do que é criatividade em Matemática e, ao mesmo tempo, apresentar algumas estratégias que podem ser utilizadas durante as aulas de Matemática para favorecer o desenvolvimento desse tipo de criatividade. Ressaltamos, concordando com Torre (2005), que a riqueza de um país não está apenas nos seus recursos naturais, mas também na capacidade inovadora e criativa das gerações mais jovens. Isso implica uma responsabilidade para os sistemas de ensino, especialmente a escola, que deve assumir a função de estimular o desenvolvimento da criatividade em sua dupla vertente de capacidade e atitude, de modo que ela se constitua em um dos objetivos de cada um dos componentes curriculares que estruturam o processo formal de escolarização, especialmente em Matemática, que infelizmente tem sido apresentada para os alunos como uma área estática e de pouco espaço para a criação.

Para favorecer o desenvolvimento da criatividade em Matemática, um dos desafios a serem enfrentados refere-se à superação da realidade existente na maioria das escolas

brasileiras, nas quais o ensino da Matemática é marcado pela fragmentação, descontextualização e atividades mecânicas (BRASIL, 1998). Essa realidade tem gerado, nos estudantes, desinteresse e indiferença em relação a esse componente curricular, produzindo ao longo da história escolar do aluno um sentimento de fracasso e incapacidade para compreender e resolver problemas matemáticos.

Os sentimentos gerados nos estudantes têm sido disseminados, constituindo-se representações negativas acerca da Matemática, sendo tratada como difícil, impossível de aprender, “bicho papão” ou, ainda, como matéria somente para gênios (MARTINS, 1999; SANTOS; DINIZ, 2004; SILVEIRA, 2002).

Podemos perceber isso através dos baixos índices de proficiência nessa 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 em alunos de 4ª e 8ª séries do Ensino Fundamental e da 3ª série do Ensino Médio. Os últimos dados disponíveis, relativos à avaliação realizada em 2003, indicam que apenas 6,9% dos estudantes brasileiros que estão na última série do ensino médio se encontram no nível adequado de construção das competências e habilidades matemáticas. Os demais estudantes dessa série se encontram nos estágios anteriores, a saber, intermediário (24,3%), crítico (62,3%) e muito crítico (6,5%) (BRASIL, 2004).

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. 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 do que, não buscam desafios e nem 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 dessas competências, destacamos o papel que a formação inicial e a formação continuada desses profissionais exerce em sua conduta em sala de aula. É fundamental que esses profissionais tenham uma visão do que vem a ser Matemática, visão do que constitui a atividade matemática, visão do que constitui a aprendizagem da Matemática e visão do que constitui um ambiente propício à aprendizagem da Matemática (D'AMBRÓSIO, 1993), 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).

Para estimular a criatividade devemos 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. Devemos investigar o currículo a fim de examinarmos se sua estruturação faz um apelo à criatividade matemática e se sua forma de organização privilegia os processos criativos ou os de memorização. Devemos ainda investir na formação dos professores, para que também possam desenvolver a sua criatividade e, assim, estimular o desenvolvimento da criatividade em seus alunos.

Para finalizar, destacamos uma frase de Smale, que, ao tratar da especificidade da criatividade em Matemática, diz 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 (SMALE, apud D'AMBROSIO, 2004, p. 29).

Tomando o pensamento de Smale como referência, acreditamos que a criatividade é o elemento que fará com que a Matemática seja, ao mesmo tempo, correta, útil e prazerosa.

Referências

- ALENCAR, Eunice Maria Lima Soriano de. *Como desenvolver o potencial criador: uma guia para a liberação da criatividade em sala de aula*. Petrópolis: Vozes, 1990.
- ALVES, Érica Valéria. *Um estudo exploratório dos componentes da habilidade matemática requeridos na solução de problemas aritméticos por estudantes do ensino médio*. 1999. 186f. Dissertação (mestrado). Universidade de Campinas, Campinas.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC/SEMT, 1999.
- _____. Ministério da Educação. *Parâmetros curriculares nacionais: matemática (1ª a 4ª séries)*. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- _____. Ministério da Educação. *Parâmetros curriculares nacionais: matemática (5ª a 8ª séries)*. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- _____. Ministério da Educação. *Resultados do Saeb 2003*. Brasília: MEC/Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2004.
- BRITO, Márcia Regina Ferreira de. Alguns aspectos teóricos e conceituais da solução de problemas matemáticos. In: _____. (Org.). *Solução de problemas e a matemática escolar*. Campinas: Alínea, 2006. p. 13-53.
- D'AMBRÓSIO, Beatriz S. Formação de professores de matemática para o século XXI: O grande desafio. *Pro-Posições*, Campinas, v. 4, n. 1 [10], p. 35-41, mar. 1993.
- D'AMBRÓSIO, Ubiratan. Um enfoque transdisciplinar à educação e à história da matemática.

- In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani; BORBA, Marcelo de Carvalho (Orgs.), *Educação matemática: pesquisa em movimento*. São Paulo: Cortez, 2004. p. 13-29.
- DANTE, Luiz Roberto. *Incentivando a criatividade através da educação matemática*. 1980. 247f. Tese de Doutorado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.
- _____. *Criatividade e resolução de problemas na prática educativa matemática*. 1988. 192f. Tese de Livre Docência. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- ENGLISH, Lyn D. The development of fifth-grade children's problem-posing abilities. *Education Studies in Mathematics*, Netherlands, Kluwer Academic Publishers, v. 34, p. 183-217, 1997a.
- _____. Development of seventh-grade student's problem-posing. Paper presented at the *Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Finland, July 1997b.
- ERVYNCK, Gotran. Mathematical creativity. In: TALL, David (Ed.), *Advanced mathematical thinking*. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publisher, p. 42-53, 1991.
- GONTIJO, Cleyton Hércules. Resolução e Formulação de Problemas: caminhos para o desenvolvimento da criatividade em Matemática. In: *Anais do Sipemat*. Recife, Programa de Pós-Graduação em Educação-Centro de Educação – Universidade Federal de Pernambuco, 2006, 11 f.
- HADAMARD, Jacques. *The psychology of invention on the mathematical field*. Dover: New York, 1954.
- HAYLOCK, Derek W. A framework for assessing mathematical creativity in schoolchildren. *Educational Studies in Mathematics*, Netherlands, v. 18, p. 59-74, Jan. 1987.
- _____. Conflicts in the assessment and encouragement of mathematical creativity in schoolchildren. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, Leicestershire, v. 16, p. 547-553, set. 1985.
- _____. Mathematical creativity in schoolchildren. *The Journal of Creative Behavior*, Hadley-MA, v. 21, p. 48-59, Jan. 1986.
- _____. Recognizing mathematical creativity in schoolchildren. *International Reviews on Mathematical Education*, Karlsruhe, v. 29, n. 3, p. 68-74, Jun. 1997.
- KRUTETSKII, Vadim Andreevich. *The Psychology of Mathematical Abilities in Schoolchildren*. Translated from the Russian by Joan Teller. Edited by Jeremy Kilpatrick and Izaak Wirszup. Chicago: The University of Chicago Press, 1976.
- LESTER, Frank K.; D'AMBRÓSIO, Beatriz S. Tipos de problemas para a instrução matemática no 1º grau. *Boletim de Educação Matemática*, Rio Claro, v. 4, p. 33-40, 1988.
- LIVNE, Nava L.; MILGRAM, Roberta M. Academic versus creative abilities in mathematics: two components of the same construct? *Creativity Research Journal*, New Jersey, v. 18, n. 2, p. 199-212, 2006.
- LOPES, Shiderlene V. de Almeida; BRENELLI, Roseli Palermo. A importância da abstração reflexiva na resolução de problemas de subtração. In: BRITO, Márcia Regina Ferreira de (Org.). *Psicologia da educação matemática*. Florianópolis: Insular, 2001. p. 147-166.
- MAKIEWICZ, Malgorzata. The role of photography in developing mathematical creativity in students at elementary and practical levels. Paper present at The 10th International Congress on Mathematical Education. Copenhagen, July 2004. Disponível em: <www.icme_organisers.dk/tsg15/Makiewicz.pdf>. Acesso em: 15 out. 2005.
- MANN, Eric Louis. *Mathematical creativity and school mathematics: indicators of mathematical creativity in middle schools students*. 2005. 120f. Tese de Doutorado. University of Connecticut, Storrs, USA.

- MARTINS, Úgna Pereira. *Matemática: que bicho papão é esse?* 1999. 203f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.
- MORAIS, Maria de Fátima. *Definição e avaliação de criatividade*. Braga: Universidade do Minho, 2001.
- NAKAMURA, Jeanne; CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly. Creativity in later life. In: SAWYER, R. KEITH (Org.), *Creativity and development*. New York: Oxford University Press, 2003. p. 186-216.
- NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS. *An agenda for action. Recommendations for school Mathematics of the 1980s*. Reston, VA: 1983.
- ONUICHIC, Lourdes de la Rosa. Ensino-aprendizagem de matemática através da resolução de problemas. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. *Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas*. São Paulo: Edunesp, 1999. p. 199-218.
- _____; ALLEVATO, Norma Suely Gomes. Novas reflexões sobre o ensino-aprendizagem de matemática através da resolução de problemas. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani; BORBA, Marcelo de Carvalho. *Educação matemática: pesquisa em movimento*. São Paulo: Cortez, 2004. p. 213-231.
- POLYA, George. *Mathematical learning and understanding, learning and teaching problem solving*. New York: John Wiley, 1981.
- _____. *A arte de resolver problemas: um novo aspecto do método matemático*. Tradução e Adaptação Heitor Lisboa Araújo. Rio de Janeiro: Interciência, 1994.
- SANTOS, N. A. P.; DINIZ, M. I. S. V. As concepções dos alunos ao final da escola básica podem explicar porque eles não querem aprender. In: *Anais do VIII Encontro Nacional de Educação Matemática*. Recife: SBEM/UFPE, 2004, 5f.
- SARDUY, Alberto F. Labarrere. *Bases psicopedagógicas de la enseñanza de la solución de problemas matemáticos en la escuela primaria*. La Habana: Editorial Pueblo e Educación, 1987.
- SCOMPARIM, Valéria. A construção de conceitos e as habilidades matemáticas: Solucionando problemas. In: *Anais do 1 Encontro de Escolas da Rede Companhia da Escola*. 2004. Disponível em: <www.ciadaescola.com.br/eventos/encontro2004/arquivos/oficina%20de%20Matem%C3%A1tica%20a%20a%204a1.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2006.
- SILVEIRA, Marisa Rosâni Abreu da. Matemática é difícil. *Anais da 25ª Reunião Anual da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Educação*. Caxambu, 2002. Disponível em: <www.anped.org.br/25/marisarosaniabreusilveirat19.rtf>. Acesso em: 2 jan. 2005.
- SILVER, Edward A. *Teaching and learning mathematical problem solving: multiple research perspectives*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1985.
- _____. On mathematical problem posing. *For the Learning of Mathematics*, Edmonton, v. 14, p. 19-28, fev. 1994.
- _____; CAI, Jinfa. An analysis of arithmetic problem posing by middle school students. *Journal for Research in Mathematics Education*, Reston, VA, v. 27, p. 521-539, nov. 1996.
- _____; MAMONA-DOWNS, Joanna, LEUNG, Shukkwon S.; KENNEY, Patricia Ann. Posing mathematical problems: An exploratory study. *Journal for Research in Mathematics Education*, Reston, VA, v. 27, p. 293-309, may 1996.
- STERNBERG, Robert J.; BRUCE, Torff; GRIGORENKO, Elena L. Teaching triarchically improves school achievement. *Journal of Education Psychology*, Washington, DC, v. 90, p. 1-11, set. 1998.

- STERNBERG, Robert J.; GRIGORENKO, Elena L. *Inteligência plena*. Ensinando e incentivando a aprendizagem e a realização dos alunos. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- TAXA-AMARO, Fernanda de Oliveira Soares. Soluções de problemas com operações combinatórias. In: BRITO, Márcia Regina Ferreira de. *Solução de problemas e a matemática escolar*. Campinas: Alínea, 2006. p. 163-183.
- TAXA, Fernanda de Oliveira Soares; FINI, Lucila Diehl Tolaine. Estudo sobre a solução de problemas aritméticos de multiplicação do tipo isomorfismo de medidas. In: BRITO, Márcia Regina Ferreira de (Org.). *Psicologia da educação matemática*. Florianópolis: Insular, 2001. p. 167-200.
- TOBIAS, Sheila. *Fostering creativity in the Science and Mathematics classroom*. Conference at National Science Foundation. Malaysia, 2004. Disponível em: <www.Wpi.edulNewsEvents/SENMLtobias.ppt>. Acesso em: 10 set. 2005.
- TORRE, Saturnino de la. *Dialogando com criatividade*: da identificação à criatividade paradoxal. São Paulo: Madras, 2005.
- VASCONCELOS, Marcelo Camargos de. *Um estudo sobre o incentivo e o desenvolvimento do raciocínio lógico dos alunos através da estratégia de resolução de problemas*. 2002. 93f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- WALLAS, Graham. The art of thought. In: VERNON, Philip E. (Org.), *Creativity*. Harmondsworth, UK: Penguin, 1973 (trabalho original publicado em 1926). p. 91-97.

Strategies for the development of the creativity in Mathematics

Abstract

Modern society requires more creative persons capable to present innovative solutions for the problems found in the several contexts in which they live. To cope with such social demands, the development of creativity was included as one of the educational goals at all educational levels. Thus, in the educational context, the need for implementing strategies and actions that stimulate and foment people's creative potential has increasingly been acknowledged. In this regard, this article aims to contribute with reflections about these strategies in one of the areas of the school curriculum, Mathematics. In this area, the studies have privileged problem solving, the formulation of problems and the redefinition of didactic and methodological strategies that make possible the development of creativity. Thus, an attempt is made to discuss, in this study, the relations between creativity and Mathematics, describing such strategies.

Keywords: Creativity. Mathematics education. Teaching strategies.

Les stratégies pour le développement de la créativité dans les mathématiques

Résumé

La société moderne requiert des personnes créatives capables de présenter des solutions innovatrices aux problèmes rencontrés dans les contextes dans lesquels elles vivent. Pour répondre à de telles demandes sociales, le développement de la créativité a été inséré comme un des buts éducationnels à tous les niveaux de l'éducation. Ainsi, dans le contexte éducationnel, le besoin d'implanter des stratégies et des actions qui stimulent et encouragent le potentiel créatif des personnes a été de plus en plus reconnu. A ce respect, cet article a pour but de contribuer aux réflexions sur ces stratégies dans l'un des champs du curriculum scolaire, les mathématiques. Dans ce champs, les études ont privilégié la solution de problèmes, la formulation de problèmes et la redéfinition de stratégies didactiques et méthodologiques qui rendent possible le développement de la créativité. De cette façon, un effort est fait pour discuter dans cette étude, les relations entre créativité et mathématiques, décrivant ces stratégies.

Mots clefs: Créativité. Éducation mathématique. Stratégies d'enseignement.

Estrategias para el desarrollo de la creatividad en Matemática

Resumen

El desarrollo de la creatividad fue incluso entre los objetivos educacionales en los diversos niveles de enseñanza como una de las estrategias para contestar las demandas sociales que necesitan de personas más creativas y con capacidad de presentar soluciones innovadoras para los problemas encontrados en los diversos contextos donde están inseridas. Con eso, en el contexto de la enseñanza, se reconoce cada vez más la necesidad de implementación de estrategias y acciones para estimular y favorecer el desarrollo de su potencial creativo. Así, este estudio objetiva hacer una contribución para las reflexiones acerca de esas estrategias en la matemática. En este ámbito, los estudios llevan privilegiando a la resolución de problemas, a la formulación de problemas y a la redefinición como estrategias didácticas y metodológicas que posibiliten el desarrollo de la creatividad. De esa forma, se intenta discutir en ese estudio las relaciones entre la creatividad y la Matemática, describiendo esas estrategias.

Palabras-clave: Creatividad. Educación matemática. Estrategias de la enseñanza.

Recebido: 23.10.2006

Aceito: 28.05.2007