



DISPOSITIVOS MÓVEIS COM TECNOLOGIA *TOUCHSCREEN* NO ENSINO DA GEOMETRIA

Melissa Meier¹

Cristiane Machado Pereira Felicio²

Marcus Vinicius de Azevedo Basso³

Educação Matemática, Tecnologias e Educação a Distância

Resumo:

O presente texto busca discutir as contribuições da utilização de tecnologias *touchscreen* para o desenvolvimento do pensamento matemático. Mais especificamente, propõe uma investigação de singularidades no desenvolvimento dos hábitos do pensamento em atividades de Modelagem Geométrica implementadas a partir do uso da tecnologia *touchscreen*. A escolha de trabalhar com Modelagem Geométrica é explorada neste trabalho com a finalidade de possibilitar aos sujeitos envolvidos o estudo de fenômenos reais que possam ser investigados, assimilados e melhor compreendidos do uso de ferramentas matemáticas. Trata-se de um estudo exploratório, em virtude da escassez de estudos na área. Como suporte tecnológico, a escolha pelo *Sketchometry*, software de geometria dinâmica disponível para smartphones, se justifica pois este possui um importante destaque no desenvolvimento da proposta de pesquisa, uma vez que, através do seu uso, é possível que os sujeitos elaborem e construam modelos geométricos de forma corporificada (interação *touchscreen*). Assim, espera-se ampliar o conhecimento sobre o modo como o uso da tecnologia *touchscreen* pode potencializar o desenvolvimento do pensamento ou, ainda, identificar uma nova forma de pensamento do sujeito quando em ações corporificadas na utilização desta tecnologia.

Palavras Chaves: Tecnologia. Geometria. Corporificação.

1. Proposta e Problema de Pesquisa

Esta proposta de pesquisa tem como foco principal a investigação e exploração da utilização da tecnologia *touchscreen* no contexto de ensino/aprendizagem da matemática buscando inseri-la como uma ferramenta, de forma a estimular o interesse pelos conteúdos abordados na escola.

Atualmente, diferentes áreas do conhecimento, como por exemplo a Interação Homem-Computador, estão estudando o *feedback* do movimento *touchscreen* como uma estratégia para melhorar a compreensão do usuário. Desta forma, diante dessas novas dinâmicas que emergem na sala de aula, nossa proposta é analisar como a tecnologia *touchscreen* pode enriquecer os processos de desenvolvimento do pensamento matemático. Particularmente, buscamos responder a seguinte

¹ Mestra em Ensino de Matemática. IFC – Campus Camboriú. E-mail: melissa.meier@ifc.edu.br

² Acadêmica do curso de Licenciatura em Matemática. IFC – Campus Camboriú. E-mail: cristianemachadop@hotmail.com

³ Doutor em Informática na Educação. UFRGS – Instituto de Matemática. E-mail: mbasso@ufrgs.br

questão de pesquisa: que singularidades no desenvolvimento do pensamento matemático a interação *touchscreen* pode proporcionar para alunos de Ensino Médio em atividades de Modelagem Geométrica?

O objetivo geral da pesquisa será analisar a contribuição do uso de dispositivos *touchscreen* quando se propõem e se utilizam atividades investigativas como a de Modelagem Geométrica. Em termos de objetivos específicos a proposta pretende: identificar e ilustrar modos de interação *touchscreen* durante o processo de construção de Modelos Geométricos; incentivar o uso de dispositivos móveis e da tecnologia *touchscreen* no processo de ensino-aprendizagem da matemática.

2. Geometria Dinâmica e o Desenvolvimento do Pensamento Matemático

Muitas pesquisas estão sendo promovidas para investigar as potencialidades dos dispositivos móveis para a aprendizagem (RUCHTER, KLAR e GEIGER, 2010; BATISTA, 2011). Este campo de pesquisa é conhecido como *mobile-learning* (*m-learning*) e engloba o estudo de tecnologias sem fio e computação móvel para permitir que a aprendizagem ocorra em qualquer tempo e lugar.

Apesar de vários dispositivos *touchscreen* estarem sendo desenvolvidos para o ensino, como, por exemplo, o *sketchometry*, aplicativo escolhido para o desenvolvimento desta investigação, ainda são raras as pesquisas que analisam o desenvolvimento do pensamento matemático ou a melhora na compreensão dos estudantes nesses recursos (BARENDREGT et al., 2012; LADEL; KORTENKAMP, 2012; TOENNIES et al., 2011).

Paul Goldenberg (1998) apresenta uma proposta de organização do currículo da Matemática centrada nos 'hábitos do pensamento', que se inserem em estratégias e modos de pensar que contribuem para desenvolvimento das capacidades de experimentar, testar, descobrir, raciocinar, generalizar, argumentar. Goldenberg define 'hábitos do pensamento' como "*modos de pensar que adquirimos tão bem, tornamos tão naturais e incorporamos tão completamente em nosso repertório que se transformam, por assim dizer, em hábitos mentais*" (GOLDENBERG, 1998a).

Goldenberg (1998) propõe um ensino que seja baseado no desenvolvimento de hábitos mentais que possibilitam ao aluno a criação de uma estrutura que pode ser aplicada em suas interações com o 'mundo'. Para ele, um currículo é coerente quando tem um enredo, uma mensagem sobre a matemática e, neste sentido, ele

nos diz: “a matemática não são os conteúdos, mas o raciocínio que descobre, reúne e dá sentido a esses conteúdos; a matemática é (em parte) um modo de pensar, um conjunto de hábitos de pensamento”. (GOLDENBERG, 1998a).

Goldenberg (1998) sugere, também, algumas tendências do ensino em geral e busca relações com a Matemática, identificando alguns ‘hábitos do pensamento’ que devem ser desenvolvidos nos alunos. Apresentamos a seguir alguns destes ‘hábitos do pensamento’, trazendo, também, um código de identificação que será utilizado no decorrer deste texto com o objetivo de tornar a comunicação mais objetiva. São eles: *visualizar* (HP-1), *reconhecer padrões ou invariantes* (HP-2), *fazer experiências e explorações* (HP-3), *criar, ser inventor* (HP-4), *fazer conjecturas* (HP-5), *descrever, formal e informalmente, relações e processos* (HP-6), e *raciocinar por continuidade* (HP-7).

Assim, ao optarmos pela utilização de dispositivos *touchscreen* nas aulas de Matemática, torna-se necessário compreender que, ao fazer a escolha de um aplicativo para a aplicação de uma atividade matemática, precisamos ter o cuidado de verificar se os recursos disponíveis possibilitam experiências para o pensamento e, conseqüentemente, para o desenvolvimento dos hábitos do pensamento.

Os programas de geometria dinâmica atendem a estas duas funções. São ferramentas que permitem a construção de figuras geométricas a partir das propriedades que as definem. Como indica Gravina et al. (2011), estes programas possuem um interessante recurso de ‘estabilidade sob ação de movimento’. Conforme estes autores:

[...] feita uma construção, mediante movimento aplicado aos pontos que dão início à construção, a figura que está na tela do computador se transforma quanto ao tamanho e posição, mas preserva as propriedades geométricas que foram impostas no processo de construção, bem como as propriedades delas decorrentes. Ou seja, a ‘figura em movimento’ guarda as regularidades que são importantes sob o ponto de vista da geometria. São figuras que não se deformam, e estas é que são as figuras da geometria dinâmica! (GRAVINA et al., 2011, p.29)

Ainda segundo Gravina et. al. (2011), as figuras da geometria dinâmica têm um papel importante na superação das dificuldades que são naturais no processo de aprendizagem da Geometria:

[...] as figuras da geometria dinâmica ajudam na superação das dificuldades com a Geometria, pois, ao colocar-se sob movimento uma dada construção, temos, na tela do computador, uma coleção de desenhos que correspondem ao componente figural do conceito ou propriedade em questão. (GRAVINA et al., 2011, p. 30).

A interface interativa dos softwares de geometria dinâmica propicia a realização de experimentos de pensamento e criação de situações que potencializam o desenvolvimento dos hábitos do pensamento. A manipulação direta de objetos na tela, com análise imediata da construção, concorrem para este desenvolvimento.

Nas palavras de Gravina (1998), referentes aos ambientes de geometria dinâmica, identificamos pontualmente as possibilidades destes ambientes quanto ao desenvolvimento de hábitos de pensamento:

Inicialmente, as construções dos alunos são desenhos do tipo 'a mão livre', reproduções de formas conhecidas, como quadrados e retângulos – predomina aí a percepção. Ao movimentarem o desenho, os alunos constatarem que a forma colapsa e deixam de apresentar a impressão visual desejada. Os recursos de “estabilidade sob ação de movimento” desafia os alunos a construir formas sob controle geométrico, isto é, submetidas a propriedades geométricas por eles escolhidas. Na tela do computador, os objetos vão se concretizando sob gradativo controle, na espiral *ação / formulação / validação*. (GRAVINA, 2001, p.88).

O desenho a mão livre está fortemente associado à visualização (HP1). As tentativas de construção de desenhos que ficam sob o controle geométrico estão relacionadas com os hábitos de reconhecimento de padrões e invariantes (HP-2). Na espiral *ação / formulação / validação* vemos a presença do hábito de *fazer experiências e explorações* (HP-3) e também daquele que refere a *reconhecer padrões ou invariantes* (HP-2). Na formulação e validação, identificamos os hábitos de *descrever relações e processos* (HP-6) e de *fazer conjecturas* (HP-5). Quanto ao hábito de *raciocinar por continuidade* (HP-7), vemos que ele acontece quando os alunos manipulam a construção e vem na tela um conjunto de instâncias do conceito em questão. O processo de construção de um quadrado ajuda a esclarecer nossas considerações: quando o aluno constrói o quadrado se apoiando tão somente na *visualização*, ao movimentar seus vértices ele se deforma. Para conseguir os *invariantes* 'lados congruentes' e 'ângulos retos', o aluno precisa usar procedimentos de construção (propriedades matemáticas).

No trabalho com geometria dinâmica, Goldenberg (1998b) indica especial atenção ao hábito de raciocinar por continuidade (HP-7), pois, com ele, os alunos estão construindo conexões entre a geometria e a matemática da mudança contínua.

Nesta pesquisa esperamos complementar o entendimento do hábito do pensamento de raciocinar por continuidade (HP-7) proposto pela teoria de

Goldenberg. Nossa proposta é estudar e analisar as especificidades da Interação Homem-Computador (IHC) partindo do entendimento que a manipulação *touchscreen* não é o mesmo que clicar em um mouse. Ou seja, o aluno além de raciocinar por continuidade em ambientes de geometria dinâmica, desenvolve, em manipulações *touchscreen*, uma ação humana corporificada trabalhando com a espacialidade da tela e a combinação de movimentos.

Para dispositivos móveis, as interações mediante tecnologia *touchscreen* ocorrem basicamente com o sistema reconhecendo a ação do usuário, a partir de suas programações prévias de linguagem, e traçando na área visualização do dispositivo, o que melhor se aproxima da interação realizada. Isso possibilita seis ações básicas com os dedos: tapa (*tap*), duplo tapa (*double tap*), longo tapa (*long tap / hold*), arrastar (*drag*), mudança de tela (*flick*), e múltiplos toques (girar, rotacionar) (CHOI, 2008 apud PARK et al. 2011, p. 841).

Nestes softwares o usuário pode traçar, calcular, mover entre outras ações no espaço de duas dimensões utilizando uma linguagem corporificada. Segundo Bairral (2013),

[...] para a geometria dinâmica com dispositivo *touchscreen*, assumimos que a manipulação nesse tipo de ambiente deve ser vista como uma ferramenta cognitiva que potencialize nos aprendizes as suas habilidades de exploração, de elaboração de conjecturas e de construção de diferentes meios de justificá-las. (BAIRRAL, 2013, p.8).

Enfim, por meio dos referenciais teóricos acima mencionados, a proposta é analisar como a tecnologia *touchscreen* pode enriquecer e complementar os processos de desenvolvimento dos hábitos de pensamento matemático. Para a realização desta análise optamos por embasar a pesquisa em atividades de Modelagem Geométrica e escolhemos o dispositivo *Sketchometry* como aporte tecnológico.

3. Modelagem Geométrica e o software Sketchometry

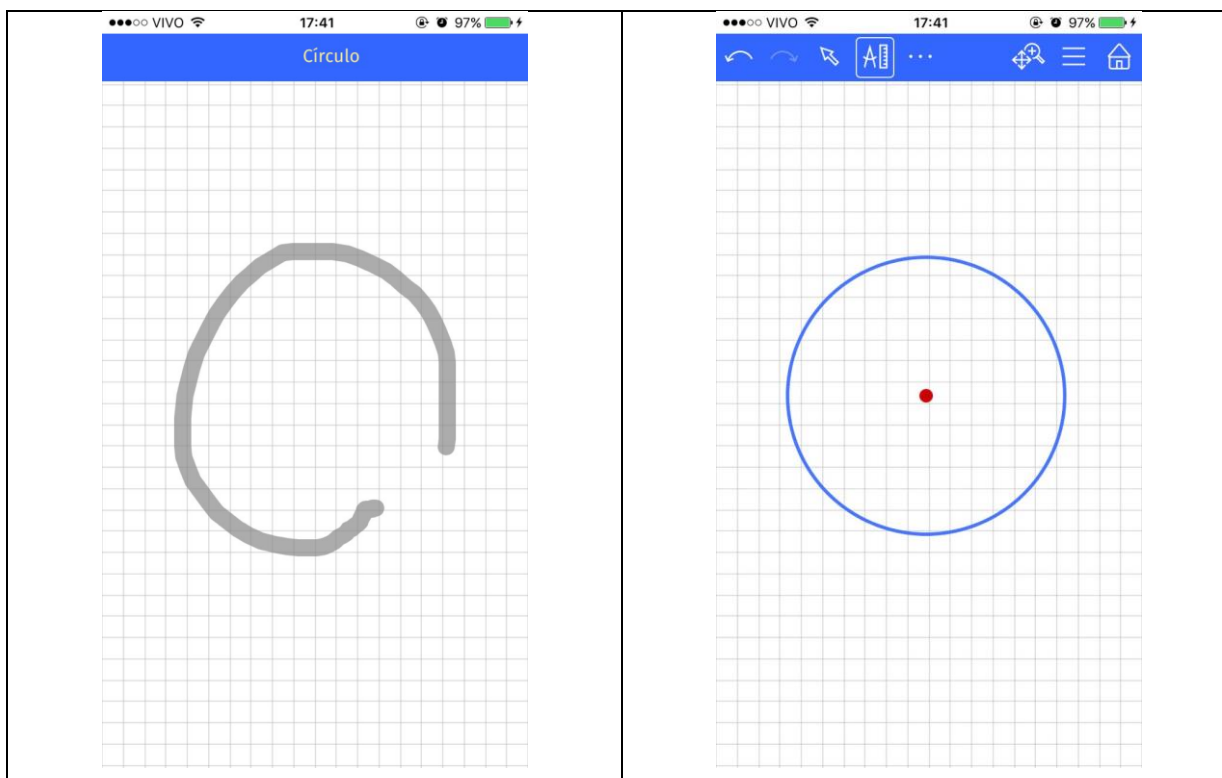
Para a realização dessa pesquisa escolhemos como proposta metodológica a Modelagem Geométrica. De início, esclarecemos que um modelo matemático é uma representação, na linguagem da matemática, de certo fenômeno. A modelagem geométrica é uma representação de fenômenos na qual a linguagem da geometria se faz presente - são modelos construídos a partir de pontos, retas, segmentos, dentre outros elementos (GRAVINA, 2011b). Os fenômenos que nos interessam

estão presentes em nosso cotidiano. Neles, as formas geométricas se apresentam em movimento.

Ao implementar uma modelagem geométrica defendemos o entendimento que muitos dos hábitos do pensamento da teoria de Goldenberg são desenvolvidos (MEIER, 2012). A primeira atitude é ter um olhar atento ao mecanismo que se pretende modelar. Assim, de imediato, faz-se presente a *visualização* (HP-1). Na sequência, o que entra em jogo é o *reconhecimento das invariantes* (HP-2) envolvidas no movimento do objeto. Então, concluída esta fase de análise do objeto a ser modelado, parte-se para a construção efetiva do modelo. Neste momento, muitos “hábitos do pensamento” se inter-relacionam, pois ao mesmo tempo em que *raciocinamos por continuidade*, quando em ambientes de geometria dinâmica, *exploramos* as ferramentas disponíveis e *conjecturamos* sobre a utilização das mesmas *criando*, desta forma, uma estratégia para construção do modelo geométrico.

O software *Sketchometry* não possui um menu de ferramentas para os elementos de construção, como o Geogebra, por exemplo. O software converte interações no *touchscreen* em elementos geométricos a partir de uma linguagem própria de comunicação. Identifica interação *touchscreen* realizada buscando aproximá-las com os elementos da geometria de sua programação prévia. Por exemplo: para desenhar uma circunferência o esboço que a produz pode ser representado de algumas formas, uma delas pode ser vista na Figura 1.

Figura1: Exemplo de esboço da construção da circunferência (à direita), e a própria correspondente gerada pelo software *Sketchometry* (à esquerda)



Fonte: Imagem dos autores.

O dispositivo apresenta códigos de interações *touchscreen* básicas para a construção de elementos da geometria plana. Porém, busca sempre aproximações mesmo quando as interações *touchscreen* não estão idênticas ao código proposto. Com o *Sketchometry*, podemos construir objetos geométricos comuns (pontos, segmentos, linhas), medi-los, arrastá-los, editá-los (usando diferentes cores, nomes etc.) e salvar a figura construída no servidor ou no espaço Google Drive, ele tem seu código aberto e está disponível para dispositivos móveis com tela pequena (por exemplo: telas de *smartphones*, menores do que 7 polegadas). Apresenta poucos menus de funções, possibilitando que se tenha maior espaço na tela do dispositivo para manipulações.

4. Metodologia

Para o desenvolvimento desta pesquisa, de caráter qualitativo, que ocorrerá em uma sequência de etapas, faremos uso de um estudo de caso. Escolhemos esta metodologia de pesquisa por considerar que o uso de dispositivos móveis com tecnologia *touchscreen* na educação matemática é “um fenômeno pouco investigado, o qual exige estudo aprofundado de poucos casos, que leve à

identificação de categorias de observação ou à geração de hipóteses para estudos posteriores”. (ALVES-MAZZOTTI, 2006, p. 644).

É nosso propósito estudar as singularidades no desenvolvimento do pensamento matemático quando os alunos trabalham com atividades de modelagem geométrica utilizando tecnologias *touchscreen* e, nesse contexto, investigar as formas como esta tecnologia media o processo educativo e quais as implicações e efeitos no desenvolvimento do pensamento. Este estudo engloba o desenvolvimento de experiências educacionais suportadas por dispositivos móveis para, a partir das percepções e ações dos alunos, verificar a apropriação e mediação pedagógica da tecnologia *touchscreen* no desenvolvimento do pensamento matemático.

A pesquisa está organizada por meio do estudo de uma coleção de duas modelagens geométricas. Uma vez explorado este material, os alunos participantes terão como desafio a realização de uma terceira modelagem geométrica, este sendo um especial momento de autoria.

Para auxiliar o aluno nesse desafio e acompanhá-lo na ‘jornada de construção’ do próprio modelo geométrico, serão propostos estudos das propriedades geométricas envolvidas na construção de dois modelos geométricos.

Além disso, na implementação da pesquisa, optamos pelos seguintes modelos geométricos: um ventilador e uma porta pantográfica.

Quanto à coleta de dados utilizaremos: questionário e respostas escritas para cada tarefa realizada (buscando identificar o desenvolvimento de hábitos do pensamento matemático dos alunos durante a realização das atividades), apresentação dos trabalhos desenvolvidos (intercalando alunos, todos devem realizar no mínimo uma apresentação ao grupo de suas produções), gravação em vídeo do trabalho no software. As observações recorrentes ao material coletado serão feitas conforme ilustrado a seguir.

Quadro 1: Procedimentos de análise para cada objetivo do estudo

Momento	Objetivo	Procedimento
1. Foco no tipo de manipulação <i>touchscreen</i> .	Identificar os tipos de interações <i>touchscreen</i> (Yook, 2009) no uso do <i>Sketchometry</i> .	Construção de tabelas associando fragmentos de interação (intervalos) ou instantes precisos do vídeo para cada tipo de <i>touchscreen</i> .

2. Foco no desenvolvimento de hábitos do pensamento matemático.	Descrever o processo de raciocínio dos discentes mediante argumentos utilizados e o uso das diferentes formas de interação <i>touchscreen</i> .	Exemplificação, argumentação e de interações <i>touchscreen</i> ao longo da implementação de cada tarefa proposta.
---	---	--

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em sintonia com Tang (2010) e Bairral (2013), consideramos que em dispositivos *touchscreen* a análise deve levar em consideração os passos (caminhos) de interação, não os pontos (ou clicks) isoladamente. Matematicamente, observar as trajetórias interativas pode ser também mais frutífero que detectar ações pontuais.

5. Considerações Parciais

Trata-se de um experimento que ainda será realizado, porém constatamos, em nossas análises iniciais, que novas interfaces de interação entre humanos e máquinas surgiram e estão presentes na escola. Para o futuro, entendemos ser certo afirmar que teremos uma mudança no propósito da tecnologia, abandonando a ideia de ser algo com o que interagimos para tornar-se parte de nós mesmos.

Referências bibliográficas

ALVES-MAZZOTTI, A. J. **Usos e abusos do estudo de caso**. Cadernos de Pesquisa, São Paulo, v.36, n 129, p. 637-651, set./dez. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cp/v36n129/a0736129.pdf>>. Acesso em: 26 mai. 2016.

BAIRRAL, M. A. **Do clique ao touchscreen: Novas formas de interação e de aprendizado matemático**. In: 36a Reunião Nacional da Anped, 2013, Goiânia. Sistema Nacional de Educação e Participação Popular: Desafios para as Políticas Educacionais. Goiânia: Anped/UFG, 2013. p. 1-18.

BARENDREGT, W. et al. **Development and Evaluation of Fingu: A Mathematics iPad Game Using Multi-touch Interaction**. Anais ... IDC 2012, Bremen, Germany, 2012.

GOLDENBERG, E. P. (1998 a). **“Hábitos de pensamento” um princípio organizador para o currículo (I)**. Educação e Matemática, 47, 31-35.

GOLDENBERG, E. P. (1998 b). **“Hábitos de pensamento” um princípio organizador para o currículo (II)**. Educação e Matemática, 48, 37-44.

GRAVINA, Maria A.; SANTAROSA, Lucila. M. **Aprendizagem Matemática em ambientes informatizados**. IV Congresso RIBIE, Brasília, 1998.

GRAVINA, M.A., et. al. Geometria Dinâmica na Escola. In: GRAVINA, M.A. et. al. (Orgs). **Matemática, Mídias Digitais e Didática – tripé para a formação de professores de Matemática**. Editora da UFRGS, 2011, p. 26-45. Disponível em: <http://www6.ufrgs.br/espmat/livros/livro_matematica_midias_didatica_completo.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2016.

GRAVINA, M.A., BASSO, M.V.A. Mídias Digitais na Educação Matemática. In: GRAVINA, M.A. et. al. (Orgs). **Matemática, Mídias Digitais e Didática – tripé para a formação de professores de Matemática**. Editora da UFRGS, 2011, p. 4-25. Disponível em: <http://www6.ufrgs.br/espmat/livros/livro_matematica_midias_didatica_completo.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2016.

MEIER, Melissa. **Modelagem geométrica e o desenvolvimento do pensamento matemático no Ensino Fundamental**. 2012. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Departamento de Matemática, UFRGS, Porto Alegre. 2012.

PARK, D. et al. **Investigating the affective quality of interactivity by motion feedback in mobile touchscreen user interfaces**. International Journal of Human-Computer Studies, v. 69, n. 12, p. 839-853, 2011.

RUCHTER, M.; KLAR, B.; GEIGER, W. **Comparing the effects of mobile computers and traditional approaches in environmental education**. Computers & Education, Oxford, UK: Elsevier Scienc Ltd, v. 54, p. 1054–1067, 2010.

SKETCHOMETRY. **Software Sketchometry On-line**. Disponível em <<https://sketchometry.org/en/index.html>>. Acesso em: 30 jun. 2017.

TANG, A. et al. VisTACO: Visualizing Tabletop Collaboration. International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces (ITS '10). **Anais ...** International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces (ITS '10). Saarbrücken, Alemanha, 2010.