

Toques em Tela de *Tablets* e Domínios de Aprendizagem em Geometria



Alexandre Rodrigues de Assis¹
Bárbara Caroline C. C. da Silva²
Marcelo Almeida Bairral³

Resumo

Os dispositivos móveis são recursos, cada vez mais, comuns em nosso cotidiano. A sala de aula também se encontra permeada por esse tipo de tecnologia. Estudar de que modo podemos utilizar dispositivos, com toques em tela, no aprendizado matemático constitui um dos focos de pesquisa dos autores deste artigo. O presente trabalho ilustra parte de um experimento no qual um licenciando em matemática realiza a construção de um trapézio isósceles no *software Sketchometry*. Mediante análise de vídeo, são destacados dois domínios para o aprimoramento de conceitos geométricos: o construtivo e o relacional. Ressalta-se a importância deste tipo de atividade para o desenvolvimento do raciocínio matemático, de acordo com o domínio desejado de ser explorado pelo docente.

Palavras-chave: Dispositivos móveis. Formação Inicial de Professores. *Sketchometry*. Geometria. Domínios de manuseio em tela.

Tela introdutória

Neste artigo, apresentamos resultados de um projeto fruto do Programa Observatório da Educação da Capes, no qual estamos identificando contribuições da tecnologia *touchscreen* para os processos de ensino e de aprendizagem matemática. Concretamente, ilustramos dois domínios (construtivo e relacional) de manipulação no *software Sketchometry*, realizados por licenciandos em matemática da UFRRJ. Associamos ao desenvolvimento do pensamento matemático uma nova forma de expressão gestual: a manipulação *touchscreen*. Assumimos gestos e toques em tela como movimentos corporais que são realizados de modo consciente.

Quando toques em telas não são como cliques em *mouses*

Clicar em *mouse* e tocar em tela são modos de manipulação, cada vez mais, comuns em nosso cotidiano. Cada forma de manuseio nos remete a percepções sensoriais

¹Doutorando UFRRJ/PPGEduc, Seropédica, RJ, Brasil. Professor SEEDUC-RJ profalexandreassis@hotmail.com.

²Mestranda UFRRJ/PPGEduCIMAT, Seropédica, RJ, Brasil, barbaracarolinecardoso@hotmail.com.

³Professor do Instituto de Educação da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro UFRRJ, Seropédica, RJ, Brasil, mbairral@ufrj.br.

diferentes. Da mesma maneira que usar *mouse* com ou sem fio, tocar a tela de um caixa eletrônico ou de um celular não é a mesma coisa em termos de sensibilidade (BAIRRAL, no prelo).

A singularidade anterior deve ser levada em consideração, pois nosso cérebro vai se ajustando ao que lhe é oferecido (DAMÁSIO, 2014) e os toques em tela estão trazendo novas configurações ao cérebro. Portanto, nosso corpo deve ser visto como a mente que compreende o nosso pensar, o nosso sentir e o nosso agir (DAMÁSIO, 2014). Nossa cognição sensorial deve ser vista como substrato da mente e de toda atividade psíquica e, desse modo, ela pode contribuir para a compreensão de como nossas descobertas e reflexões são culturalmente transformadas (RADFORD, 2014).

Há interação entre o corpo e a mente (DAMÁSIO, 2000). O corpo é a mente que compreende o pensar, o sentir e o agir (DAMÁSIO, 2014). Consideramos “a cognição humana como uma forma perceptiva, constituída cultural e historicamente, e com capacidade de responder criativamente, atuar, sentir, imaginar, transformar, e dar sentido ao mundo” (RADFORD, 2014, p. 56). Nessa perspectiva, corporificada em nossos processos cognitivos, sentimos o mundo, muitas vezes, por meio da emoção e da linguagem (BOLITE FRANT, 2002).

Reconhecemos a manipulação *touchscreen* como uma ação humana, corporificada, cultural e que possui múltiplos modos de expressão, podendo revelar o pensamento dos estudantes quando eles trabalham nas tarefas matemáticas (RADFORD, 2014; ARZARELLO; ROBUTTI, 2010). Além do tempo de reposta, manipulações na tela permitem movimentar simultaneamente vários elementos (ângulos, lados etc.) de uma figura, mediante toques isolados ou combinados e o manuseio está delimitado à superfície de trabalho na tela (BAIRRAL et. al., 2015a). A análise de Bairral (2013) possibilitou avançar na categorização de Yook (2009), desdobrando o modo de toque livre, propondo a manipulação de aproximar e três possibilidades de uso dos dedos para girar uma figura (ou partes dela), conforme esquematizado na Figura 1.

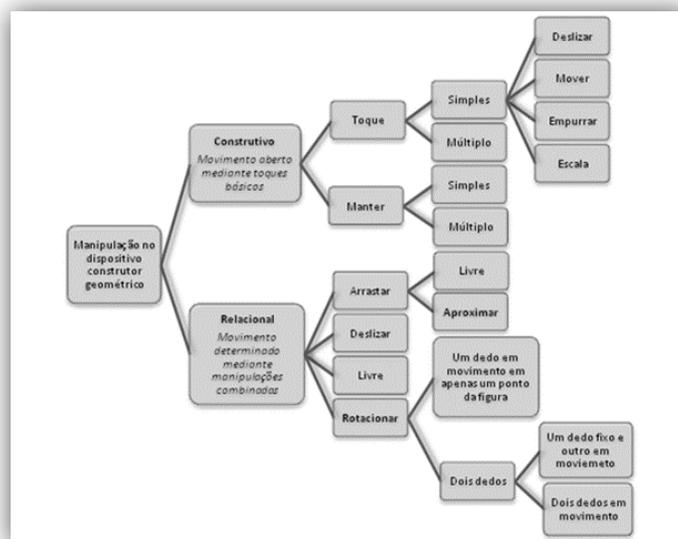


Figura 1 – Tipologia de manipulação no dispositivo *Geometric Constructer*
 Fonte: Bairral et al. (2015a, p. 104)

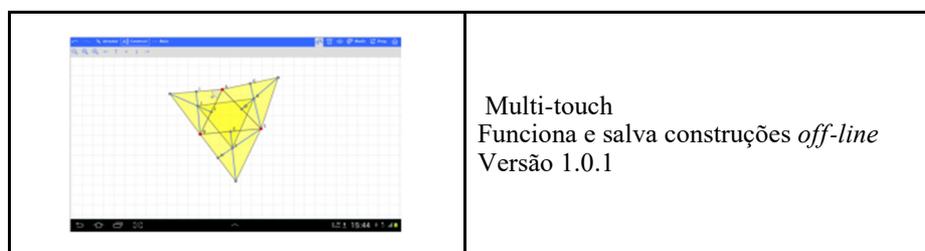
Arzarello e colaboradores (2014), em experimentos utilizando o *Geometric Constructer*, observaram dois domínios (conforme Figura 1): construtivo (manuseios simples, como um toque apenas) e relacional (toques combinados, como aqueles realizados para ampliar uma área na tela). No domínio construtivo, com a natureza de um movimento fechado, a construção se dá de forma pontual, com observações isoladas e sem considerar a construção como um todo. No domínio, a observação assume um caráter mais global da construção e de suas deformações ou constâncias. Nesse processo exploratório, os movimentos de arrastar (livre ou aproximar) podem contribuir para a observação de propriedades geométricas emergentes. Portanto, quando manipulações em tela acompanham narrativas matemáticas, elas auxiliam na construção de significados matemáticos (BOTZER; YERUSHALMY, 2008), pois elas materializam o raciocínio do aluno (HOSTETTER; ALIBALI, 2008) e permitem ao professor compreender e orientar o aprendizado.

Ícones metodológicos

Ilustraremos parte de uma atividade realizada com futuros professores de matemática no segundo semestre de 2014. Trabalhamos em três *softwares*⁴: *Geometric Constructer* (GC), *Sketchometry* (SK) e *GeoGebra* para *tablet*. Distribuímos uma folha com uma

⁴Para ver uma descrição detalhada destes e de outros aplicativos veja Bairral, Assis e Silva (2015b).

atividade que possuía dois itens. No primeiro, solicitávamos a construção de alguns polígonos (triângulo isósceles, quadrado, trapézio e losango) em apenas um dos *softwares*. No segundo item, os licenciandos deveriam escolher qual das construções anteriores seria refeita por eles em um dispositivo diferente do utilizado. Os objetivos, em cada item, eram os mesmos: descrever e justificar a construção realizada. Tratava-se, portanto, de uma atividade aberta e sem um propósito conceitual específico. A ideia era a exploração dos três dispositivos. O grupo era composto por oito graduandos, com idades variando entre 19 e 25 anos. Analisaremos uma atividade realizada no *Sketchometry* por um licenciando (o Pedro⁵) que não havia trabalhado previamente nesse aplicativo. O *Sketchometry*⁶ é um *software* gratuito e está disponível para computadores, *smartphones*, *tablets* e *iOs*.



Quadro 1 – Interface do *Sketchometry*
Fonte: Elaborado pelos autores.

A implementação com o *Sketchometry* durou aproximadamente 150 minutos. Ela foi gravada em áudio e vídeo e contamos também com registros escritos dos licenciandos e dos pesquisadores. Para a análise, selecionamos um recorte de vídeo - de duração de 10 minutos e 35 segundos - no qual o graduando Pedro, após realizar a construção de um trapézio isósceles no SK, manipula, explora e aprofunda suas ideias.

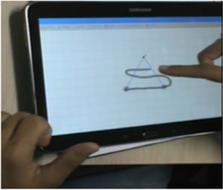
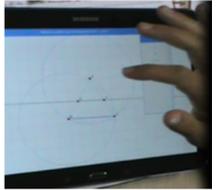
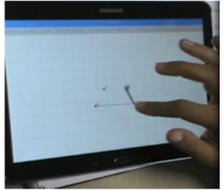
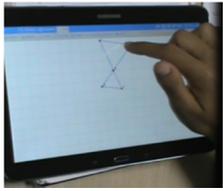
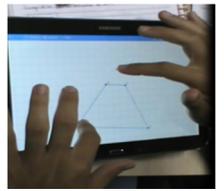
Sobre reflexões nos domínios construtivo e relacional

No quadro 2, sintetizamos os procedimentos utilizados por Pedro para construir o trapézio isósceles (domínio construtivo) e ilustramos a ocorrência do uso de um tipo de manipulação comum no domínio relacional: o manuseio de aproximar (ARZARELLO et al., 2014).

⁵Nome fictício.

⁶Dispositivo criado pelo Dr. Alfred Wassermann, do Departamento de Didática da Matemática da Universidade de Bayreuth, Alemanha. Disponível em: <http://sketchometry.org/en/index.html>

TOQUES EM TELA DE TABLETS E DOMÍNIOS DE APRENDIZAGEM EM GEOMETRIA

00:00 – 04:19			<p>A partir de um triângulo isósceles, Pedro traça uma paralela à base, oculta alguns elementos e refaz os segmentos para obter um trapézio isósceles. MP: toque simples e arrastar.</p>
			
04:35 – 10:35			<p>Movimenta a construção livremente, ora por um único ponto ora por dois pontos. Manipulações Predominantes (MP): Arrastar, manter simples, tapa simples e aproximar.</p>
			

Quadro 2 – Síntese da construção e dos toques de aproximar de Pedro
 Fonte: Elaborado pelos autores.

Realizando movimento de aproximar, combinado com manipulações de arrastar e de manter, o licenciando começa a observar com mais detalhes a sua construção, verificando e aprofundando suas ideias prévias (Quadro 3)⁷.

Interlocutor	Fragmento da transcrição	Print de tela	Intervalo
1. Professor:	- E aí? Continua. Continua pra cá. E aí agora?		04:57 – 05:03
1. Pedro:	- Acho que aqui vai refletindo ele... (tom de voz muito baixo) Nesse caso, o segmento tá tomando o seu maior valor, talvez... deve ser aqui que o segmento D, quero dizer tanto o ponto D e o ponto E chegam no ponto A. Depois ele vai tomando como um foco e vai refletindo.		05:29 – 05:45
2. Professor:	- E aí quando você faz o movimento já deforma a figura, né?		05:50 – 05:54
2. Pedro:	- É. (continua movimentando)		05:54 – 05:55
3. Pedro:	- Agora deixa eu ver o seguinte.		06:03 – 06:07

Quadro 3 – Algumas interações em âmbito relacional
 Fonte: Elaborado pelos autores.

⁷Veja o vídeo em: <https://youtu.be/VAdYFH7tjQ> (Aces: 13/04/2016)

No trecho “(...) *Depois ele vai tomando como um foco e vai refletindo*” (1.Pedro) é possível perceber que o aluno considera a construção anterior do triângulo isósceles. Ao manipular um dos vértices, Pedro elaborou a hipótese “*Acho que aqui vai refletindo ele...*” se referindo ao ponto - “ele” - que manipulou). No instante em que percebe que os pontos A, D e E tendem a coincidirem, ele conjectura que “*o segmento tá tomando o seu maior valor*” (o lado BC). Vale ressaltar que, em “*Agora deixa eu ver o seguinte*”, o estudante manipulava a construção constantemente e refinava suas conjecturas. Esse cenário, mediado pela tecnologia *touchscreen* e por tarefas que envolvem representações semióticas diversas, permite que os aprendizes realizem manipulações na tela e deem uma materialização aos signos na atividade em questão (BOTZER; YERUSHALMY, 2008).

Outro aspecto importante a destacar é a intervenção do professor. Quando o docente fala “*E aí? Continua... continua pra cá. E aí agora?*”, ele instiga o discente. Talvez, caso o educador não tivesse feito tais indagações, o estudante não investigasse o porquê das deformações ao se realizar aproximações e arrastos. Isso não significa que o docente deve estar preocupado com os tipos de manipulações que o aluno deve fazer, mas que ele proponha atividades que estimulem manipulações do domínio relacional, a fim de potencializar descobertas, reflexões e o desenvolvimento mais cauteloso do pensamento matemático dos estudantes.

Toques para concluir

Da mesma forma que os ambientes de geometria dinâmica modificaram as formas de aprender com papel e lápis, os dispositivos *touchscreen* estão transformando nossa cognição e nossas formas de interação e de comunicação interpessoal. O processo interativo nessas interfaces implica, também, uma observação coletiva de ações e de observações na tela. Nesse processo, o professor tem um papel muito importante ao acompanhar, interagir e instigar constantemente os seus alunos para o aprofundamento das ideias que surgem na realização de determinada atividade.

Na tabela 1, ilustramos os tipos de domínio que estamos observando nos experimentos de ensino que temos feito:

TOQUES EM TELA DE TABLETS E DOMÍNIOS DE APRENDIZAGEM EM GEOMETRIA

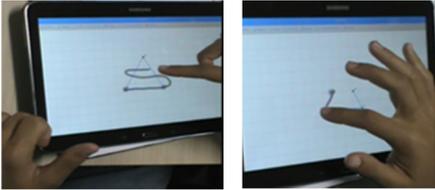
Domínio de manuseio	Natureza do processo geométrico	Característica do movimento	Exemplo de toque e descrição do procedimento utilizado
Construtivo	Observação mais isolada de aspectos de uma construção. Neste momento ocorrem mais construções, poucas explorações e aprofundamentos conceituais.	Fechado, predeterminado a um objetivo da construção.	<p>- Toques simples e deslize (usando um dedo) para construir retas paralelas. - O aluno está fazendo construções, sem mexer na figura, em sua posição etc.</p> 
Relacional	Observação mais global e relacionando vários aspectos da construção. Neste momento são frequentes explorações e refinamento de propriedades e conjecturas.	Aberto, focado em demandas conceituais emergentes da tarefa.	<p>- Deslizes (arrastar) livres, toques de manutenção (quando tocamos e paramos o dedo por um tempo), toques simples e duplos (quando tocamos uma vez ou seguidamente com o mesmo dedo), e manuseio de aproximar formas, ora por um único ponto ora por dois pontos. - O estudante, após as construções feitas, está variando a forma construída para analisar e depurar suas ideias.</p> 

Tabela 1 – Relacionando domínios de manuseio, movimentos e procedimentos associados.
Fonte: Elaborado pelos autores

Embora a manipulação de aproximar seja característica de uma interação no âmbito relacional, a reflexão dos sujeitos mostra-se transitar em dois domínios: construtivo e relacional (BAIRRAL; ASSIS; SILVA, 2015a). Enquanto no domínio construtivo a manipulação é mais da construção do objeto matemático em si, no relacional o usuário manuseia aprofundando sua linha de raciocínio e refinando conjecturas e propriedades geométricas emergentes. Nesse domínio, a organização de ideias e do processo de pensamento é mais frequente. Todavia, é importante sublinhar que esses domínios são dinâmicos e seu movimento de descobertas e de aprendizagem matemática é continuamente retroalimentado.

Cabe destacar que não esperamos que o professor fique restrito a identificar apenas os tipos de manipulações *touchscreen*, pois cada dispositivo possui performances

TOQUES EM TELA DE TABLETS E DOMÍNIOS DE APRENDIZAGEM EM GEOMETRIA

específicas. É relevante que o docente proponha tarefas que auxiliem no aprimoramento do conhecimento matemático dos estudantes e, também, despertem neles o gosto e o prazer de aprender e de falar de matemática. Então, fica para você, colega professor, uma sugestão provocativa de duas atividades que envolvem o mesmo conceito matemático como resposta, porém a forma como cada uma está enunciada implica em formas diferentes de tocar a tela e de pensar matematicamente.

Tarefa 1: Construa um quadrilátero qualquer. Localize o ponto médio de cada um de seus lados e una-os. O que você pode dizer sobre a natureza do quadrilátero formado por essa união? Justifique sua resposta.

Tarefa 2: Demonstre que unindo os pontos médios dos lados de um quadrilátero qualquer obtemos um paralelogramo.

Esperamos que você tenha se despertado sobre a importância e sobre as singularidades dos toques em tela no aprendizado matemático.

Referências

ARZARELLO, F.; BAIRRAL, M.; DANÉ, C. Moving from dragging to touchscreen: geometrical learning with geometric dynamic software. **Teaching Mathematics and its Applications**, v. 33, n. 1, p. 39-51, 2014. DOI: 10.1093/tea mat/hru002.

ARZARELLO, F.; ROBUTTI, O. Multimodality in multi-representational environments. **ZDM**, v. 42, n. 7, p.715-731, 2010.

BAIRRAL, M. A. Mãos, toques em telas de dispositivos móveis e aprendizagem matemática. **Pátio**, 2016. No prelo.

BAIRRAL, M. A. Do clique ao *touchscreen*: Novas formas de interação e de aprendizado matemático. 36^A REUNIÃO NACIONAL DA Anped, **Anais ...**, Goiânia 2013.

BAIRRAL, M. A.; ASSIS, A. R.; SILVA, B. C.C. **Mãos em ação em dispositivos touchscreen na educação matemática**. Rio de Janeiro: Edur, 2015a.

BAIRRAL, M. A., ASSIS, A., SILVA, B. C. C. Uma matemática na ponta dos dedos com dispositivos touchscreen. **RBECT**, v. 8, n. 4, p. 39-74, 2015b. doi: 10.3895/rbect.v8n4.1754

BOLITE FRANT, J. B. **Corpo e tecnologia: Implicações para cognição matemática**. 2002, Disponível em: <http://www.ufrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_25/corpo.pdf>. Acessado em: dez. de 2014.

BOLITE FRANT, J. B. **Linguagem, Tecnologia e Corporeidade: Produção de significados para o tempo em gráficos cartesianos**. 2011. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=155019936014>> . Acessado em: jan. de 2015.

BOTZER, G.; YERUSHALMY, M. Embodied Semiotic Activities and Their Role in the Construction of Mathematical Meaning of Motion Graphs. **Int J Comput Math Learning** 13, p. 111–134, 2008. DOI 10.1007/s10758-008-9133-7.

DAMÁSIO, A. R. **O erro de Descartes**: emoção, razão e o cérebro humano. Trad. portuguesa Dora Vicente e Georgina Segurado. São Paulo: Companhia das Letras, 2014.

DAMÁSIO, A. R. **O mistério da consciência**: Do corpo e das emoções ao conhecimento de si. Trad. Laura Teixeira. 10ª Ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

HOSTETTER, A. B.; ALIBALI, M. W. Visible embodiment: Gestures as simulated action. **Psychonomic Bulletin & Review**, v. 15, n. 3, p. 495-514, 2008.

RADFORD, L. Towards an embodied, cultural, and material conception of mathematics cognition. **ZDM Mathematics Education**, v. 46, n. 3, p. 349-361. 2014.

YOOK, H. **A study on the types of interactive motions in Mobile touch interface**. 2009. PhD Dissertation in Engeniering. Hongik University, Korea, 2009.



Veja mais em www.sbemrasil.org.br