UMA ANÁLISE DO PENSAMENTO MATEMÁTICO CRIATIVO

Alessandra Hendi dos Santos
Universidade Estadual de Maringá - UEM
alessandra.hendi@gmail.com

Francielli Aparecida Rocha De Carli
Universidade Estadual de Maringá - UEM
francielli_rocha1@hotmail.com

Geralda de Fatima Neri Santana
Universidade Estadual de Maringá - UEM
pipo_ziga@hotmail.com

Karine da Silva Macedo
Universidade Estadual de Maringá - UEM
ra94485@uem.br

Resumo: Pensar na criatividade Matemática como um caminho de construção e autonomia do pensamento matemático é um dos propósitos do presente estudo. Diante disso, com base nas dimensões da criatividade: fluência, flexibilidade e originalidade, como definidos por Guilford (apud Alencar, 1974), apresentamos uma atividade realizada com estudantes na formação inicial de um curso de Licenciatura em Matemática. Adotamos como problema norteador a seguinte questão: quais são as estratégias desenvolvidas pelos estudantes para resolver a tarefa proposta? As análises dessas tarefas têm por objetivo buscar por estratégias na qual pudéssemos observar as dimensões da criatividade, refletindo sobre como o estudante pode desenvolver a autonomia do pensar e fazer Matemática. A metodologia adotada é de natureza qualitativa, sendo a análise dos dados descritiva e interpretativa. Com a análise das tarefas realizadas, percebemos a dificuldade em se apresentar soluções distintas para a mesma proposta, bem como insegurança em algumas resoluções apresentadas, em especial, as que se utilizavam o raciocínio visual.
Palavras-chave: Criatividade, Educação Matemática, Formação Inicial, Ensino e Aprendizagem.

INTRODUÇÃO

O ensino e aprendizagem de Matemática vem passando por constantes atualizações e reformulações, seja na metodologia, na inserção de recursos tecnológicos ou no modo de se pensar a Matemática. Compreendemos que o ensino pautado no sistema de repetição e reprodução pode dificultar o desenvolvimento de um pensamento matemático autônomo por parte do estudante, em que o mesmo fica muitas vezes limitado a decorar regras e aplicar fórmulas. Dessa maneira, os conceitos em Matemática passam a ser "um processo digestivo ao invés de um processo criativo" Dreyfus e Eisenberg, (1996, p. 258). Quando mencionamos a palavra autonomia, nos referimos a um pensar e fazer Matemática próprio do estudante, desenvolvendo a habilidade de formular diferentes estratégias de solução de uma tarefa e ainda ajustá-las em situações cotidianas.

A ideia de se pensar em diferentes estratégias e conseguir contextualizá-las está relacionada ao fato de promover sentido e significado ao que se ensina e aprende em Matemática, sendo essas algumas das motivações do presente estudo. Conforme aponta Cifuentes (2010, p. 14):

> Na Matemática, pensada como uma ciência abstrata, o conceito de derivada, por exemplo, tem um significado dado, dentre outros, através de sua definição como um limite. Mas, interpretar ela como o coeficiente angular da reta tangente, ou como uma velocidade ou ainda como uma taxa de crescimento, é dar sentidos diferentes ao mesmo conceito: um sentido geométrico no primeiro caso, um sentido físico no segundo, e um sentido talvez econômico ou biológico no terceiro. (CIFUENTES, 2010, p. 14)

Destacando as palavras sentido, significado, estratégias, pensamento autônomo, consideramos a criatividade como uma abrangência desses elementos, fundamentando a prática pedagógica em direção ao desenvolvimento do pensamento criativo.

Para compor o solo de investigação e interpretação da criatividade Matemática, debruçamos-nos em leituras sobre o tema e propomos a análise de uma tarefa realizada por estudantes do curso de Licenciatura em Matemática de uma Universidade Pública do Norte do Paraná, da qual descrevemos a seguinte questão norteadora: quais são as estratégias desenvolvidas pelos estudantes para resolver a tarefa proposta? O objetivo da análise das tarefas resolvidas pelos estudantes não é diagnosticar as soluções corretas ou incorretas, mas investigar as dimensões de criatividade presentes nelas, tais como a fluência, flexibilidade e originalidade.

Justificamos nossa escolha de público, no caso os estudantes do curso de Licenciatura em Matemática, porque percebemos em nossas leituras, como em Vale e Barbosa (2015), Vale (2011), que uma das dificuldades dos professores está em promover tarefas desafiadoras que possibilitem o desenvolvimento do pensamento criativo, além da dificuldade sentida pelo professor em analisar se o estudante é fluente, flexível e apresenta soluções originais. Então, consideramos que ao desenvolver essas propostas com a formação inicial, provocamos os futuros professores, de modo que os façam não apenas refletir, mas pensar na inserção da criatividade Matemática como uma proposta de ensino.

Essa pesquisa foi organizada da seguinte forma: primeiramente abordamos as concepções sobre a criatividade Matemática, no intuito de propiciar ao leitor uma síntese sobre a criatividade e suas dimensões. Na sequência, apresentamos uma reflexão sobre a criatividade e a formação de professores, destacando as possibilidades da atuação do professor frente ao desenvolvimento do pensamento criativo. Nos procedimentos metodológicos, explicitamos como desenvolvemos as tarefas com os estudantes de Licenciatura e por fim, apresentamos as análises e discussões das estratégias desenvolvidas por esses estudantes.

CONCEPÇÕES SOBRE A CRIATIVIDADE MATEMÁTICA

O termo criatividade pode ser compreendido em diferentes implicações, direcionando para o desenvolvimento pessoal, processo cognitivo e construção de produtos criativos, sendo uma das habilidades solicitada no mercado de trabalho e na educação de forma geral. Mas como conceituar o termo criatividade? De acordo com as pesquisas na área, não há uma única concepção para o termo. Desta forma, apresentamos no quadro abaixo uma síntese das principais abordagens.

Autor	Concepção
Barbeau (2009)	A criatividade começa com a curiosidade e envolve os alunos em tarefas de exploração e experimentação, nas quais podem se manifestar a sua imaginação e originalidade.
Alencar (1974)	A criatividade tem sido abordada de muitas maneiras diferentes. Algumas teorias dão ênfase aos traços motivacionais e de personalidade do indivíduo criativo (abordagem personológica), enquanto outras enfatizam os traços intelectuais e estilos cognitivos presentes na pessoa criativa (abordagem cognitiva).
Torrance (1966)	Criatividade é um processo de tornar-se sensível a problemas, deficiências, lacunas no conhecimento, elementos ausentes, desarmonias e assim por diante; identificar o difícil; buscar soluções, fazer suposições ou formular hipóteses sobre as deficiências; testar e testar novamente essas hipóteses e possivelmente modificá-las e testá-las novamente; e finalmente comunicar os resultados.
Guilford (1977)	Enfatizou que a resolução de problemas e pensamento criativo estão intimamente relacionados. As próprias definições dessas duas atividades mostram conexões lógicas. O pensamento criativo produz novos resultados e a resolução de problemas envolve a produção de nova resposta a uma nova situação, que é um novo resultado.

Quadro 1 - Concepções de criatividade.
Fonte: Vale, 2011, 2014, 2015.

As propostas de ensino têm provocado reflexões sobre a necessidade de que o aluno seja confrontado com situações que estimulam sua curiosidade e que por meio destas seja levado a tomar decisões que contribuam com a construção dos conceitos matemáticos e do pensamento criativo. Vale (2015) argumenta que a criatividade se inicia a partir da curiosidade e envolve o estudante a explorar, experimentar e utilizar a imaginação e a originalidade na busca de soluções ao que lhe é proposto.

A escolha dos problemas requer uma análise cuidadosa por parte do professor e de acordo com Schoenfeld (1996, p. 9-10) os problemas devem atender as seguintes propriedades:

> a) ser apresentado numa linguagem acessível;
> b) ser passível de resolução por vários caminhos;
> c) as estratégias utilizadas para solução devem servir para introdução de ideias e conceitos matemáticos;
> d) levar os alunos a fazer Matemática.
>
> (SCHOENFELD, 1996, p. 9-10)

Desta forma, conforme aponta Vale et al. (2014) em relação a criatividade, é necessário que os futuros professores possuam um sólido conhecimento do conteúdo sobre este assunto, não só para que possa identificar o seu potencial criativo, através das suas produções em tarefas criativas, mas também desenvolvendo habilidades para identificar as dimensões da criatividade nos alunos com quem irão trabalhar. Para Bolden (apud Vale et al., 2014, p. 123) "É importante discutir com os professores em formação inicial e professores em serviço as suas crenças sobre criatividade em Matemática, tentando perceber o impacto dessas ideias nas suas estratégias de ensino e práticas em sala de aula".

Compreendendo a importância da criatividade Matemática bem como o pensamento matemático criativo, uma questão deve ser analisada: a criatividade pode ser ensinada? Para Vale (2015, p. 135) "a criatividade não é um processo misterioso e inobservável nem uma capacidade inata e não passível de aprendizagem. É em vez disso, um conjunto de capacidades que podem ser ensinadas e aprendidas pelos alunos". Pensamos que a criatividade talvez não seja ensinada, mas possível de ser desenvolvida e para que isso aconteça é necessário proporcionar aos alunos um ambiente adequado com propostas de tarefas criativas e desafiadoras.

Podemos perceber a dificuldade em estabelecer um consenso entre os conceitos para a criatividade, pois algumas abordagens apresentadas no quadro 1 percorrem pela psicologia, educação, cognição, apresentando diferentes elementos e fatores relacionados a criatividade. Treffinger et al. (2002), apresenta uma análise com algumas implicações da criatividade para avaliação, na perspectiva de vários autores, em que destacamos a perspectiva que evidencia o processo cognitivo, sendo o foco primário as habilidades envolvidas no pensamento criativo ou na resolução de problemas complexos. Para identificar a criatividade, nessa abordagem, se utilizam testes específicos para o pensamento criativo e aptidões de resolução de problemas ou habilidade.

Guilford (apud Alencar, 1974) tem realizado pesquisas a respeito das habilidades intelectuais e outros componentes, analisando e mensurando a criatividade. O pesquisador desenvolveu uma teoria da inteligência onde estabelece diferentes operações intelectuais, as quais ele denominou pensamento divergente, caracterizando-se em gerar uma multiplicidade de informações a partir de um dado e por possuir quatro dimensões principais: fluência, flexibilidade, elaboração e originalidade.

A fluência é a facilidade com que o aluno utiliza itens de informação a partir de informações pessoais registradas com relação a um problema, estímulo ou demanda Alencar (1974). Esta habilidade se desenvolve ao conseguir o maior número possível de ideias diferentes. A flexibilidade se entende por falta de fixidez ou rigidez e é a base da originalidade, engenhosidade e invenção, em que o estudante consegue selecionar, entre as diversas soluções construídas (fluência) a que melhor resolve a tarefa proposta. A originalidade é estudada através de respostas inteligentes, incomuns ou não usuais, ou seja, respostas inusitadas e remotas. E a elaboração, consiste na facilidade em acrescentar uma variedade de detalhes a uma informação já produzida.

De acordo com Alencar (1974), a fluência, a flexibilidade e a originalidade são possíveis de serem mensuradas e desenvolvidas em sala de aula, quando é apresentado aos alunos tarefas desafiantes relacionadas com a resolução e reformulação de problemas. Não utilizaremos em nosso estudo a dimensão de elaboração, pois como aponta Vale (2015, p. 11) “uma das razões prende-se com a dificuldade em determinar diferentes níveis de elaboração nas resoluções apresentadas pelos alunos em muitas tarefas”.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

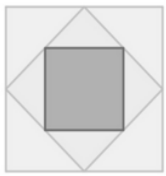
A metodologia adotada é de natureza qualitativa, sendo a análise dos dados descritiva e interpretativa, pois propõe-se refletir sobre o que há de característico e particular nas situações analisadas. A tarefa proposta foi adaptada do artigo: Resolução de problema um tema em contínua discussão: vantagens das resoluções visuais Vale (2017, p.145).

Com objetivo de analisar a fluência, flexibilidade e originalidade, solicitamos aos estudantes que encontrassem mais de um processo de solução e na sequência explicitasse qual processo considerou melhor e/ou mais viável para a tarefa proposta.

Reforçamos que nossa pretensão não era analisar as respostas “corretas” ou “erradas”, mas compreender as estratégias adotadas pelos estudantes e como consequência identificar o pensamento criativo nas soluções.

A tarefa foi aplicada à uma turma de acadêmicos do curso do terceiro ano da Licenciatura em Matemática da Universidade Pública do Norte do Paraná, totalizando 20 (vinte) alunos (futuros professores) que participaram da pesquisa e realizaram a tarefa proposta. Identificamos as tarefas de cada aluno por: Aluno 1, Aluno 2,... Aluno 20. No total, os futuros professores apresentaram 8 (oito) diferentes tipos de solução, em que intitulamos por S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8. A seguir descrevemos as soluções apresentadas.

Tarefa: A figura representa um quadrado cujos pontos médios formam outro quadrado. Os pontos médios do novo quadrado formam outro quadrado.



Qual a razão entre a área do quadrado maior e a área do quadrado sombreado?

Figura 1 - Tarefa proposta
Fonte: Vale, 2017

ANÁLISES DAS TAREFAS

Solução 1 (S1*)*. A solução se dá calculando a área do quadrado maior e a área do quadrado sombreado, usando a relação pitagórica do triângulo retângulo para encontrar o lado dos quadrados. Depois calculando-se a razão entre as áreas.

Solução 2 (S2). Denominamos de solução 2 as tarefas que foram resolvidas fazendo uma triangulação do quadrado maior. Obtendo-se a área do quadrado a partir da soma da área dos triângulos que o compõem. Para este tipo de solução se faz necessário que o aluno consiga estabelecer relações entre o quadrado e os triângulos obtidos ao subdividir o quadrado.

Observe a solução de um aluno: subdividiu-se o quadrado maior em 4 triângulos maiores ao qual denominou de T1 e 8 triângulos menores que denominou de T2, assim como mostramos na figura a seguir.

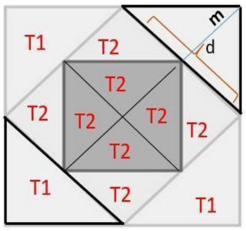


Figura 2 - Solução 2
Fonte: Autores

Calculou a área do triângulo T1 e conclui que a área do triângulo T2 é metade da área do triângulo T1.

Solução 3 (S3). Nomeamos como solução 3 as tarefas que apresentaram respostas considerando a área do quadrado maior e obtendo a área do quadrado sombreado retirando pequenas áreas do quadrado maior.

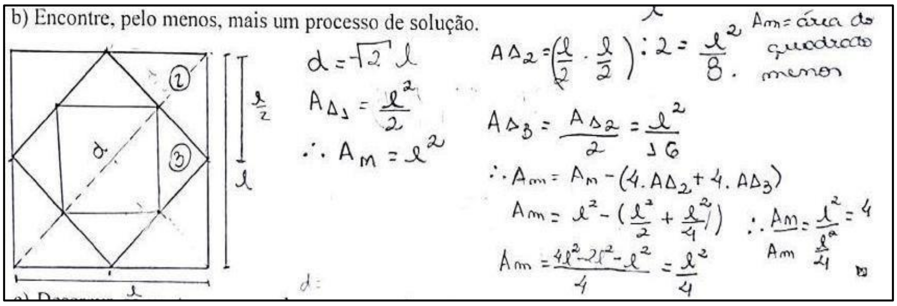


Figura 3 - Solução 3
Fonte: Autores

Solução 4 (S4). Denominamos de solução 4 as tarefas que foram realizadas obtendo a área a partir da composição e decomposição de figuras obtidas da subdivisão dos quadrados.

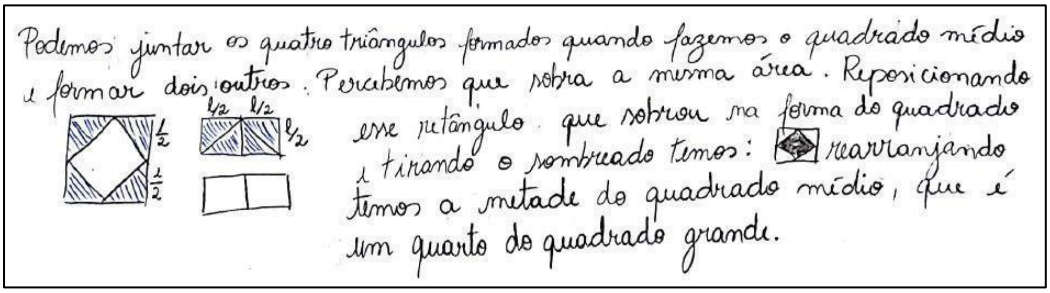


Figura 4 - Solução 4
Fonte: Autores

Solução 5 (S5). Chamamos de solução 5 as soluções em que o aluno usou comparações entre o todo e as partes, além das relações geométricas resultantes do fato de que cada quadrado foi construído tomando como ponto de partida o ponto médio do lado, esta solução se diferencia das S1, S2 e S3 pelo fato dos alunos usarem somente resultados geométricos sem o auxílio da álgebra.

Solução 6 (S6). Uma outra solução que encontramos trata-se de particionar o quadrado em partes iguais e representar por meio de fração a razão pedida.

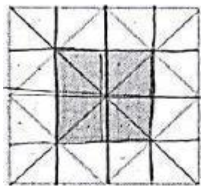


Figura 5 - Solução 6
Fonte: Autores

Solução 7 (S7). Outra solução que encontramos foi obtida ao se perceber que podemos decompor a figura em partes menores cujo comportamento se repete nas demais partições obtidas. Analisa-se então somente o fragmento e obtém-se a conclusão sobre o todo. Inicialmente o aluno identifica as “células” cujo comportamento se repete.

Abaixo apresentamos um quadro destacando as soluções apresentadas por cada aluno.

Aluno	**Resolução**
Aluno 1	7 - 6
Aluno 2	1 – 5
Aluno 3, 4, 6 e 14	A tarefa não foi realizada corretamente, nem há uma descrição de como o aluno pensou.
Aluno 5	4
Aluno 7	1 – 3 – 4
Aluno 8 e 12	Apesar de responder corretamente a tarefa, o aluno não indica como foi o processo para chegar a conclusão.
Aluno 9	5 - 6
Aluno 10, 17,18 e 20.	1
Aluno 11	1 – 6
Aluno 13	1 – 3
Aluno 15	1 – 2
Aluno 16	4 – 5
Aluno 19	6

Quadro 2 - Síntese das soluções apresentadas.
Fonte: Autoras

Dentre as 20 (vinte) tarefas realizadas, 6 (seis) tarefas foram desconsideradas uma vez que não apresentam dados suficientes para análise. É possível, a partir da análise das resoluções, concluir que a maior parte dos alunos, 9 entre 14, optou por dentre suas soluções apresentar a que envolve o cálculo do comprimento dos lados utilizando cálculos algébricos (Pitágoras) e a partir daí calcular a área com a utilização da fórmula. Das 14 tarefas analisadas, 6 apresentaram apenas uma solução, mesmo sendo explicitamente solicitado que deveriam apresentar outras soluções, alguns alunos descrevem que não conseguiram encontrar outra forma de resolver o problema.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a análise das atividades, pudemos perceber que os alunos: 5, 10, 17, 18, 19 e 20 não apresentaram fluência na atividade proposta, uma vez que essa componente da criatividade avalia a capacidade de encontrar várias soluções para um mesmo problema.

Uma importante questão a ser discutida é que se o aluno não apresenta fluência então também não apresentará flexibilidade, já que essa componente analisa se o aluno é capaz de identificar, dentre as soluções apresentadas, qual melhor resolve a tarefa. No entanto, o fato de conseguir apresentar várias soluções também não nos garante que possui flexibilidade como é o caso do aluno 5, em que a tarefa apresentada por ele traz uma solução que foi classificada por solução 4, e ainda uma outra solução que não pode ser analisada por possuir falta de dados para análise. Apesar do aluno apresentar duas soluções, ao ser questionado sobre quais as vantagens e desvantagens em se utilizar as estratégias por ele apresentadas, o aluno responde que não é capaz de avaliar, alegando ainda estar inseguro quanto as suas resoluções.

Os demais alunos: 1, 2, 7, 9, 11, 13, 15, 16 apresentaram justificativas ao avaliarem qual seria a melhor solução para o problema, apresentando flexibilidade. A originalidade por sua vez se caracteriza por ser uma solução incomum. É possível encontrar dentre as soluções apresentadas, algumas que se repetem como é o caso das soluções S1 e S6, no entanto a solução S2 apresentada pelo aluno 15, e a solução S7 apresentada pelo aluno 1, foram consideradas originais, já que tais soluções se destacam das demais por serem únicas.

Voltando a questão norteadora desta pesquisa: quais são as estratégias desenvolvidas pelos estudantes para resolver a tarefa proposta? Com a análise das resoluções apresentadas, foi possível verificar as dimensões de criatividade, o que exigiu um olhar cuidadoso para cada resolução, pois procuramos delinear a linha de raciocínio e a estratégia pensada pelo estudante. Percebemos a dificuldade em se apresentar soluções distintas para a mesma tarefa, bem como insegurança em algumas resoluções apresentadas nas estratégias que adotavam. Salientamos que não procuramos diagnosticar se o aluno é criativo ou não, pois seria inviável chegar a essa conclusão apenas com a proposta de uma única tarefa. Mas com as análises e os dados levantados, esperamos que esta pesquisa tenha possibilitado reflexões e mais discussões sobre a criatividade Matemática e pensamento criativo.

REFERÊNCIAS E BIBLIOGRAFIA

ALENCAR, E. **Um estudo de criatividade**. *Arquivos Brasileiros de Psicologia Aplicada*, 26(2), 59-69, 1974.

CIFUENTES, J. C. **Do conhecimento matemático à Educação Matemática: uma "Odisséia Espiritual".** In: Clareto, S. M.; Detoni, A. R.; Paulo, R. M. (orgs). *Filosofia, Matemática e Educação Matemática: compreensões dialogadas*. Juiz de Fora: Editora UFJF, 2010.

DREYFUS, T.; EISENBERG, T. **On different facets of mathematical thinking**. In R. J. Sternberg & T. Ben-Zeev (Eds.), *The nature of mathematical thinking* 253–284. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 1996.

SCHOENFELD, A. **Porquê toda esta agitação acerca da resolução de problemas?** In P. Abrantes, L.c. Leal, & J. P. Ponte (Eds). *Investigar para aprender Matemática*. 61-72. Lisboa: APM e projeto MPT, 1996.

TREFFINGER, D. J.; YOUNG, G. C.; SELBY, E. C.; SHEPARDSON, C. **Assessing creativity: A guide for educators (RM02170)**. Storrs, CT: *The National Research Center on the Gifted and Talented, University of Connecticut*, 2002. Disponível em: https://nrcgt.uconn.edu/wp-content/uploads/sites/953/2015/04/rm02162.pdf

VALE, I. **Tarefas Desafiantes e Criativas**. Actas do SERP - *Seminário em resolução de problemas, cd-rom*, 1-12. Rio Claro, Brasil: UNESP, 2011.

VALE, I.; BARBOSA, A.; PIMENTEL, T. **Tarefas para promover a criatividade em Matemática**. In: *J. Brocardo et al. (Eds.), Investigação em educação Matemática*. Setúbal: Sociedade Portuguesa de Investigação em Educação Matemática, 2014. Disponível em: http://spiem.pt/DOCS/ATAS_ENCONTROS/2014/eiem2014.pdf

VALE, I. **A criatividade nas (re)soluções visuais de problemas**. Educação e Matemática, n. 135, p. 9 – 15, 2015.

VALE, I.; BARBOSA, A. **A criatividade na aula de Matemática: revisitar a resolução de problemas**. *In XIV CIAEM-IACME*, Chiapas, México, 2015.

VALE, I.; PIMENTEL, T. **Resolver Problemas - Criando Soluções, Vendo**. REMATEC ano:11 nº: 21, 8-23. Instituto Politécnico de Viana do Castelo – ESE-IPVC– Portugal, 2016.

VALE, I. **Resolução de problema um tema em contínua discussão: vantagens das resoluções visuais**. *In: Perspectivas para resolução de problemas*. Org. Onuchic, L. Junior, L. Pironel, M. p. 131-162. São Paulo: Livraria da Física, 2017.