



Criatividade em Matemática e Resolução de Problemas no Ensino Fundamental

Mônica **Souto** da Silva Dias

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

msoutodias@gmail.com

Brasil

Ninna Jane da Silva **Alves**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

ninnajane@hotmail.com

Brasil

Resumo

Este artigo trata de uma pesquisa em andamento para elaboração de um trabalho de conclusão do curso de licenciatura em Matemática. O objetivo da investigação é: i) verificar se a modelagem geométrica possibilita ao aluno a percepção da Geometria em situações reais com movimento, no que diz respeito às definições, propriedades dos objetos geométricos e as relações entre estes; ii) averiguar se a metodologia Resolução de Problemas contribui para o desenvolvimento da criatividade em Matemática. A metodologia que melhor se adequou à questão de pesquisa foi estudo de caso, cuja unidade de estudo é uma turma composta por sete alunos do 9.º do Ensino Fundamental de uma escola particular do interior da cidade de Campos dos Goytacazes-RJ(Brasil). As primeiras análises permitem inferir que o desenvolvimento da criatividade pode estar atrelado à situações escolares que enfatizam a resolução de problemas, e não somente ao uso da tecnologia nas aulas de Matemática.

Palavras chave: criatividade; modelagem geométrica; resolução de problemas.

Introdução

A capacidade de inovar e criar está sendo cada vez mais exigida no mercado de trabalho. As empresas buscam crescer e se desenvolver e, para isso, precisam de pessoas criativas, assim,

na esperança de que cooperadores tenham ideias inovadoras, é comum investirem em programas de incentivo à criatividade.

Para tanto, torna-se, indispensável à formação dos indivíduos e o desenvolvimento da criatividade. O sistema de ensino deve ficar atento ao indicar os conteúdos que integrarão as disciplinas da Educação Básica, além de se preocupar em estimular a criatividade de modo que ela seja um dos objetivos de cada componente curricular. A não observância do descrito implica em não contemplar uma das finalidades que a Lei de Diretrizes e Bases da Educação – Lei nº 3.394/96 (Brasil, 1996) constitui para a educação brasileira, que é a de favorecer, “o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o mercado de trabalho” (Art.2º).

Gontijo (2006) enfatiza que a imaginação, originalidade, flexibilidade, elaboração de ideias e inventividade devem ser contempladas pelas finalidades educacionais. Disciplinas tais como Línguas, Matemática, Ciências, Tecnologia, entre outras, são corresponsáveis por desenvolver a criatividade, entendida como a geração de novas ideias (GONTIJO, 2006).

Em Matemática, variadas situações didáticas permitem o desenvolvimento da criatividade. Nas investigações matemáticas (PONTE, 2003), por exemplo, o aluno tem a possibilidade de criar estratégias para resolver um problema, analisá-las e revê-las caso a solução não seja adequada. Na modelagem matemática, o educando é incentivado a elaborar questões acerca de um problema e buscar soluções para ele, recorrendo também a outras áreas do conhecimento.

Em um dos objetivos do Ensino Fundamental prescritos nos Parâmetros Curriculares Nacionais – Matemática (PCN) (BRASIL, 1998), a criatividade surge ao lado do raciocínio lógico, intuição e capacidade crítica como ferramenta para questionar a realidade e analisá-la, propondo soluções. Além desse aspecto, os PCN enfatizam o desenvolvimento da criatividade, seja para aguçar a capacidade de aprendizagem, seja para contribuir para a formação do cidadão.

Diante do exposto nos parágrafos anteriores, busca-se, nesta investigação, analisar a criatividade na área de Matemática, levando em consideração, como metodologia a Resolução de Problemas (POLYA, 1995), utilizando a modelagem geométrica. Tal proposta de ensino aborda a geometria plana de uma forma criativa. As autoras concordam com Meier (2012) que um trabalho com essa característica pode contribuir para o desenvolvimento de hábitos do pensamento tais como visualizar, reconhecer padrões ou invariantes, fazer experiência e exploração, criar e ser inventor, fazer conjecturas, descrever formal e informalmente relações e processos e raciocinar por continuidade (GOLDEMBERG, 1998 apud MEIER, 2002).

A modelagem geométrica retrata uma matemática que vai além dos números e das fórmulas e possibilita um olhar atento aos objetos que nos rodeia. Utiliza-se da modelagem para favorecer o desenvolvimento de habilidades matemáticas, da geometria para extrair suas formas e propriedades presentes no mundo e da geometria dinâmica para compor as configurações (Figuras 1 e 2).



Figura 1. Guindaste.

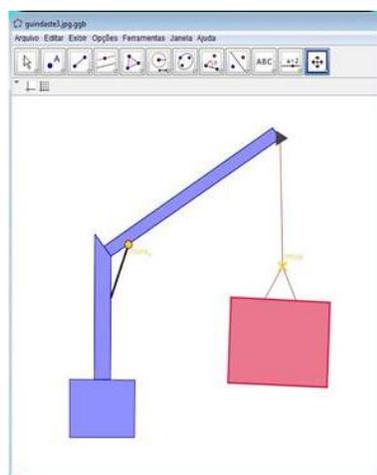


Figura 2. Modelo geométrico do guindaste.

Neste trabalho, foi empregado o software GeoGebra, desenvolvido por Markus Hohenwarter em 2001. Tal software é de fácil utilização, trabalha com applets, ou seja, as produções podem ser colocadas na WEB, é gratuito e de código aberto, além do recurso protocolo de construção, que permite conhecer o roteiro que o aluno criou para determinada construção, o que é fundamental para análise dos dados.

O software GeoGebra, além de ser a ferramenta para construir a modelagem, é o meio no qual a percepção da matemática em cada objeto modelado será materializada pelo aluno, que poderá explorar e fazer investigações, interagindo e buscando novas experiências e, possivelmente, tendo sua criatividade aguçada, uma vez que o GeoGebra por suas potencialidades, é o instrumento que possibilita sair de uma matemática abstrata para a visual. Essas características conduzem a uma aprendizagem mais dinâmica, na qual o indivíduo se sente motivado (MEIER, 2012).

O presente trabalho procurou unir a necessidade de buscar situações didáticas para desenvolver a criatividade na escola e as contribuições do trabalho com a modelagem geométrica para esta tarefa, Deste modo, elaborou-se a seguinte questão de pesquisa: De que modo a metodologia Resolução de Problemas contribui para o desenvolvimento da criatividade? Nos próximos itens, serão apresentados o referencial teórico, a metodologia de pesquisa, a experimentação e as conclusões parciais.

Modelagem geométrica

O termo Modelagem Geométrica foi cunhado por Gravina (2011), que a define do seguinte modo:

[...] a modelagem geométrica é uma representação que usa a linguagem da geometria – trata-se de construção baseada em pontos, retas, segmentos, perpendicularidade e paralelismo, círculos, dentre outros elementos. (GRAVINA et al, 2011, p. 26).

A modelagem geométrica utiliza os objetos geométricos, suas propriedades e suas relações para criar situações nas quais é necessário mais do que, apenas, calcular áreas, perímetros, ângulos e distâncias. É preciso usar os conhecimentos geométricos para compor configurações com ou sem movimento. Uma configuração geométrica sem movimento é, por exemplo, a vista lateral de um silo formado por uma semi-esfera em cada base de um cilindro reto (Figura 3). Um exemplo de uma configuração geométrica com movimento é uma porta pantográfica (Figura 4), que é movimentada a partir do deslocamento de um dado ponto. O trabalho do aluno é criar os mecanismos necessários para possibilitar essa movimentação.

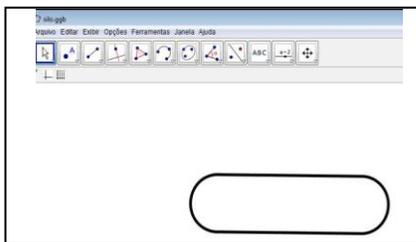


Figura 3. Vista lateral de um silo - configuração geométrica sem movimento elaborada no GeoGebra.

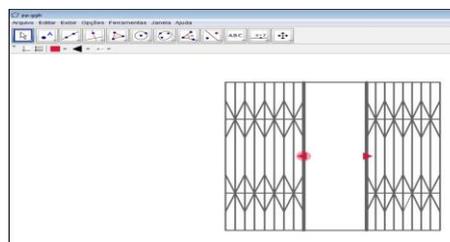


Figura 4. Porta pantográfica - configuração geométrica com movimento elaborada no GeoGebra.

Na sala de aula, pode-se propor ao aluno que investigue uma configuração geométrica com ou sem movimento. Gravina (2011, p. 32) afirma que “a primeira atitude é ter um olhar atento ao mecanismo que se pretende modelar”. Desse modo, o aluno pode perceber que, no simples movimento dos objetos presentes em seu meio, há conceitos geométricos envolvidos. A partir daí, ele analisa os conhecimentos geométricos necessários para a construção do seu projeto.

A modelagem geométrica com movimento constitui o foco deste trabalho. Tal movimento pode ser observado a nossa volta como: o movimento do ventilador, da janela basculante, do elevador, dos brinquedos presentes no parque de diversões, entre outros.

Metodologia Resolução de Problemas segundo Polya

Polya (1995) ao escrever sobre Resolução de Problemas buscou mostrar aos professores a importância de incentivar os alunos a participar da aula de Matemática. Mais do que isso, Polya (1995), apresenta em seu texto, formas variadas de indagar os alunos, de modo a conduzi-los a traçar estratégias de resolução de problemas. O autor exemplifica, por meio de diálogos fictícios entre um aluno e um professor, como conduzir, o primeiro, na compreensão do problema e na construção de estratégias para solucioná-lo, além de orientá-lo na discussão da solução encontrada.

A metodologia Resolução de Problemas já foi bastante mencionada como uma possibilidade de otimizar o ensino e aprendizagem de Matemática. Contudo, observa-se que a sua utilização nas aulas de Matemática está muito distante de ocorrer. Uma justificativa para este fato é a dificuldade dos professores em lidar, de forma rigorosa e, ao mesmo tempo, flexível com este tipo de atividade em sala de aula, sem contar com uma orientação especializada e a compreensão de tal metodologia. Esta dificuldade ainda é maior para os professores que não estudaram a metodologia Resolução de Problemas no curso de licenciatura (REIS; ZUFFI,

2007). Deste modo, este texto busca contribuir com a compreensão de como esta metodologia pode ser utilizada pelos professores e futuros professores em suas práticas docentes, ao apresentar os resultados de uma pesquisa desenvolvida no âmbito do trabalho de conclusão do curso de Licenciatura em Matemática de uma das autoras.

Neste contexto, os problemas apresentados aos alunos consistem em modelagens geométricas de objetos do cotidiano que possuam movimento (portas, janelas, brinquedos, ferramentas, etc.), utilizando o ambiente de geometria dinâmica GeoGebra.

Criatividade em Matemática

Este tópico apresenta o referencial teórico sobre criatividade matemática e está baseado em Gontijo (2006).

Não há muitos trabalhos, no Brasil, que busquem investigar a criatividade em Matemática. Destacam-se os brasileiros Dante (1980, apud GONTIJO, 2006), que retrata a importância da criatividade em Matemática na resolução de problemas, e D'Ambrósio (2004, apud GONTIJO, 2006), o qual apresenta um modelo para explicar a criatividade em Matemática. Ambos os estudos não apresentam dados empíricos. Na literatura internacional são encontradas algumas definições engajadas nas resoluções de problemas (GONTIJO, 2006). Por exemplo, a criatividade em matemática, segundo Krutetskii (1976, apud GONTIJO, 2006), é a habilidade de formular problemas e encontrar meios para resolvê-los e, para Makiewicz (2004, GONTIJO, 2006), refere-se à atitude e sensibilidade frente aos problemas matemáticos.

Henri Poincaré é considerado por muitos autores (Hadamard, 1954; Muir, 1988; Sriramand, 2004) como o primeiro a estudar sobre a criatividade matemática. Seu trabalho consiste num questionário cujo objetivo era conhecer sobre o processo de criação dos matemáticos, publicado no ano de 1902.

Observa-se que não há um consenso sobre esse tipo de criatividade (GONTIJO, 2006). Assim, para fundamentar este presente trabalho, escolheu-se utilizar a definição apresentada por Gontijo (2006), pois foi percebido que este conceito abrange a matemática em seus três aspectos: numérico, algébrico e gráfico, considerando-se, neste último, também a geometria:

A criatividade em matemática é 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 sequência de ações (GONTIJO, 2006, p. 4).

Nesta investigação, é analisada a questão que considera se atividades com modelagem geométrica pode contribuir para o desenvolvimento da criatividade em Matemática.

Considerações metodológicas

A metodologia adotada é o estudo de caso que visa conhecer uma entidade bem definida com o objetivo de compreender suas ações, evidenciando suas características próprias. Nesta pesquisa, a investigação baseia-se em um trabalho de campo com uma turma do 9.º ano do Ensino Fundamental, composta por sete alunos com idade entre 12 e 14 anos, de uma escola particular, localizada em um distrito da cidade de Campos dos Goytacazes-RJ.

O estudo de caso possibilita analisar tal grupo de alunos em sua totalidade em um contexto real, sem pretender modificar a situação, mas compreendê-la, não tendo a intenção de manipular o comportamento e os resultados obtidos pelos participantes.

Esta metodologia debruça-se sobre um estudo específico que implica a configuração de um objeto geométrico com movimento. A construção se dá no ambiente de geometria dinâmica GeoGebra, e o caso a ser explorado é um exemplo relativamente neutro, pois serão consideradas situações inesperadas em relação ao objeto de estudo. Ou seja, não se sabe em que medida a metodologia Resolução de problemas, influencia na criatividade. São observados aspectos como a utilização dos entes geométricos para compor o movimento, a estratégia de construção adotada por cada aluno, os erros cometidos por eles, e o desenvolvimento da criatividade dos alunos no contexto da elaboração da figura.

Segundo Ponte (2006), o estudo de caso pode ser exploratório, quando fornece informações prévias sobre o objeto de interesse, descritivo, ao ter a finalidade de descrever sobre o caso considerado, e analítico, que procura construir ou desenvolver nova teoria ou confrontá-la com a teoria pré-existente. Nesta pesquisa, destaca-se o aspecto descritivo, pois o que se pretende é descrever o processo de construção das modelagens geométricas feitas pelos alunos, buscando indícios da possível influência no desenvolvimento da criatividade. Outro aspecto contemplado é o analítico, uma vez que os dados obtidos são analisados à luz do referencial teórico, buscando compreender a relação entre a modelagem geométrica e o desenvolvimento da criatividade em Matemática, confrontando-os com as situações relatadas na literatura.

Esta pesquisa é considerada uma investigação empírica, ou seja, está fundamentada na observação e na experimentação. Os dados foram coletados por meio de fontes diversas, tais como: entrevistas escritas realizadas antes e após a experimentação, observação do participante e dos documentos (arquivos das construções realizadas pelos alunos no GeoGebra).

Para realizar a experimentação, foi necessário que os alunos conhecessem alguns comandos de software GeoGebra e alguns tópicos de Geometria Plana, como: segmentos, retas paralelas e perpendiculares, ponto médio, ângulo, triângulos, quadrilátero, circunferência e círculo. Deste modo, optou-se por uma revisão dos tópicos citados concomitantemente com a apresentação do GeoGebra. Foram elaborados roteiros impressos para apoiar os alunos na construção das primeiras modelagens, e proposta a observação de estruturas com movimento do mundo físico, tais como: portas, janelas, etc.

A experimentação ocorreu em duas sessões de 2h30min cada uma, inspirada na metodologia de ensino Resolução de Problemas (POLYA, 1995). No decorrer de cada sessão, as autoras buscavam incentivar os alunos a tentar construir as modelagens sugeridas, sendo apoiados por elas em caso de bloqueios.

Ocorreu um teste exploratório, com a finalidade de verificar a adequação da sequência didática, para atender aos objetivos traçados e, conseqüentemente, responder à questão de pesquisa, além de verificar o tempo necessário para aplicação em uma turma regular do 9º. ano do Ensino Fundamental.

A experimentação

Neste item, são relatados o teste exploratório e a experimentação na turma do 9.º ano.

O teste exploratório ocorreu com 11 alunos do 3.º período de um curso de Licenciatura em Matemática, diurno, de uma instituição pública da cidade de Campos dos Goytacazes (RJ), durante 2h30min, devido à disponibilidade dos participantes. Eles já haviam cursado um período da disciplina Educação Matemática e Tecnologia, na qual aprenderam a manipular vários softwares educativos e discutiram o uso educacional da informática. Cursaram também dois períodos de Geometria Plana e dois de Construções Geométricas, e estavam concluindo um período de Geometria Espacial.

Na primeira parte, para relembrar conceitos de Geometria e conhecer o software, os participantes não apresentaram dificuldades e ficaram entusiasmados ao verem a construção final: a modelagem geométrica de uma janela basculante (Figura 5).

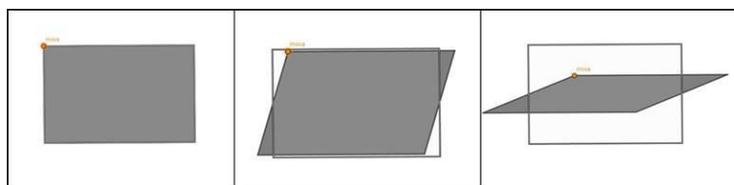


Figura 5: Modelagem da janela basculante de uma folha.

As dificuldades surgiram ao tentar reproduzir as modelagens apresentadas pelas autoras, a saber: ventilador, balanço, porta pantográfica e janela basculante (Figura 5). Os licenciandos observavam as construções, que foram entregues no CD, mas não conseguiam reproduzir, apesar de terem à disposição uma lista com características do movimento e estratégia para a construção. Careciam de explicação por várias vezes, as dificuldades eram diversas, tais como: perceber na modelagem os conceitos geométricos necessários para a construção, escolher adequadamente os recursos do software, execução de processos de construções geométricas como, por exemplo, a divisão da circunferência em partes iguais. As dificuldades continuaram também durante a consulta ao protocolo de construção, uma ferramenta do software localizada na barra de menus, que não havia sido removida.

Das quatro modelagens, apenas duas foram construídas e, dos 11 participantes, apenas um as construiu sem o auxílio do protocolo de construção. Dentre os dez alunos restantes, seis construíram seguindo fielmente o protocolo, e os outros desistiram ou não conseguiram terminar no tempo disponível.

Observou-se que os participantes, com exceção de um, reproduziram não só o processo de construção como também as modelagens apresentadas em todos os seus detalhes, como cor e textura. Segundo a definição de Gontijo (2006), os alunos não se mostraram criativos em Matemática, uma vez que não desenvolveram soluções distintas das exibidas para a construção das modelagens geométricas propostas. Não houve tempo para os alunos criarem seu próprio modelo geométrico.

A experimentação ocorreu com sete alunos do 9.º ano do Ensino Fundamental, dos quais cinco não conheciam o GeoGebra. Não foi investigado o nível de conhecimento sobre o software dos outros dois alunos. As pesquisadoras conduziram os alunos na elaboração das modelagens, seguindo as orientações de Polya(1995). Os participantes não apresentaram dificuldades na

primeira parte, executando corretamente as instruções das autoras. Entusiasmaram-se com a janela basculante de uma bambinela, construída, junto com a professora em formação.

As dificuldades surgidas foram próprias de usuário iniciante. Os alunos não dominavam as ferramentas do GeoGebra, na medida necessária para escolher os recursos adequados para construção das modelagens. Na modelagem do ventilador (Figura 6), por exemplo, eles perceberam o movimento circular, mas não conseguiram, sozinhos, determinar as hastes que se moviam a partir de um ponto. Isso ocorreu porque não conheciam a ferramenta “ângulo com amplitude fixa” e não sabiam dividir uma circunferência em partes iguais pelo ângulo central.

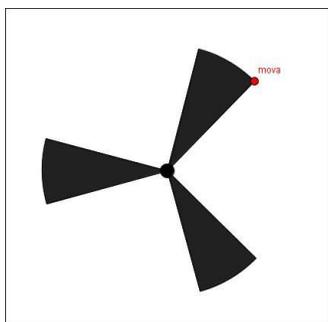


Figura 6. Modelagem do Ventilador.

Na porta pantográfica (Figura 7), a parte fixa foi facilmente construída, mas a móvel careceu da intervenção das autoras. Estas encaminharam para uma solução, sem dar as respostas, indicando que o espaço entre as grades da porta tinham a mesma distância, o que levava à divisão de segmento em partes iguais. A experimentação do dia 26 de maio foi encerrada com essa atividade.

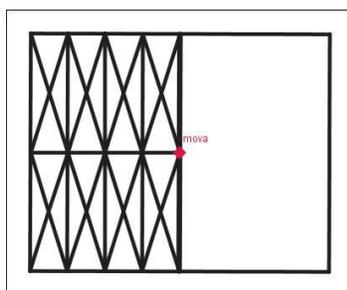


Figura 7. Modelagem da porta pantográfica.

O segundo e último encontro, ao qual todos os alunos compareceram ocorreu no dia 9 de junho. Retomou-se o trabalho a partir da construção da janela basculante (Figura 8). Eles ficaram a observar o movimento do modelo entregue sem saber como começar a construção. Diante desse fato, as autoras iniciaram a construção com eles, e, aos poucos, os estudantes foram recordando os recursos do programa e conseguiram concluir a modelagem.

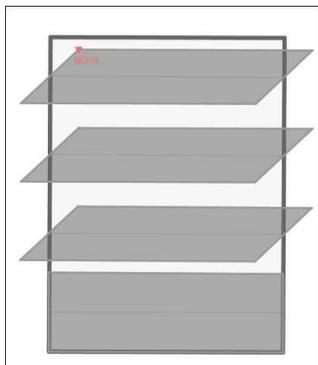


Figura 8. Modelagem da janela basculante.

A última modelagem geométrica foi o balanço (Figura 9). Analisaram o arquivo e iniciaram a construção. O único empecilho foi o esquecimento de algumas ferramentas (compasso, reta, segmento, arco determinado por três pontos) como, por exemplo, onde se localizavam na barra de ferramentas e como utilizá-las, sendo orientados pelas autoras. Todos concluíram a construção do balanço.

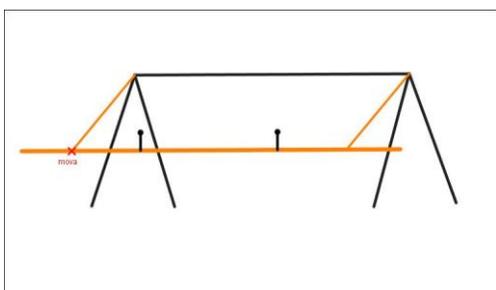


Figura 9. Modelagem do balanço vai-e-vem.

Em seguida, foi sugerido que cada aluno criasse uma nova modelagem. Todos abraçaram a tarefa com empenho. Alguns precisaram de um estímulo para dar início à construção do seu próprio modelo, tal como analisar imagens e vídeos, nos quais o objeto estivesse presente. As construções foram uma porta de abrir, uma roda gigante, uma gangorra e um caminhão. Na Figura 10, estão representadas três modelagens construídas pelos alunos.

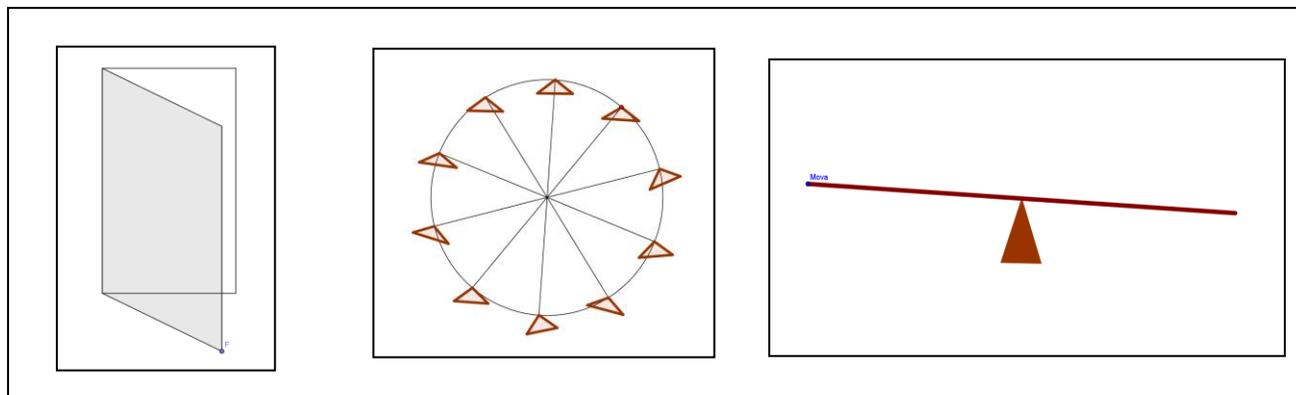


Figura 10. Modelagens construídas pelos alunos.

As dificuldades apresentadas foram as mesmas citadas anteriormente, o que é perfeitamente normal, pois os alunos estavam trabalhando com o software pela segunda vez e, portanto, não possuíam domínio das ferramentas e da sua utilização. Um dos alunos comentou que “era preciso prática para a construção”.

Com base no breve relato anterior, pode-se inferir que esses educandos foram influenciados pelo dinamismo e possibilidades do software GeoGebra. Observou-se que eles estavam sempre motivados para realizar as construções solicitadas, envolvendo-se com as etapas de cada uma, buscando as ferramentas adequadas num processo de erros e acertos, testando as estratégias.

Tendo em vista a definição de criatividade em Matemática de Gontijo (2006) e baseadas numa análise inicial das construções, as autoras perceberam que os alunos tiveram um enfoque criativo, inventaram modelos diferentes, não apresentaram soluções distintas, mas inovaram ao construir modelagens que ainda não haviam sido mostradas. Estão em fase de análise os protocolos de construção elaborados no GeoGebra, o que permitirá um exame mais acurado.

Conclusões

O foco do trabalho é o desenvolvimento da criatividade, com o auxílio da modelagem geométrica. As primeiras análises apontam que essa proposta de ensino pode ser o gatilho para despertar no aluno o pensamento criativo em Matemática, pois é possível aplicar os conhecimentos de geometria (ponto, retas, ângulos, circunferência, arcos, entre outros) para apresentar soluções na construção das modelagens.

As dificuldades que os alunos participantes do teste exploratório e da experimentação apresentaram foram condizentes com as descritas em outra pesquisa (MEIER, 2012), o que permite inferir que esse fato talvez seja inerente a esse tipo de proposta, não consistindo em uma particularidade do grupo pesquisado. Cabe ressaltar que é necessário a realização de experimentos com um maior número de alunos.

As dificuldades que os participantes do teste exploratório apresentaram em comparação com as demonstradas pelos estudantes da experimentação causaram estranheza, uma vez que os primeiros já conheciam o software e seus conhecimentos geométricos eram superiores aos dos alunos do 9.º ano, portanto era esperado pelas autoras um desempenho melhor daqueles. Entretanto, como já relatado no item anterior, o grupo da experimentação surpreendeu ao ter

maior desenvoltura na realização das construções e na aprendizagem dos recursos do software, tendo em vista o tempo de familiarização e de estudo de tópicos geométricos, além da profundidade de abordagem.

Assim, a criatividade está presente na proposta, desde a investigação das modelagens apresentadas com vista a sua construção, até a elaboração de um modelo próprio. Contudo os participantes do teste exploratório, por já conhecerem o programa, acessaram o protocolo de construção da modelagem entregue, ocorrendo interrupção do processo criativo, pois apenas reproduziram-se os passos do roteiro.

Foi observado que a metodologia Resolução de Problemas pode contribuir para o desenvolvimento da criatividade em Matemática, uma vez que as indagações da pesquisadora auxiliaram os alunos a traçar estratégias de solução para construir as modelagens geométricas.

Referências

- Gontijo, Cleyton Hércules (2006). Resolução e Formulação de Problemas: caminhos para o desenvolvimento da criatividade em Matemática. Anais do Sipemat.
- Brasil. Secretaria de Educação Fundamental(1998). Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática (ensino de 5ª a 8ª série). Brasília: MEC/SEF.
- Ponte, João Pedro da; BROCARD, Joana; OLIVEIRA, Hélia (2003). Investigações Matemáticas na Sala de Aula. Belo Horizonte: Autêntica.
- Ponte, João Pedro da (2006). Estudos de caso em educação matemática. *Bolema*, 25, 105-132.
- Polya, George (1995). A arte de resolver problemas: um novo aspecto do método matemático. Rio de Janeiro: Interciência.