

ALUNOS DO ENSINO MÉDIO REALIZANDO MOVIMENTOS GIRATÓRIOS: TRANSFORMAÇÕES ISOMÉTRICAS EM TELAS SENSÍVEIS AO TOQUE.

Alexandre R. de Assis – Marcelo A. Bairral
profalexandreassis@hotmail.com– mbairral@ufrj.br
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Brasil

Núcleo temático: Recursos para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

Modalidade: CB

Nível educativo: Medio o Secundario

Palavras-chave: Telas Sensíveis ao Toque, Movimentos Giratórios, Isometrias, Tarefas.

Resumo

Novos desafios são oportunizados pela imersão de tecnologias digitais e dispositivos com telas sensíveis ao toque. A presente investigação teve como objetivos elaborar, implementar e analisar atividades de isometrias, utilizando tablet, com alunos do nível médio. Como instrumentos de coleta de dados foram utilizados registros do pesquisador, registros dos alunos das atividades propostas, folha de ícones, gravações em áudio e em vídeo, e captura dos toques na tela com o Screen Recorder Pro. Mediante uma pesquisa com características de Design, realizamos reflexões teóricas acerca dos gestos e manipulações touchscreen e ilustramos a análise de interações que emergiram de implementações com o GeoGebra touch. Os resultados indicam que o uso de tablets, vinculada à elaboração de tarefas considerando as especificidades do software, contribui para construção de conceitos e de procedimentos matemáticos. Particularmente, as manipulações touchscreen contribuíram para realizar rotações sem a utilização da ferramenta específica fornecida pelo GeoGebra e as performances usadas pelos estudantes remetem à composição de transformações isométricas, mesmo sem conhecimento prévio das mesmas.

Ligando o dispositivo

O crescente acesso aos aparatos móveis com telas sensíveis ao toque pode representar um momento profícuo para reflexões sobre a criação de ambientes favoráveis ao aprendizado matemático e contribuir para a constituição de novas intervenções pedagógicas nos processos de ensino e de aprendizagem.

A utilização de *tablets* como mediador no processo de aprendizagem e na construção de conhecimento promovendo possíveis interações entre os envolvidos no processo pode contribuir para reflexões a respeito de intervenções que valorizem a criação, as diferentes

formas de se apresentar uma solução, a compreensão do que está sendo proposto e possíveis interlocuções.

Apresentaremos neste artigo uma análise da Tarefa “Deslocando o polígono³²” (ASSIS, 2016), que consiste investigar como os discentes realizam a atividade envolvendo conceitos de reflexão, rotação e translação (transformações isométricas), em dispositivos com telas sensíveis ao toque.

Abrindo algumas interfaces teóricas

De acordo com Arzarello et al. (2014), manipular na superfície sensível ao toque é diferente de manipular a entrada de dados via *mouse* ou teclado. Iijima (2012) apresenta o desenvolvimento do *software Geometric Constructer*, sinalizando resultados favoráveis ao aprendizado de seus alunos, mas ressaltando a necessidade de implementações e análises mais minuciosas utilizando o *software*, e Bairral (2013) aponta modos de manipulações e promove reflexões sobre novos movimentos no aprendizado e no pensar matematicamente. Nesse sentido, destacamos pesquisas realizadas com *tabletop* (Krugger et al., 2005) que, apesar de não se tratar de um *tablet*, apresenta interação em superfícies sensíveis ao toque como um fator marcante. Os pesquisadores apontam que dispositivos com essa tecnologia podem oferecer uma maior liberdade de movimento, ressaltando que a possibilidade de realização de movimentos é superior aos possibilitados em dispositivos com outras formas de entrada (teclado/*mouse*). A elaboração de tarefas considerando as especificidades do dispositivo e *software* podem promover gestos que convidam outros sujeitos à colaboração e têm como objetivo analisar como o discurso e os gestos podem ser importantes para comunicar e que tipo de manipulações são utilizadas para realizar giros/rotações de objetos. As análises realizadas por Arzarello et al. (2014) indicaram dois domínios de manipulação em tela: construtivo e relacional. O domínio construtivo refere-se a movimentos não combinados focado, basicamente, na construção. O domínio relacional, apresenta uma peculiaridade mais global para estabelecer relações com elementos da construção e investigação de conjecturas emergentes e de refinamento de propriedades geométricas.

³² Tarefa disponível no GeoGebra Tube no endereço <https://ggbm.at/KMKGRs6w>

Os diferentes modos de girar utilizados pelos alunos emergiram de atividades que não envolviam o conceito de rotação. Desse modo, Bairral (2013) instigou os leitores a implementarem tarefas que aplicavam o conceito de rotação de modo que pudessem verificar a presença (ou não) dessas formas de girar com os dedos. A possibilidade de realizar movimentos de rotação, o arrastar e o ampliar, por exemplo, em dispositivos com a tecnologia *touchscreem*, encontrados em pesquisas desenvolvidas por de Arzarello et al. (2014) e Tang et al. (2010).

Estudos realizados por Arzarello et al. (2014) e Bairral et al. (2015) apontam que manipulações realizadas em dispositivos *touchscreem* são diferentes da ação de clicar utilizando o mouse, não se trata de comparar, mas sim de destacar que manipulações *touchscreen* nos remetem a ideia de continuidade ao realizar a ação sobre a tela do dispositivo e a ação de clicar aproxima-se da ideia discreta, uma ação pontual. Nesse trabalho, adotaremos o termo manipulação *touchscreen* como ações de toque realizadas na tela do *tablet*.

Toques metodológicos

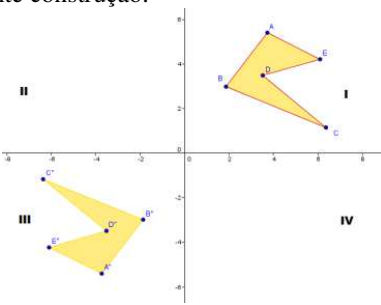

A investigação assumiu um caráter de *design* (Cobb et al., 2003; Matta et al., 2014). A elaboração, a realização e análise de tarefas nos experimentos de ensino foram constantes. Dessa forma, a pesquisa contribui com possibilidades de melhoria educacional e de novas formas de aprendizagem (Cobb et al., 2003).

As implementações foram realizadas com discentes de turmas do 1º Ano do Ensino Médio do Curso Normal – com idades entre 15 e 17 anos – do Instituto de Educação Rangel Pestana, entre o segundo semestre de 2014 e o primeiro semestre de 2015, escola localizada no Rio de Janeiro, Brasil. Para coleta de dados foram utilizados como instrumentos os registros do pesquisador (diário de campo), as folhas de atividades com os apontamentos dos alunos, “folha de ícones” (ASSIS, 2016), *screenshot* (*print* das telas dos *tablets*), além de gravações em áudio e vídeo.

A implementação analisada foi utilizada a tarefa “Deslocando o Polígono” (Quadro 1) – utilizando o GeoGebra *touch* versão 4.3 – com uma duração média de sessenta minutos, a quarta tarefa que forma um conjunto de tarefas resultante de um replanejamento. A

reelaboração é composta por três tarefas que antecedem a tarefa analisada, resultante do primeiro processo de *redesign* das atividades.

Quadro 1: Atividade deslocando o polígono

Número	Tarefa
4.4	<ul style="list-style-type: none"> • Abra o arquivo “Deslocando o polígono”. • Teremos a seguinte construção:  <p data-bbox="710 851 1077 884">Figura 01 – Deslocando o polígono</p> <p data-bbox="486 896 1260 974">Utilize apenas as ferramentas . É permitido utilizar mais de uma estratégia.</p> <p data-bbox="486 985 1260 1041">Que ferramenta(s) foram utilizadas para movimentar a figura ABCDE na figura A”B”C”D”E””? Descreva.</p>

Fonte: Folha de atividade elaborada para implementação

A tarefa fornecia condições para que o aprendiz construísse alguma estratégia utilizando as ferramentas reflexão, rotação e/ou translação, objetivando o deslocamento do polígono côncavo ABCDE situado no 1º quadrante para o 3º quadrante, na posição considerada, sem deformação³³.

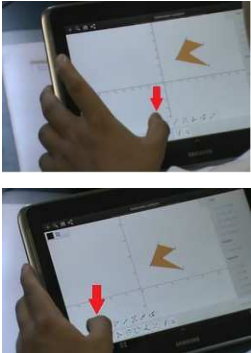


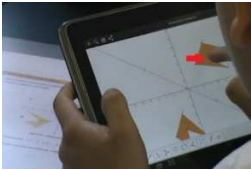

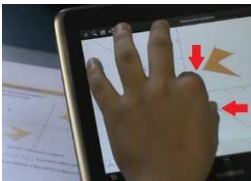




“Deslocando o polígono”: Interpretando manipulações

Em análises de implementações anteriores que envolveram transformações isométricas, as ações do aluno Adriano chamaram a atenção ao nomear a ferramenta “reta” de “reta de espelhamento”, pois ao construir a reta e selecionar a ferramenta “reflexão”, percebe que a figura gerada se assemelha com o que acontece com a imagem gerada no espelho (justificativa do aluno). Passa, então, a usar a ferramenta “reta” como “reta de espelhamento”



³³ Neste trabalho adotamos a ideia de deformação como uma ação na qual a manipulação de uma determinada construção resulte na modificação de suas propriedades euclidianas.

e a ferramenta “reflexão” como “espelho”. No Quadro 2 apresentaremos algumas ações realizadas pelo aprendiz durante a realização da tarefa.

Quadro 2: Alguns momentos do processo de construção 48:39

Instante	Ação	Descrição	Considerações
04:05 / 05:20		Busca da melhor ferramenta para iniciar o processo de construção da reta	O aluno Adriano busca a ferramenta para realizar a construção de uma reta. Seleciona o ícone  , mas identifica q para realizar a construção da reta deve selecionar o ícone  .
05:36		Seleção da construção	Após realizar a construção da reta, retorna à barra de ferramentas e seleciona  , realiza o processo de reflexão da construção
05:42		Aproximação das construções	Um dos recursos utilizados é a manipulação realizando um movimento como d dedos em contato com a superfície do dispositivo ora aproximando-os, ora afastando-os, na tentativa de obter uma melhor visualização da construção.
5:53		Deslocamento da reta	Realizando um movimento indicado pelas setas o discente desloca a reta, realizando um movimento de translação da construção refletida.
6:03		Rotação da reta de	Na sequencia, seleciona um ponto da reta construída com o ícone  , e realiza movimento circular no sentido horário, manipulação que promove a rotação da construção. Em seguida, desloca a reta para a direita, transladando a construção, aproximando-a e afastando-a do eixo y, observando o comportamento da figura refletida.
		Deslocamento da reta	

06:04			
13:54		Redução da imagem	Eduardo observou todo o processo até o momento em que percebe que a utilização da ferramenta “translação” pode contribuir para o deslocamento da construção
14:46		Deslocamento na direção do vetor	Eduardo efetua a translação da construção utilizando a ferramenta  e realiza movimentos que variam o comprimento do vetor, mas mantendo a direção.
14:51		Rotação e variação do comprimento do vetor	Na busca por uma solução, seleciona a extremidade do vetor e realiza um movimento simultâneo, composto por um giro e variação do comprimento do vetor.
15:07		Seleção da ferramenta para movimentar a construção	Escolha da ferramenta q possibilita seleção de uma determinada construção para sua manipulação
15:56		Modificando a construção inicial	Eduardo, ainda manipulando, seleciona a construção original e realiza movimentos circulares provocando uma deformação da construção
30:21/ 34:13		Deslocando da reta	Adriano percebe que ao refletir a construção pela segunda vez, o posicionamento dos vértices, da segunda reflexão, se aproxima da construção a presentada na tarefa. Inicia o processo de ajuste das retas. O ajuste consiste. Adriano identificou que ao manipular a primeira reta construída, havia um deslocamento das duas figuras refletidas. Realiza um movimento que aumenta a

			<p>área de visualização de construção. Decide deslocar a primeira reta construída, aproximando-a do eixo y de modo que coincidisse. Dessa maneira ao manipular a segunda reta construída, só a segunda figura refletida seria deslocada.</p>
			<p>Com os movimentos combinados de deslocamentos e ajustes das retas sobre os eixos coordenados (1ª reta sobre o eixo Y e a 2ª reta sobre o eixo X) o aluno apresenta sua solução, oralizando o processo adotado.</p>

Fonte: Fragmento do material gravado em vídeo, no quinto encontro, coletado para análise.

Experienciar situações em espaços formativos que possam promover ao aluno o desenvolvimento do processo de internalização e fomentar a aprendizagem contribuem para estimular processos internos de desenvolvimento que decorrem de interações de indivíduos com outras pessoas. As informações internalizadas e (res)significadas fizeram com que o aluno Adriano, por exemplo, se apropriasse de potencialidades do dispositivo e do *software* e apresentasse indícios de construção de conhecimento.

Manipulações *touch*, elaboração(ões) de estratégia(s) e decisões para a resolução de problemas durante as atividades foram fatores que propiciaram a construção de significados e, mesmo sem uma formalização prévia relativa dos conceitos de rotação, reflexão ou translação, os alunos usaram esses conceitos de maneira natural, às vezes isoladamente, ou mesmo fazendo uma composição entre eles.

Abertura de novas telas

Com base na análise apresentada, apesar do dispositivo *touchscreen* utilizado não ser *multi-touch*, identificamos que os estudantes realizavam manipulações *touchscreen* que representavam uma composição de transformações isométricas (rotação – reflexão – translação). As manipulações *touchscreen* realizadas contribuíram para execução de rotações de forma não convencional sem utilização da ferramenta específica fornecida pelo GeoGebra. O *software* não permite a rotação de uma construção utilizando o toque sobre a figura, mas constatamos que há a possibilidade de efetuar rotações com dois dedos construindo uma reta determinada por dois pontos e, após conseguir a reflexão em relação à reta, a figura refletida foi transladada, atingindo um movimento da reta com o dedo fixado

sobre ela e rotacionando mantinha fixo um ponto e com o dedo, sobre outro ponto da reta, realizava o movimento circular.

Foi possível observar que as manipulações *touch* exerceram influências em ações adotadas pelo discente, ampliando situações experienciadas, que contribuíram para que o sujeito elaborasse algo descrito por outro e construir uma representação para si e assimilar o que ainda não faz parte de sua experiência pessoal (Vigotski, 2014).

Essa análise ratifica resultados que evidenciam as estratégias não convencionais dos alunos na solução de tarefas propostas na aplicação de alguma isometria (Bairral et al. 2015, 2017). Continuamos analisando formas de solução utilizadas pelos estudantes em buscando identificar se há alguma rotina em seu raciocínio.

Diante do exposto, uma vez identificado especificidades do software, dispositivo e a relevância do tipo de manipulação na tela, esperamos que esse artigo contribua para que docentes possam elaborar tarefas para implementações em contextos formativos.

Referências bibliográficas

- Arzarello, F., Bairral, M., & Dané, C. (2014). Moving from dragging to touchscreen: geometrical learning with geometric dynamic software. *Teaching Mathematics and its Applications*, 33(1), 39–51. doi: 10.1093/teamat/hru002
- Bairral, M. A., Arzarello, F., & Assis, A. (2015). High School students rotating shapes in GeoGebra with touchscreen. *Quaderni di Ricerca in Didattica: Matematica 25* (suplemento 2) Proceedings CIEAEM 67), 103-108.
- Bairral, M., Arzarello, F., & Assis, A. (2017). Domains of manipulation in touchscreen devices and some didactic, cognitive and epistemological implications for improving geometric thinking. In G. Aldon, F. Hitt, L. Bazzini, & U. Gellert (Eds.), *Mathematics and technology: a CIEAEM source book* (pp. 113-142): Springer.
- Bairral, M., Assis, A. R., & Silva, B. C. da. (2015). *Mãos em ação em dispositivos touchscreen na educação matemática* [Hands in action in touchscreen devices on mathematics education]. Seropédica, RJ: Edur.
- Cobb, P., Confrey, J., di Sessa, A., Lehrer, R. & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, Vol. 32(1), 9-13.
- Iijima, Y. (2012) GC/HTML5: Dynamic geometry software which can be used with Ipad and PC - Feature of software and some lessons with it ICME 12. Seoul, Korea.
- Kruger, R.; Carpendale, S.; Scott, S.D.; Tang, A. (2005). *Fluid Integration of Rotation and Translation*. In Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '05), April 2-7, Portland, Oregon, USA.
- Matta, A. E. R., da Silva, F. P. S. & Boaventura, E. M. (2014). Design-based research ou pesquisa de desenvolvimento: metodologia para pesquisa aplicada de inovação em

- educação do século XXI. In *Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade*, Salvador, vol. 23(42), 23-36.
- Tang, A., Pahud, M., Carpendale, S., & Buxton, B. (2010). *VisTACO: Visualizing Tabletop Collaboration*. Paper presented at the International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces (ITS '10), Saarbrücken, Germany.
- Vigotski, L. S.(2014). *Imaginação e criatividade na infância*. São Paulo: Martins Fontes.
- Yook, HJ. (2009). *A study on the types of interactive motions in Mobile touch interface*. PhD Dissertation. Hongik university, South Korea.