

Técnicas de criatividade para estimular o pensamento matemático

CLEYTON HÉRCULES GONTIJO

INTRODUÇÃO

Em diversos países as políticas educacionais têm orientado a formulação de um currículo escolar preocupado com o desenvolvimento do potencial criativo dos estudantes, considerando que a criatividade é fundamental para explorar os desafios sociais e tecnológicos que estão emergindo na atualidade e que o desenvolvimento de habilidades criativas pode favorecer aos estudantes condições para apresentarem soluções inovadoras para os problemas encontrados.

Apesar do reconhecimento da importância de se estimular as habilidades criativas, pouco tem sido feito para favorecer seu desenvolvimento e sua manifestação. Isso se deve, em grande parte, à falta de informações por parte dos professores acerca das estratégias e atividades promotoras do potencial criativo.

Ressaltamos que o processo criativo não ocorre de maneira sistemática e organizada do começo ao fim. Assim, algumas condições são necessárias para que ele possa ocorrer, entre elas, deve-se levar em consideração a disponibilidade de tempo e recursos para o desenvolvimento das atividades. Não podemos deixar de mencionar o importante papel que a motivação intrínseca desempenha, pois, se o estudante não estiver envolvido e não desejar participar de

uma determinada atividade, a sua produção criativa poderá ser afetada, visto que no processo criativo observa-se a conjugação de aspectos afetivos e cognitivos. Além disso, destacamos que a bagagem de conhecimento sobre a área investigada é essencial para o desenvolvimento e para a implementação de novas idéias (Alencar & Fleith, 2003).

Cropley (1997) identificou alguns comportamentos dos professores que promovem a criatividade: (a) incentivar os estudantes a aprender de forma independente; (b) ter um estilo de ensino cooperativo e socialmente integrador; (c) motivar seus estudantes a dominar o conhecimento factual para que eles tenham uma base sólida para o pensamento divergente; (d) não julgar as idéias dos estudantes até que elas tenham sido cuidadosamente trabalhadas e claramente formuladas; (e) incentivar o pensamento flexível; (f) promover a auto-avaliação pelos estudantes; (g) oferecer oportunidades para os estudantes trabalharem com uma ampla variedade de materiais e sob diferentes condições e; (h) auxiliar os estudantes a aprender a lidar com a frustração e fracasso para que eles tenham a coragem para experimentar o novo e o incomum.

No campo da Matemática, as discussões acerca de estratégias de ensino que podem favorecer o desenvolvimen-

to da criatividade são, infelizmente, escassas, apesar desta área do conhecimento desempenhar um importante papel na formação dos indivíduos. Possivelmente, a forma como o ensino de Matemática tem sido conduzido nas escolas não tem estimulado professores e estudantes a pensar outras maneiras para organizar o trabalho pedagógico com a Matemática. Essa realidade tem gerado desinteresse e indiferença em relação a este componente curricular, produzindo ao longo da história escolar dos estudantes um sentimento de fracasso e incapacidade para compreender e resolver problemas matemáticos.

CRIATIVIDADE EM MATEMÁTICA

Quando o tema em discussão é a criatividade em Matemática, não encontramos consenso sobre o que caracteriza este tipo de criatividade (Mann, 2005). Entretanto, pontos comuns são encontrados, especialmente no que diz respeito às estratégias que favorecem o seu desenvolvimento nesta área e estas envolvem especialmente ações de resolver e de elaborar problemas. Em nossos trabalhos, nos referimos à 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, 2007, p. 37).

Ressaltamos que 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).

O desenvolvimento da criatividade em Matemática poderá ser potencializado quando são utilizados problemas que não podem ser resolvidos a partir da aplicação mecânica e direta de conhecimentos apreendidos anteriormente; em outras palavras, a apresentação ou surgimento de um verdadeiro problema implica que o sujeito não tenha acesso

imediatamente à resposta somente pela sua memória, mas que está obrigado a pensar, a raciocinar, para encontrar os conhecimentos necessários que levam à resposta ou, em termos mais amplos, à solução do problema.

Enfatizamos que o uso da metodologia de resolução de problemas é fundamental para o desenvolvimento da criatividade em Matemática, especialmente quando são utilizados problemas abertos, isto é, problemas que admitem muitas 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 esta responsabilidade ao professor ou às regras e modelos apresentados nos livros didáticos. A decisão de que tipo de método e/ou procedimento a ser utilizado poderá ser tomada a partir dos conhecimentos e experiências anteriores que os alunos apresentam, especialmente decorrentes do trabalho já desenvolvido para resolver problemas similares ou que tiveram contato. Salientamos a necessidade de propiciar aos alunos a oportunidade de construir os seus próprios modelos, testá-los, para então chegar à solução. Será necessário também construir uma estratégia para comunicar para os colegas e para o professor a sua experiência de resolver o problema, explicando o processo mental utilizado e a forma como revisou as estratégias selecionadas para 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.

As técnicas de criatividade visam estimular os estudantes a resolverem problemas favorecendo a criação de soluções originais; regras, princípios e generalizações; novos algoritmos; novas questões e problemas e novos modelos matemáticos. Algumas técnicas possibilitam, também, uma profunda compreensão das concepções matemáticas enquanto os estudantes investigam um problema. Essas técnicas foram classificadas em categorias que, em algum momento, apresentam características semelhantes. Além disso, o uso de técnicas de criatividade pode ser uma maneira muito eficaz para os alunos desenvolverem uma paixão pela aprendizagem da Matemática. Sheffield (2003) propõe uma heurística para o desenvolvimento da criatividade em Matemática que compreende o uso de um conjunto de técnicas, organizadas em categorias conforme as suas finalidades. As categorias propostas pela autora são:

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. Exemplos de técnicas desta categoria: *brainstorming*, *checklist* e lista de atributos. 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. A modelagem e a dramatização são duas técnicas que podem ser utilizadas nesta categoria.

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. Exemplos de técnicas desta categoria: sugestão-ajuste, análise morfológica e sinética.

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. Técnicas como o SCAMPER^[1] e *Fazendo e desfazendo* são exemplos desta categoria.

Abdicação. As técnicas de abdicação têm por objetivo permitir ao subconsciente refletir sobre o problema quando não se está ativamente trabalhando sobre ele. Exemplos de técnicas desta categoria: relaxamento e visualização.

Neste trabalho, vamos apresentar exemplos de uma técnica pertencente à categoria apreciação: o *brainstorming*.

BRAINSTORMING

A base do *Brainstorming* é 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. Essa técnica pode ser bastante útil quando desejamos favorecer o desenvolvimento da habilidade de pensar livremente para gerar muitas ideias.

Para aplicar esta técnica em sala de aula, faz-se necessário, inicialmente, que todos conheçam as seguintes re-

gras (Dacey & Conklin, 2013): (a) não critique as idéias de outro. Isso quebra o fluxo de pensamento criativo; (b) tenha tantas ideias quanto você puder; (c) não fique elaborando as suas idéias. Registre-as da forma como elas lhe vieram à mente; (d) idéias malucas, engraçadas, ou mesmo muito simples são bem vindas. Às vezes, essas idéias são as melhores; (e) inspire-se nas ideias dos seus colegas. Muitas vezes, as sugestões de outras pessoas podem nos ajudar a ter ideias interessantes; (f) mantenha um registro de suas idéias. Você pode querer voltar para o que você estava pensando e, (g) comece a julgar as suas sugestões somente quando você não conseguir pensar em mais ideias.

A seguir, apresentaremos alguns exemplos de situações que podem ser exploradas com o uso do *brainstorming*.

EXEMPLO 1

A situação descrita neste exemplo pode ser desenvolvida com alunos no início do processo de escolarização, a fim de estimulá-los a pensar nas diversas formas de representação de uma determinada quantidade. Esta situação foi proposta por Dacey e Conklin (2013) para estimular a geração de ideias por parte dos estudantes, isto é, para estimular a sua fluência.

O professor registra um número qualquer no quadro negro e em seguida, distribui alguns materiais sobre as mesas dos estudantes (por exemplo: tiras de papel, lápis e uma variedade de materiais manipuláveis de Matemática). Em seguida, pergunta aos estudantes quantas maneiras eles podem mostrar esse número utilizando os materiais manipuláveis. Peça que compartilhem suas respostas em voz alta e as escrevam em pequenas tiras de cartões para apresentá-las para toda a turma. Depois de alguns minutos, diga aos estudantes que agora eles irão julgar as idéias. Peça para afixarem as tiras no quadro-negro, classificando-as nas seguintes categorias: «bom», «melhor», «excelente». Repita esta atividade usando outro número, mas dessa vez os estudantes trabalharão individualmente e apenas registrarão as suas ideias nos cartões. Em seguida, agrupe-os em pares para compartilhar suas idéias com os parceiros e registrar as novas idéias da forma como elas lhes vierem à mente. Uma vez que o tempo está finalizado, os estudantes deverão categorizar suas idéias em bom, melhor, excelente. Finalmente, os estudantes compartilham suas melhores idéias com a classe e poderão trocar os seus cartões de categorias, caso julguem necessário, de modo que ao final, apenas uma ou duas ideias permaneçam na categoria excelente. Após essa atividade, peça para que os estudantes apresentem as ideias que eles consideram mais úteis entre

as classificadas como excelentes e, por fim, a solução pode ser escolhida.

EXEMPLO 2

O exemplo que será apresentado a seguir foi proposto por Sternberg e Grigorenko (2003) para estimular os estudantes a questionar, a levantar dúvidas e analisar suposições. Trata-se de uma atividade que pode ser desenvolvida com crianças que já trabalharam com o sistema de numeração decimal e serve para que possam consolidar as aprendizagens desenvolvidas para o uso desse sistema.

Assim, os professores podem encorajar os estudantes a considerarem determinadas características do campo matemático, questionando-as. Nesse sentido, pode-se propor a realização de uma pesquisa com o objetivo de analisar a razão pela qual o sistema de numeração utilizado é o de base 10, solicitando, ainda, que busquem imaginar como seriam as atividades que desenvolvemos caso passássemos a utilizar outra base.

Para desenvolver esta atividade, pode-se inicialmente realizar um *brainstorming* com os estudantes para levantar as suas suposições antes de um trabalho de pesquisa e reflexão. As ideias geradas também poderão ser categorizadas como «bom», «melhor» e «excelente». Os estudantes compartilham suas melhores ideias com a classe e poderão trocar os seus cartões de categorias, caso julguem necessário, de modo que ao final, apenas uma ou duas ideias permaneçam na categoria excelente. Posteriormente à atividade de pesquisa, novamente pode-se realizar um novo *brainstorming*, por meio do qual os estudantes além de apresentarem oralmente as suas ideias, também poderão registrá-las no quadro negro, indicando as melhores explicações para o uso da base 10 e as implicações de utilizar outra base no trabalho com números e operações.

EXEMPLO 3

Este exemplo trata-se de um item de um teste de criatividade em Matemática elaborado por Haylock (1985, 1986) e também pode ser utilizado com estudantes da escola primária. Em sala de aula, este exemplo poderá ser trabalhado com o uso da técnica do *brainstorming* para estimular a geração de ideias e, ao final da atividade, para escolher aquela que pode ser considerada a mais original entre todas e não a melhor solução.

O professor deve solicitar aos estudantes que considerem os números inteiros de 2 a 16 (inclusive o 2 e o 16) e que registrem os diversos subconjuntos que puderem estabelecer envolvendo estes números, indicando a regra para a formação de cada um deles, isto é, indicando as caracterís-

ticas que os números possuem e que fazem com que possam estar em um mesmo subconjunto.

Neste caso, ao invés de categorizar as ideias apresentadas como «bom», «melhor» ou «excelente», o professor poderá estimular os estudantes a criar outros tipos de classificação. Consideramos oportuno chamar a atenção dos estudantes para categorias que englobam os subconjuntos em função das suas características comuns, porexemplo: subconjuntos com divisores, subconjuntos com múltiplos, subconjuntos com números pares, subconjuntos com números ímpares e etc.

EXEMPLO 4

O exemplo que será apresentado a seguir foi elaborado por Sharma (2014) e faz parte de um conjunto de itens de um teste de criatividade em Matemática. No contexto da sala de aula, esta atividade visa estimular os estudantes a perceber regularidades na composição dos números e, após identificá-las, gerar muitos exemplos semelhantes aos que foram apresentados.

O professor pode registrar no quadro negro os seguintes números: 3902 — 51062 — 7250. Em seguida, solicita aos estudantes que listem todas as características comuns dos números apresentados. Depois, pede para que escrevam tantos números quanto puderem que tenham características comuns às dos números apresentados.

O *brainstorming* pode favorecer a instalação de um clima de confiança e segurança para que os estudantes trabalhem em suas ideias, criando números com as características solicitadas a partir da inspiração nas ideias dos seus colegas. Além disso, o momento do *brainstorming* pode ser uma oportunidade interessante para que os estudantes desenvolvem a sua capacidade de persuadir, convencer, argumentar e defender as suas ideias.

EXEMPLO 5

Esta atividade tem por finalidade estimular o desenvolvimento de habilidades para fazer estimativas. A atividade pode ser iniciada apresentando a estratégia, dizendo: «A estratégia que eu vou usar hoje é estimativa. Nós iremos utilizá-la para... Ela é útil porque... Quando nós estimamos, nós...».

Em seguida, o professor solicita aos estudantes que estimem o número de lápis que existe em uma escola. Peça que compartilhem suas respostas em voz alta e as escrevam em pequenas tiras de cartões para apresentá-las para toda a turma. Depois de alguns minutos, diga aos estudantes que eles agora irão julgar as ideias. Peça para eles afixarem as tiras no quadro-negro, classificando-as nas seguintes categorias: «bom», «melhor», «excelente». Caso eles

encontrem dificuldades para apresentar sugestões, provoque-os a pensar em estratégias de estimativa, começando por estimar o número de estudantes por série/ano escolar, até chegar a um número considerado razoável. Estimule-os a considerar que outras pessoas, além dos estudantes, também estão na escola (professores, diretores etc.). Também devem incluir uma média de lápis por pessoa, caso considerem que cada um tem mais do que um lápis.

O *brainstorming*, nessa atividade, pode favorecer a imaginação, a suposição, a invenção, a descoberta e a formulação de hipóteses.

Outros problemas interessantes (Sternberg & Grigorenko, 2003) para serem analisados a partir da técnica de *brainstorming*:

- (a) Os professores podem, por exemplo, estimular os estudantes a imaginarem usos da Matemática nos esportes.
- (b) Os professores podem incentivar os estudantes a contemplarem quais seriam os efeitos sobre a sociedade se a Matemática subitamente desaparecesse do cenário contemporâneo.
- (c) Os professores podem pedir aos estudantes que digam quais seriam os efeitos sobre a sociedade se todas as pessoas comessem a utilizar somente números romanos em qualquer cálculo matemático.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Além do uso do *brainstorming*, outras técnicas de criatividade poderão ser utilizadas e criadas. Ressalta-se que o emprego destas técnicas não garante por si só o desenvolvimento da criatividade, sendo necessário criar um ambiente de confiança e de aceitação de idéias para que os estudantes se sintam motivados a se envolvam com as tarefas propostas.

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, para então, estimular o desenvolvimento da criatividade em seus estudantes.

Para finalizar, citamos Polya (1994), que nos diz que «o problema pode ser modesto, mas se ele desafiar a curiosidade e colocar em jogo as faculdades inventivas, quem o

resolver por seus próprios meios experimentará a tensão e gozará o triunfo da descoberta» (p. V).

Nota

[1] O nome da técnica é um acrônimo originado das iniciais de sete operadores que a compõem: **S**ubstituir, **C**ombinar, **A**daptar, **M**odificar, **P**rocurar outros usos, **E**liminar e **R**earrumar, visando explorar de diferentes maneiras a transformação de um objeto, sistema ou processo.

Referências

- Alencar, E. M. L. S. (1990). *Como desenvolver o potencial criador: uma guia para a liberação da criatividade em sala de aula*. Petrópolis: Vozes.
- Alencar, E. M. L. S.; Fleith, D. S. (2003). *Criatividade: múltiplas perspectivas* (2.ª ed.). Brasília: Editora da Universidade de Brasília.
- Cropley, A. J. (1997). Fostering creativity in the classroom: General principles. In M.A. Runco (Ed.) *Creativity research handbook* (Vol. 1, pp.83–114). Cresskill, N. J.: Hampton Press.
- Dacey, J& Conklin, W.(2013). *Creativity and the standards*. Huntington Beach: Shell Education.
- Gontijo, C. H. (2007). *Relações entre criatividade, criatividade em Matemática e motivação em Matemática de alunos do ensino médio*. Tese de Doutorado. Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília, Brasília.
- Haylock, D. W. (1985). Conflicts in the assessment and encouragement of mathematical creativity in school children. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 16, 547–553.
- Haylock, D. W. (1986). Mathematical creativity in school children. *The Journal of Creative Behavior*, 21, 48–59.
- Mann, E. L. (2005). *Mathematical creativity and school mathematics: Indicators of mathematical creativity in middle schools students*. Tese de Doutorado, University of Connecticut, Storrs.
- Polya, G. (1994). *A arte de resolver problemas: um novo enfoque do método matemático*. Tradução e adaptação de Heitor Lisboa de Araújo. 2.ª reimpressão. Rio de Janeiro: Interciência.
- Sarduy, A. F. L. (1987). *Bases psicopedagógicas de la enseñanza de la solución de problemas matemáticos en la escuela primaria*. La Habana: Editorial Pueblo e Educación.
- 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.
- Sternberg, R. J. & Grigorenko, E. L. (2004). *Inteligência plena: ensinando e incentivando a aprendizagem e a realização dos alunos*. Porto Alegre: Artmed.
- Sharma, Y. (2014). The Effects of Strategy and Mathematics Anxiety on Mathematical Creativity of School Students. *Mathematics Education*, 9(1), 25–37.

CLEYTON HÉRCULES GONTIJO

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – BRASIL