



7, 8 e 9 de novembro de 2013

INTERPRETAÇÃO GEOMÉTRICA DE SISTEMAS LINEARES: PERCEÇÃO DE LICENCIANDOS EM MATEMÁTICA SOBRE O USO DE APLICATIVOS EM TABLETS

Gilmara Teixeira Barcelos – IFFluminense (gilmarab@iff.edu.br)
Silvia Cristina Freitas Batista – IFFluminense (silviac@iff.edu.br)

Resumo: Na atual sociedade, iniciativas direcionadas à formação de professores visando à integração de tecnologias digitais ao contexto escolar são fundamentais. Nessa perspectiva, foi promovido um estudo de caso na Licenciatura em Matemática de uma instituição federal, envolvendo o uso de aplicativos em tablets no estudo de sistemas lineares. Este artigo tem por objetivo discutir a visão dos licenciandos em Matemática sobre os plotadores gráficos dos aplicativos considerados, quando utilizados na interpretação geométrica de sistemas lineares 2×2 . Para tanto, inicialmente, é abordado o uso pedagógico de tablets. A seguir, são descritos os procedimentos metodológicos adotados no estudo de caso. Finalizando, são caracterizados os aplicativos utilizados e discutidos os resultados obtidos com o uso dos plotadores gráficos deles. Foi possível verificar que, na visão dos participantes, o uso dos aplicativos contribuiu para a atividade pedagógica promovida, mas, características específicas influenciaram na facilidade de uso de cada plotador.

Palavras-chave: Sistemas Lineares, Tablets, Formação de Professores

GEOMETRIC INTERPRETATION OF LINEAR SYSTEMS: TEACHER TRAINEES' PERCEPTION ON THE USE OF APPLICATIONS FOR TABLETS

Abstract: In current society, initiatives in teacher education aiming at the integration of digital technologies into school programs are vital. For this reason, a case study was conducted in the Mathematics Education Course at a federal institution involving the use of apps on tablets in the study of linear systems. This paper aims at discussing the view of training teachers on graph plotters when used in geometric interpretations of 2×2 linear systems. For this purpose, the study first addresses the pedagogical use of tablets. Following, the methodological procedures applied in the case study are described. The article closes with the characterization of the applications, and the discussion of results found in the use of graph plotters in those apps. It was observed that participants of the study found that the use of apps contributed for the pedagogical activity proposed in the study, but that specific features of the programs facilitated use of each plotter.

Keywords: Linear Systems, Tablets, Teacher Education

1 - Introdução



As tecnologias digitais (TD) têm alcançado grandes avanços advindos das características e necessidades da sociedade da informação. Um longo caminho, porém,



7, 8 e 9 de novembro de 2013

ainda precisa ser percorrido para que esse fato tenha reflexos significativos no sistema educacional. Segundo Gonçalves (2011), enquanto os alunos são cada vez mais usuários dessas tecnologias fora da escola, a educação apresenta dificuldades para acompanhar os avanços dessa área. Os *smartphones* e *tablets* são algumas destas tecnologias.

Neste contexto, é de suma importância que ocorram iniciativas que contemplem a formação inicial e continuada para a integração das TD ao contexto escolar. Uma perspectiva teórica que pode fundamentar essa integração é o *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK), ou seja, conhecimento tecnológico, pedagógico e do conteúdo (KOEHLER; MISHRA, 2009). Essa teoria se baseia no conceito de saber pedagógico, desenvolvido por Shulman (1986). Define-se TPACK como o saber de que os professores necessitam ter para ensinar com e sobre tecnologias nas diversas áreas do conhecimento, incluindo a discussão de questões pedagógicas sobre o uso das TD no estudo de conteúdos (KOEHLER; MISHRA, 2009).

Considerando a fundamentação teórica descrita, foi realizado um estudo de caso no qual foram utilizados aplicativos em *tablets* no estudo geométrico de sistemas lineares em duas e três dimensões. Embora o estudo de caso tenha envolvido sistemas lineares 2x2 e 3x3, neste artigo discutem-se apenas dados relativos ao estudo dos sistemas 2x2.

O estudo de caso ocorreu na disciplina *Educação Matemática e Tecnologias* da Licenciatura em Matemática de uma instituição federal, em agosto de 2013. A parte do estudo aqui relatada teve duração de 4 horas. Foram resolvidos, geometricamente, sistemas lineares 2x2, utilizando plotadores gráficos de três aplicativos para *tablets*.

Assim, este artigo tem por objetivo discutir a visão de licenciandos em Matemática sobre os plotadores gráficos dos aplicativos considerados, quando utilizados no estudo de sistemas lineares 2x2. Para tanto, na seção 2, é abordado o uso pedagógico de *tablets*. Na seção 3, são descritos os procedimentos metodológicos adotados no estudo de caso e, na seção 4, são caracterizados os aplicativos utilizados. Na seção 5, são discutidos os resultados obtidos com o uso dos plotadores gráficos dos mesmos. Finalizando, na seção 6, são apresentadas considerações sobre o estudo promovido.

2 - *Tablets* na Educação: uso de aplicativos

Em termos pedagógicos, os *tablets* permitem, além do acesso a materiais de pesquisa na Internet, a interação com aplicativos, a realização de simulados de provas e exercícios e acesso a cursos a distância, entre outras ações (SEABRA, 2012). Além disso, funcionam, também, como máquinas fotográficas, possuem recursos para gravação de vídeos e arquivos em áudio e são dotados de sensor de posicionamento e GPS, funções que podem ser importantes para trabalhos escolares (SEABRA, 2012).

Com todas essas possibilidades, o uso educacional de *tablets*, conforme defendido por Goodwin (2012), pode melhorar o engajamento, a motivação dos alunos e a colaboração entre eles, tanto presencial quanto a distância.

Focalizando os aplicativos educacionais para dispositivos móveis, é importante esclarecer que estes englobam os, especificamente, desenvolvidos para fins educacionais e, também, aqueles projetados para outros usos, mas que podem ser adaptados para fins pedagógicos (EDUCAUSE, 2010). Os aplicativos específicos para educação, em geral, possibilitam revisão rápida de informações, e não estudos muito prolongados. É, contudo, importante considerar que os dispositivos móveis tendem a





7, 8 e 9 de novembro de 2013

¹ Os aplicativos Calculus Tools, Me Plot Free e TriPlot 3D Graphing Free possuem versões pagas, além das gratuitas que foram utilizadas na pesquisa.

² <https://play.google.com/store?hl=pt_BR>.

³ Disponível em: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.seriocon.triplotfree>>.

⁴ Desenvolvido nas licenciaturas da instituição, desde 2010, com o objetivo geral de implementar ações direcionadas à formação de professores.

proporcionar, cada vez mais, melhor suporte a aplicativos multimídia e colaborativos (EDUCAUSE, 2010).

Em relação aos *tablets*, Marés (2012) destaca que, embora existam diversos aplicativos educacionais para esses dispositivos, muitos foram concebidos para contextos que não exigem a intervenção de professores. A utilização deles, portanto, em sala de aula, pode requerer estratégias adequadas para que esses aplicativos possam colaborar para os objetivos pedagógicos pretendidos.

Antes de estabelecer tais estratégias, no entanto, é preciso selecionar o(s) aplicativo(s). Essa ação requer, primeiramente, a identificação de recursos, preferencialmente gratuitos, compatíveis com o sistema operacional dos *tablets* a serem utilizados. De acordo com Amaral (2013), em relação à Matemática, existem boas opções de aplicativos de diversos tipos, com excelente qualidade e gratuitos.

A seguir, o professor deve analisar os aplicativos identificados, em termos de aspectos fundamentais, tais como conteúdo, funcionamento e usabilidade. Há muitos aplicativos disponíveis, mas nem sempre os mesmos apresentam qualidade adequada.

Considerando o contexto descrito e a necessidade de que tais questões sejam discutidas já na licenciatura, foi realizado o estudo de caso cujos procedimentos metodológicos são descritos na seção seguinte.

3. Procedimentos Metodológicos

Dadas às características da pesquisa, optou-se por realizar um estudo de caso. O mesmo ocorreu no âmbito da disciplina *Educação Matemática e Tecnologias*, ministrada no primeiro período da Licenciatura em Matemática de uma instituição federal. Nessa disciplina, os *softwares* são estudados segundo o referencial teórico TPACK.

O tema matemático selecionado para o estudo de caso foi análise gráfica de sistemas lineares, devido ao fundamental papel das visualizações proporcionadas pela tecnologia, para o estudo do mesmo. Além disso, trata-se de um assunto ainda pouco explorado nos livros didáticos de Ensino Médio (BATTAGLIOLI, 2008; JORDÃO, 2011).

Para a construção de gráficos, foram buscados aplicativos para *tablets* com sistema operacional Android, que possibilitassem tal ação. Diversos aplicativos foram analisados e, dentre estes, foram selecionados quatro para o experimento completo (com sistemas 2x2 e 3x3): *Calculus Tools*, *xGraphing*, *Me Plot Free* e *TriPlot 3D Graphing Free*. Para a seleção foram utilizados os seguintes critérios: i) ter plotador gráfico; ii) ser gratuito¹; iii) funcionar em *smartphones* e *tablets*; iv) ter a avaliação do aplicativo, disponibilizada na loja Google Play², superior a 4,5 (em uma escala de zero a cinco). Desses quatro, somente os três primeiros foram utilizados no estudo de sistemas 2x2. O *TriPlot 3D Graphing Free*³ não foi usado no referido estudo por possuir somente plotador gráfico 3D (três dimensões). Os três aplicativos considerados são caracterizados na próxima seção.

Os *tablets* utilizados na pesquisa realizada pertencem ao Projeto Pró-Docência⁴, vinculado à instituição de ensino em questão, e foram adquiridos com verba da CAPES. São sete *tablets* Motorola XOOM, com sistema operacional Android. Esses são utilizados em ações destinadas a licenciandos.

A turma considerada possuía 29 alunos, mas somente 24 participaram de todas as ações do estudo de caso, que requereu dois encontros, promovidos em horário regular da disciplina. Nessa, a turma é dividida em dois grupos para melhor uso das TD. Esse





7, 8 e 9 de novembro de 2013

⁵ Disponível em: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.pierwiastek.xgraphing&hl=pt-BR>>.

⁶ Versão gratuita disponível em: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.andymc.derivative&hl=pt-BR>>.

fato permitiu o trabalho com os sete *tablets* institucionais. Para tanto, os alunos foram agrupados em duplas. O primeiro, com duração de 3h, teve em vista as seguintes ações: i) apresentar a teoria sobre interpretação geométrica de sistemas lineares; ii) discutir o uso pedagógico de dispositivos móveis na educação; iii) instalar um dos aplicativos selecionados; iv) experimentar os recursos dos plotadores gráficos dos três aplicativos considerados; v) classificar sistemas lineares 2x2, a partir da análise gráfica.

Para a realização das ações descritas, foram elaboradas uma apresentação de *slides* abordando o uso de dispositivos móveis na educação e uma apostila. Essa contém uma parte teórica e atividades a serem realizadas com os aplicativos selecionados. Com a realização das atividades visou-se aumentar os conhecimentos tecnológicos, pedagógicos e de conteúdo dos licenciandos.

O segundo encontro, com duração de 1h, teve como objetivo discutir os recursos dos aplicativos usados e responder a um questionário sobre a visão dos licenciandos a respeito dos aplicativos utilizados.

Para a coleta de dados, os instrumentos adotados foram observação e questionário (com questões fechadas e abertas). Os dados foram analisados segundo uma abordagem, predominantemente, qualitativa.

4 - Caracterização dos Aplicativos Selecionados

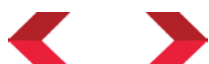
Os três aplicativos descritos nesta seção contêm plotadores gráficos. O idioma das versões utilizadas é o inglês, fato que ainda ocorre com muitos aplicativos. Na pesquisa, foram analisadas apenas as versões gratuitas dos aplicativos.

4.1. *xGraphing*⁵

O *xGraphing* foi desenvolvido pela empresa Propane Apps. A versão 1.0 foi a utilizada. Essa requer Android 2.2 ou superior. Tal aplicativo traça gráficos de funções no sistema cartesiano somente em duas dimensões (2D). Além das funções polinomiais, é possível construir gráficos de funções que envolvem função modular, logarítmica, seno, cosseno, tangente, exponencial, arco seno, arco cosseno, arco tangente e raiz quadrada. A equação deve ser digitada na forma explícita, não sendo necessário escrever $f(x)$ ou y . É possível também construir gráficos a partir de pontos marcados no sistema cartesiano (no máximo quatro pontos), o aplicativo traça o gráfico que se ajusta aos pontos e mostra a lei da função. Os gráficos gerados podem ser salvos como imagens no dispositivo móvel e também podem ser compartilhados de diversas formas (por *bluetooth*, e-mail, Instagram, WhatsApp, entre outros). Não há limite do número de gráficos numa mesma tela. O aplicativo apresenta um tutorial bem explicativo sobre os recursos disponíveis.

4.2 - *Calculus Tools*⁶

O *Calculus Tools* foi desenvolvido por Andy McSherry. A versão 1.3.5 foi a utilizada; essa requer Android 2.1 ou superior. Como o próprio nome sugere, esse aplicativo possui diversos recursos para o estudo de Cálculo. Permite, entre outras ações, calcular





7, 8 e 9 de novembro de 2013

⁷ Versão gratuita disponível em: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=meplot.daplot&hl=pt-BR>>.

derivadas e integrais (definidas), determinar séries de Taylor e visualizar gráficos de funções (2D, 3D e em coordenadas polares). A equação pode ser digitada na forma explícita, não sendo necessário escrever $f(x)$ ou y (estes aparecem automaticamente) ou na forma paramétrica. Há limite de seis gráficos por tela, na versão gratuita. Existe uma opção de salvar os gráficos como imagem a partir do próprio aplicativo. É possível alterar os valores máximos e mínimos dos eixos e também o intervalo da escala dos eixos. Tem uma seção de ajuda ao usuário, que apresenta uma biblioteca de sintaxe das funções matemáticas e uma breve explicação sobre algumas funcionalidades.

4.3 - *mePlot Free*⁷

Leonardo Taglialegne é o desenvolvedor do *mePlot Free*. A versão 1.5.0 foi a utilizada; essa requer Android 2.1 ou superior. O aplicativo possibilita construir gráficos em 2D e 3D. A equação pode ser digitada na forma explícita, implícita e paramétrica. Não há limite de quantidade de gráficos por tela, na versão gratuita. Além da construção de gráficos, o aplicativo possui uma calculadora científica que possibilita realizar operações com matrizes e números complexos e resolve equações e sistemas do primeiro e segundo grau. Na versão gratuita, há também uma seção ajuda, porém mostra apenas uma tela em branco. Ocorre ainda um problema na seção denominada *Functions* que não abre ao ser selecionada. Não há possibilidade de salvar os gráficos como imagem.

5 - *Análise e Discussão dos Dados*

No primeiro encontro, foram promovidas as atividades mencionadas na seção de Procedimentos Metodológicos. Inicialmente, os licenciandos destacaram, oralmente, a facilidade e rapidez com que instalaram um dos aplicativos no *tablet*.

Durante a resolução das atividades, foi possível observar que os licenciandos não tiveram dificuldade em lidar com os aplicativos, embora não os conhecessem. Além disso, o interesse na atividade proposta ficou bastante evidenciado, destacando o aspecto motivador dos *tablets*, como mencionado por Goodwin (2012).

Ao resolver, geometricamente, os sistemas 2×2 , os alunos foram observando diferenças entre os recursos dos plotadores gráficos dos aplicativos, assim como entre a qualidade dos gráficos apresentados. Alguns aspectos observados pelos alunos: i) no *xGraphing* é necessário digitar o $*$ na multiplicação (assim, para escrever $2x$ é preciso digitar $2*x$) e o procedimento para apagar a equação não é intuitivo, é preciso clicar e arrastar; ii) no *Calculus Tools*, a equação não fica na mesma tela do gráfico; iii) no *mePlot*, é necessário rolar o teclado para usar alguns recursos.

Os alunos capturaram telas das soluções geométricas dos sistemas, enviaram por *email* pessoal deles e, fora do horário da aula, prepararam um arquivo em um editor de texto, com as imagens e a classificação dos sistemas. Tais arquivos foram postados na rede social utilizada na disciplina, para avaliação da atividade realizada.

No segundo encontro, foi promovida uma discussão sobre os recursos dos aplicativos usados e sobre a atividade realizada. Além disso, os alunos responderam a um questionário sobre a percepção dos mesmos a respeito dos aplicativos utilizados.

A tabela 1 apresenta os resultados levantados. Em cada afirmativa apresentada na referida tabela, os alunos deveriam assinalar uma das opções:



Concordo Completamente (CC); Concordo (C), Não Concordo Nem Discordo (NC ND), Discordo (D) e Discordo Completamente (DC).

Tabela 1 - Avaliação dos Aplicativos

Opções	CC %	C %	NC ND %	D %	DC %
Afirmativas					
A visualização dos gráficos foi satisfatória no xGraphing.	58	25	13	0	4
Utilizar o plotador gráfico do xGraphing foi fácil.	38	46	8	4	4
A utilização do xGraphing contribuiu para a realização da atividade promovida.	63	29	4	0	4
A visualização dos gráficos foi satisfatória no Calculus Tools.	46	29	13	8	4
Utilizar o plotador gráfico 2D do Calculus Tools foi fácil.	42	42	8	4	4
A utilização do Calculus Tools contribuiu para a realização da atividade promovida.	50	38	8	0	4
A visualização dos gráficos foi satisfatória no mePlot Free.	13	38	29	17	4
Utilizar o plotador gráfico 2D do mePlot Free foi fácil.	25	50	21	0	4
A utilização do mePlotFree contribuiu para a realização da atividade promovida.	25	46	17	8	4

Fonte: Autores

Os dados da Tabela 1 permitem observar que os três aplicativos receberam, de maneira geral, avaliações bem positivas, sendo o xGraphing o melhor avaliado. Atribui-se o resultado mais favorável ao xGraphing à interface mais atraente, ao tutorial que é apresentado ao abrir o aplicativo e à possibilidade de visualizar o gráfico na mesma tela da lei da função. É importante considerar que, apesar de melhor avaliado, esse aplicativo também apresentou algumas dificuldades, como por exemplo, no procedimento para apagar um gráfico e por não mostrar y ou $f(x)$ antes da lei da função.

Uma questão aberta solicitava, ainda, comentários sobre os aplicativos. Os registros abaixo sinalizam algumas diferenças identificadas entre eles:

Gostei, mas a meu ponto de vista o melhor para aprendizado a 2D foi o xGraphing (Estudante K).

xGraphing é ótimo, mas deixa a desejar quando temos que deletar uma função não mais desejada. O Calculus Tools é de fácil utilização, de visualização boa, e o que mais oferece recursos (Estudante T).

Questionados se, de maneira geral, a atividade promovida com a utilização dos aplicativos propostos foi positiva, 22 alunos responderam positivamente e dois deixaram em branco. A seguir, apresenta-se um desses comentários.

Sim, pois nos possibilitou conhecer novos aplicativos, e ainda nos deu a possibilidade de avaliar qual aplicativo será mais satisfatório na realização das atividades (Estudante I).





7, 8 e 9 de novembro de 2013

Assim, entende-se que a atividade promovida foi relevante. Foi possível observar que, na visão dos participantes, o uso dos aplicativos contribuiu para a atividade promovida, mas, características específicas influenciaram na facilidade de uso de cada plotador. Como afirma Goodwin (2012), no contexto atual, o professor também precisa ser preparado para identificar aplicativos e avaliar o valor educacional deles.

6 - Considerações Finais

A experiência promovida permitiu observar a importância da análise de recursos a serem utilizados pedagogicamente. Algumas características favorecem a facilidade de uso dos recursos e isso tem reflexo na realização da atividade a ser desenvolvida em sala de aula. Assim, é fundamental que a análise de recursos seja trabalhada na formação de professores, pois essa visão crítica será muito importante na prática pedagógica.

Em relação aos alunos considerados no estudo de caso, sabe-se que não conheciam os aplicativos utilizados, porém lidaram com esses sem dificuldades, o que foi considerado muito positivo. Essa habilidade de lidar com aplicativos pode ser muito útil em termos profissionais, posteriormente. Além disso, é importante ressaltar que a receptividade dos alunos à proposta da atividade, com os recursos utilizados, foi excelente, o que sinaliza que o uso de *tablets* pode contribuir, também, para a motivação dos alunos.

Certamente, entende-se que nenhum recurso, tecnológico ou não, representa a solução para os problemas educacionais. Não tirar proveito das potencialidades das tecnologias digitais, no entanto, é tentar manter a educação formal fora do contexto atual.

Referências

AMARAL, P. G. R. *Softwares matemáticos e estatísticos para tablets: uma análise inicial*. 2013. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT). Universidade Federal Fluminense. Disponível em: <<http://bit.profmtat-sbm.org.br/xmlui/handle/123456789/585>>. Acesso em: 28 jul. 2013.

BATTAGLIOLI, C. S. M. *Sistemas lineares na segunda série do ensino médio: um olhar sobre os livros didáticos*. 2008. 102 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) - Programa de Pós-graduados em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica – PUC/SP, São Paulo, 2008.

EDUCAUSE. *7 Things You Should Know about Mobile Apps for Learning*. 2010. Disponível em: <<http://net.educause.edu/ir/library/pdf/ELI7060.pdf>>. Acesso em: 2 jan. 2013.

GOODWIN, K. *Use of Tablet Technology in the Classroom*. NSW Curriculum and Learning Innovation Centre, 2012. Disponível em: <http://rde.nsw.edu.au/files/iPad_Evaluation_Sydney_Region_exec_sum.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2013.

GONÇALVES, M. I. R. *Educação na Cibercultura*. Curitiba: Editora CRV, 2011.





7, 8 e 9 de novembro de 2013

JORDÃO, A. L. I. *Um Estudo sobre a resolução algébrica e gráfica de Sistemas Lineares 3x3 no 2º ano do Ensino Médio*. Dissertação (mestrado Profissional em Ensino de Matemática). São Paulo, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC, 2011.

KOEHLER, M. J.; MISHRA, P. What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, v.9, n.1, p. 60-70, 2009.

MARÉS, L. *Tablets in Education: opportunities and challenges in one-to-one programs*. 2012. Disponível em: <<http://www.relpe.org/wpcontent/uploads/2012/04/Tablets-in-education.pdf>> Acesso em: 12 fev. 2013.

SEABRA, C. *Tablets na sala de aula*. 2012. Disponível em: <<http://cseabra.wordpress.com/2012/04/22/tablets-na-sala-de-aula/>>. Acesso em: 12 fev. 2013.

