

# Uso de Aplicativos em *Tablets* no Estudo de Sistemas Lineares: percepção de licenciandos em Matemática

Gilmara Teixeira Barcelos

Instituto Federal Fluminense  
Rua Dr. Siqueira, 273. Parque Dom Bosco.  
CEP: 28030-130. Campos  
dos Goytacazes/RJ-Brasil  
55 22 27262810  
gilmrab@iff.edu.br

Silvia Cristina Freitas Batista

Instituto Federal Fluminense  
Rua Dr. Siqueira, 273. Parque Dom Bosco.  
CEP: 28030-130. Campos  
dos Goytacazes/RJ-Brasil  
55 22 27262810  
silviac@iff.edu.br

## 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 2x2 and 3x3 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 four 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 specific features of the programs influence the ease of use of each plotter, particularly in the case of 3x3 linear systems.

## 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 2x2 e 3x3. 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 quatro aplicativos utilizados e discutidos os resultados obtidos com o uso dos plotadores gráficos dos mesmos. 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, principalmente no caso de sistemas lineares 3x3.

## Categories and Subject Descriptors

K.3.1 [Computers and Education]: Computer Uses in Education - collaborative learning.

## General Terms

Performance, Experimentation, Verification.

## Palavras-Chave

*Sistemas Lineares, Tablets*, Formação de Professores

## 1. INTRODUÇÃO

As tecnologias digitais (TD) têm alcançado avanços advindos das características e necessidades da sociedade da informação, transformando as formas de trabalho, de comunicação, de lazer, de aprendizagem, entre outros ramos. Porém, um longo caminho ainda precisa ser percorrido para que o reflexo destes avanços ocorra de forma significativa no sistema educacional. Segundo Gonçalves [1], o avanço tecnológico, sobretudo nos processos de comunicação, tem provocado impasses para a educação. Esta área apresenta dificuldade para acompanhar tal desenvolvimento, enquanto os alunos são cada vez mais usuários dessas tecnologias fora da escola [1]. Os *smartphones* e *tablets* são algumas dessas tecnologias.

Nesse contexto, é de suma importância que ocorram iniciativas que contemplem a formação inicial e continuada de professores, tendo em vista 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 [2]. Esta teoria se baseia no conceito de saber pedagógico, desenvolvido por Shulman [3]. Define-se TPACK<sup>1</sup> como o conhecimento 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 [2].

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. O estudo de sistemas lineares com auxílio de TD tem sido realizado por diversos autores [5, 6, 7], mas, novas formas de uso dos mesmos têm surgido, em particular com a popularização do uso dos *tablets* e, portanto, investigações relativas ao assunto são importantes.

O estudo de caso ocorreu na disciplina *Educação Matemática e Tecnologias* da Licenciatura em Matemática de uma instituição federal, em agosto de 2013, com duração de 6 horas. Foram resolvidos, geometricamente, sistemas lineares 2x2 e 3x3,

---

<sup>1</sup> Koehler e Mishra [2] e Pális [4] apresentam detalhes da teoria TPACK.

utilizando, no total, plotadores gráficos de quatro aplicativos para *tablets* com sistema operacional Android.

Assim, este artigo tem por objetivo discutir a visão de licenciandos em Matemática sobre os plotadores gráficos dos aplicativos considerados, quando utilizados para o estudo de sistemas lineares  $2 \times 2$  e  $3 \times 3$ . 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 simulações e jogos educacionais, a realização de simulados de provas e exercícios e acesso a cursos a distância, entre outras ações [8]. Além disso, funcionam, também, como máquinas fotográficas, permitindo tirar fotos, editá-las e publicá-las em álbuns *on-line* ou *blogs*. Também 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 [8].

Com todas essas possibilidades, o uso educacional de *tablets*, conforme defendido por Goodwin [9], pode melhorar o engajamento, a motivação dos alunos e a colaboração entre os mesmos, tanto na educação presencial quanto a distância.

De acordo com Laura Marés [10], há indicativos de que a portabilidade e a conectividade oferecida por esses dispositivos incentivam a colaboração e a interação entre alunos em sala de aula. No entanto, a autora destaca que o uso pedagógico de *tablets* ainda precisa ser analisado mais profundamente, de forma a determinar potencialidades e eventuais limitações envolvidas.

Em relação à Matemática, Preciado-Babb [11] descreve uma experiência no Ensino Fundamental, na qual foram utilizados iPads. Segundo o autor, o uso do dispositivo contribuiu para o desenvolvimento da atividade proposta, permitindo a exploração de abordagens variadas para a realização da mesma e diferentes formas de representação das soluções dos alunos para o problema. A relação dos alunos com o *tablet*, segundo o autor, pode ser mais íntima do que com outros artefatos que são utilizados apenas para a aprendizagem de tarefas matemáticas, como a calculadora, por exemplo, por se tratar de um dispositivo que o usuário pode configurá-lo ao seu modo, para uso educacional ou não [11].

Focalizando, em particular, 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 [12]. Os aplicativos específicos para educação, em geral, envolvem breves interações, usando recursos simples de navegação e gráficos que permitam a adequação a vários tamanhos de tela. Assim, normalmente, possibilitam uma revisão rápida de informações, e não estudos muito prolongados, e são mais adequados a atividades como levantamento de informações e apoio ao estudante em alguma atividade educativa [12]. No entanto, é importante considerar que os dispositivos móveis estão evoluindo rapidamente e tendem a

proporcionar cada vez mais facilidade de acesso a informações e melhor suporte para aplicativos multimídia e colaborativos [12].

Embora aplicativos não propriamente educacionais possam ser muito úteis em diversos contextos pedagógicos, defende-se que recursos direcionados a temas curriculares são fundamentais. Estes podem contribuir para uma aproximação mais efetiva entre os dispositivos móveis e a educação formal [13].

Em relação aos *tablets*, Marés [10] destaca que, embora existam diversos aplicativos educacionais para esses dispositivos, muitos foram concebidos para contextos que não exigem a intervenção de professores. Portanto, a utilização dos mesmos, 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 [14], em relação à Matemática, existem boas opções de aplicativos de diversos tipos, com excelente qualidade, que utilizam os recursos dos *tablets*, e ainda são multiplataformas e gratuitos.

A seguir, o professor deve analisar os aplicativos identificados, em termos de aspectos fundamentais como conteúdo, funcionamento, usabilidade e proposta pedagógica. Há muitos aplicativos disponíveis, mas nem sempre os mesmos apresentam qualidade adequada. Assim, essa análise prévia é essencial. Em termos de proposta pedagógica, Batista [13] menciona que muito aplicativos para dispositivos móveis podem ser utilizados de diferentes formas, sem ter uma proposta pedagógica claramente associada. Assim, podem colaborar em atividades investigativas ou apoiar atividades mais tradicionais, dependendo da abordagem adotada pelo professor [13].

Observa-se, assim, que, como defendido por Seabra [8], o uso pedagógico dos *tablets* irá requerer um professor preparado, dinâmico e investigativo. Considerando o contexto descrito e a necessidade de que tais questões sejam discutidas desde a formação inicial de professores, foram selecionados aplicativos para serem utilizados e analisados por alunos em um estudo de caso. Os procedimentos metodológicos para a referida experiência são descritos na seção seguinte.

## 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Dadas às características da pesquisa, optou-se por realizar um estudo de caso. O mesmo foi promovido no âmbito da disciplina *Educação Matemática e Tecnologias*, ministrada no primeiro período da Licenciatura em Matemática de uma instituição federal, por uma das autoras deste artigo.

Na referida disciplina, os *softwares* são estudados segundo o referencial teórico TPACK, ou seja, as atividades desenvolvidas abrangem conhecimento tecnológico, pedagógico e de conteúdo. Dessa forma, temas matemáticos são selecionados para serem abordados com o auxílio de TD, de forma que o uso dessas tecnologias nunca tenha um fim em si mesmo. No estudo de caso realizado, o tema selecionado foi interpretação geométrica 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 [15, 6]. Na turma considerada, outros temas que envolvem construções gráficas já haviam sido

abordados com o uso de *softwares* no computador<sup>2</sup>. Para possibilitar a experimentação de um dispositivo móvel para a construção de gráficos, foram buscados aplicativos para *tablets*, com sistema operacional Android, que possibilitassem tal ação.

Para tanto, foi promovida uma pesquisa na loja *on-line* Google Play<sup>3</sup>. Diversos aplicativos foram pesquisados e analisados e, dentre estes, foram selecionados quatro para o experimento completo (com sistemas 2x2 e 3x3): *Calculus Tools*, *xGraphing*, *mePlot Free* e *TriPlot 3D Graphing Free*. Para a seleção foram utilizados os seguintes critérios: i) ter plotador gráfico; ii) ser gratuito; iii) funcionar em *smartphones* e *tablets*; iv) ter a avaliação do aplicativo, disponibilizada na loja Google Play, superior a 4,5 (em uma escala de zero a cinco). Desses quatro, somente os três primeiros foram utilizados no estudo de sistemas lineares 2x2. O *TriPlot 3D Graphing Free* não foi usado no referido estudo por possuir somente plotador gráfico 3D (três dimensões). No estudo de sistemas 3x3, o aplicativo *xGraphing* não foi utilizado, pois o mesmo traça gráficos de funções no sistema cartesiano somente em duas dimensões (2D). Os quatro aplicativos considerados são caracterizados na próxima seção.

Os *tablets* utilizados na pesquisa realizada pertencem ao Projeto Pró-Docência<sup>4</sup>, vinculado à instituição de ensino em questão, e foram adquiridos com verba da CAPES. São sete *tablets* Motorola XOOM, com sistema operacional Android. Os mesmos são utilizados em ações destinadas a licenciandos, tendo em vista o levantamento de potencialidades e dificuldades do uso pedagógico desses dispositivos.

Na disciplina em que o experimento ocorreu, *Educação Matemática e Tecnologias*, a turma é dividida em dois grupos para melhor uso das TD. Este fato permitiu o trabalho com os sete *tablets* institucionais. Para tanto, os alunos foram agrupados em duplas.

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. 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 aplicativos, considerados necessários para a resolução das atividades propostas; v) classificar os sistemas lineares, 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. Esta contém um resumo teórico das condições para análise geométricas de sistemas lineares 2x2 e 3x3 e atividades a serem realizadas com os aplicativos selecionados (construção dos gráficos e classificação dos sistemas). As atividades foram divididas em duas questões. Na primeira, foi

<sup>2</sup> O *software* Graphmática (<http://www.graphmatica.com/>) foi utilizado no estudo de posições de duas retas no plano e o Winplot (<http://math.exeter.edu/tparris/winplot.html>) apoiou o estudo de transformações gráficas da função polinomial do segundo grau.

<sup>3</sup> Mantida pela empresa Google, para distribuição de aplicativos Android, jogos, filmes e livros digitais. Endereço eletrônico: <<https://play.google.com/store>>.

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

solicitada a análise geométrica de três sistemas lineares em 2D e a classificação dos mesmos. Um sistema era possível e determinado (retas concorrentes), outro era impossível (retas paralelas) e o terceiro era um sistema possível e indeterminado (retas coincidentes). Nessa questão, todos os gráficos foram plotados em três aplicativos: *xGraphing*, *Calculus Tools* e *mePlot Free*. A segunda questão era análoga à primeira, porém, os sistemas lineares apresentam três equações e três variáveis (3D). Estes sistemas contemplam as oito posições possíveis relativas aos três planos que representam as equações (uma correspondendo ao sistema determinado, quatro correspondendo a sistemas impossíveis e três a sistemas indeterminados). Apesar de serem oito as posições possíveis, foram propostos nove sistemas, pois foram três os aplicativos considerados nessa questão (repetiu-se uma das situações, apenas para totalizar um mesmo número de sistemas a ser resolvido por aplicativo). Os gráficos dos três primeiros sistemas foram plotados no *TriPlot 3D Graphing Free*, os três seguintes no *Calculus Tools* e os três últimos no *mePlot Free*. No entanto, caso a visualização do gráfico não fosse considerada conveniente pelo aluno, no aplicativo indicado, o mesmo poderia utilizar mais de um aplicativo. Com a realização das atividades visou-se aumentar os conhecimentos tecnológicos, pedagógicos e de conteúdo dos licenciandos, tendo como foco a integração das TD à prática docente dos mesmos.

O segundo encontro, com duração de 3 horas, teve como objetivo dar continuidade à resolução geométrica dos sistemas, discutir sobre os recursos dos aplicativos, utilizados nas atividades de sistemas, e explorar livremente os aplicativos, visando identificar recursos não usados nas atividades. Além disso, foi proposto um questionário tendo em vista captar a visão dos licenciandos a respeito dos aplicativos utilizados e sobre outras questões relacionadas ao uso de *tablets*.

Para a coleta de dados, foram adotados os seguintes instrumentos: observação, questionário e os arquivos de respostas das atividades. Os dados foram analisados segundo uma abordagem, predominantemente, qualitativa.

## 4. CARACTERIZAÇÃO DOS APLICATIVOS SELECIONADOS

Os quatro 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<sup>5</sup> dos aplicativos.

### 4.1 *xGraphing*<sup>6</sup>

O *xGraphing* (Figura 1) foi desenvolvido pela empresa *Propane Apps*. A versão 1.0 foi a utilizada, esta requer Android 2.2 ou superior. Esse 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

<sup>5</sup> Na época da pesquisa, o *xGraphing* possuía apenas a versão gratuita, os demais possuíam também versões pagas. As versões gratuitas apresentavam algumas restrições em termos de recursos, em relação às versões pagas, mas as mesmas não comprometeram a realização da atividade proposta.

<sup>6</sup> Disponível em: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.pierwiastek.xgraphing&hl=pt-BR>>.

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.

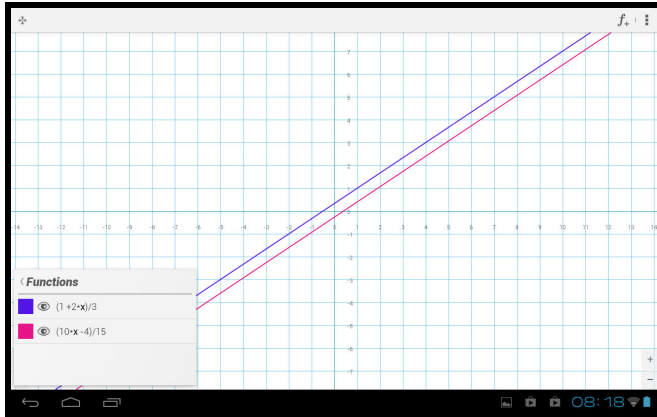


Figura 1. Tela do *xGraphing* – versão 1.0

#### 4.2 *Calculus Tools*<sup>7</sup>

O *Calculus Tools* (Figura 2) foi desenvolvido por Andy McSherry. A versão 1.3.5 foi a utilizada, esta requer Android 2.1 ou superior. Como o próprio nome sugere, este aplicativo possui diversos recursos para o estudo de Cálculo. Permite, entre outras ações, calcular 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. As leis das funções não ficam visíveis para o usuário quando os gráficos são exibidos. 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 breves explicações sobre algumas funcionalidades.

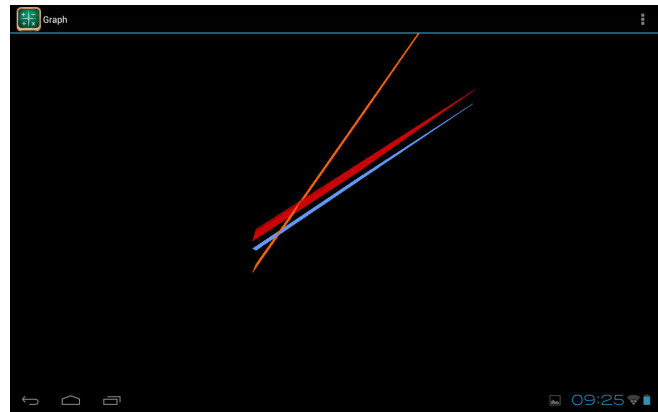


Figura 2. Tela do *Calculus Tools* – versão 1.3.5

#### 4.3 *mePlot Free*<sup>8</sup>

Leonardo Taglialegne é o desenvolvedor do *mePlot Free* (Figura 3). A versão 1.5.0 foi a utilizada, esta 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 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 esta 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.

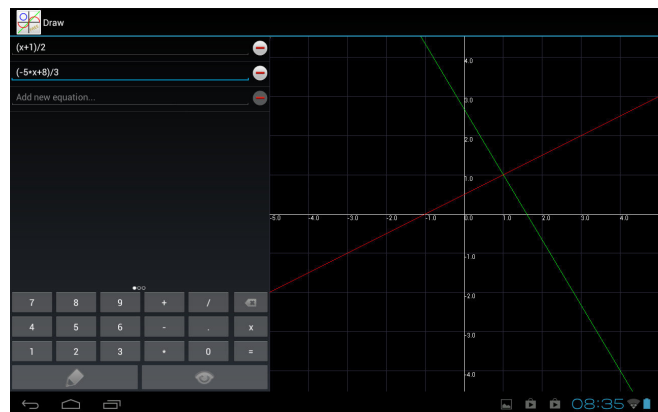


Figura 3. Tela do *mePlot Free* - versão 1.5.0

#### 4.4 *TriPlot 3D Graphing Free*<sup>9</sup>

O *TriPlot 3D Graphing Free* (Figura 4) foi desenvolvido por Seriocon. A versão utilizada foi a 1.00, esta requer Android 2.2 ou superior. Este aplicativo possibilita a construção de gráficos apenas em 3D. A equação deve ser digitada na forma explícita. Na

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

<sup>8</sup>Versão gratuita disponível em:  
<<https://play.google.com/store/apps/details?id=meplot.dplot&hl=pt-BR>>.

<sup>9</sup>Versão gratuita disponível em:  
<<https://play.google.com/store/search?q=TriPlot3DGraphingFree&hl=pt-BR>>.

versão gratuita, é possível mostrar, no máximo, oito gráficos simultaneamente na tela. É possível alterar os valores máximos e mínimos dos eixos. As leis das funções não ficam visíveis para o usuário quando os gráficos são exibidos. Não tem a seção ajuda, apresenta apenas o nome do desenvolvedor. Além da construção de gráficos de funções polinomiais, é possível plotar gráficos de funções que envolvem funções trigonométricas, funções trigonométricas inversas, trigonométricas hiperbólicas, modulares e logarítmicas.

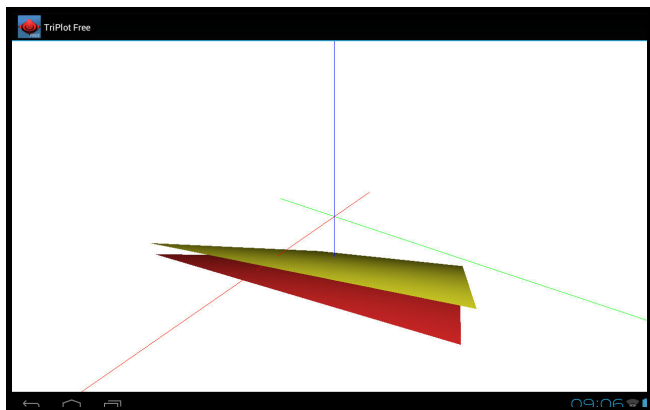


Figura 4. Tela do *TriPlot 3D Graphing Free*- versão 1.00

Na seção seguinte, são discutidos os resultados obtidos na experiência promovida, que compreendeu o uso dos aplicativos descritos no estudo da interpretação geométrica de sistemas lineares.

## 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 sobre sistemas lineares  $2 \times 2$ , foi possível observar que os licenciandos não tiveram dificuldade em lidar com os mesmos, embora não conhecessem os aplicativos. Além disso, o interesse na atividade proposta ficou bastante evidenciado, destacando o aspecto motivador dos *tablets*, como mencionado por [9].

Ao resolver geometricamente os sistemas, 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 lei da função não fica na mesma tela do gráfico e os eixos não são mostrados em 3D; iii) no *mePlot*, é necessário rolar o teclado para usar alguns recursos e a visualização em 3D não é de fácil compreensão. Além disso, a existência da seção *Functions* leva a uma ideia inicial de que é preciso acessar tal seção para digitar as funções a serem plotadas, mas essa ação é feita na seção *Draw*; iv) no *TriPlot 3D*, a lei da função não fica na mesma tela do gráfico. Além disso, o sinal de multiplicação utilizado é o  $\times$  e não \*, o que gera certa confusão ao digitar a variável  $x$ , uma vez que a diferença é muito pequena, apenas mudando o tamanho. Caso o usuário digite o sinal de multiplicação  $\times$  no lugar da variável  $x$ , o gráfico não é construído. Vale ressaltar que não é necessário digitar o sinal de multiplicação nas leis das funções,

como por exemplo, em  $y = 2x + 3$ . Esse aplicativo não tem a seção ajuda, nesta aparece apenas o nome dos desenvolvedores.

Observou-se que dois alunos, espontaneamente, durante a resolução das atividades instalaram os aplicativos nos seus *smartphones*. Porém, comentaram que o tamanho da tela do *tablet* era mais adequada para a atividade proposta.

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

No segundo encontro, como já mencionado na seção 3, foi promovida uma discussão sobre os recursos dos aplicativos usados e sobre a atividade realizada. Além disso, os alunos investigaram, livremente os recursos dos quatro aplicativos. Entre outras descobertas, destacam-se as seguintes: i) é possível alterar a escala dos eixos no *xGraphing* e no *TriPlot 3D*; ii) no *Calculus Tools* há uma tabela de fórmulas matemáticas agrupada por temas e o aplicativo possibilita o cálculo de derivadas de funções; iii) no *xGraphing* é possível construir gráficos a partir de pontos marcados na tela; iv) o *Calculus Tools* possui calculadora; v) é possível transladar os gráficos, por meio de vetores, no *xGraphing*.

Ainda no segundo encontro, os alunos responderam a um questionário sobre a percepção dos mesmos a respeito dos aplicativos utilizados e sobre outras questões relacionadas ao uso pedagógico de *tablets*.

Por meio das respostas do questionário diagnosticou-se que a média de idade dos 24 licenciandos era de 21 anos. Somente cinco alunos afirmaram já ter utilizado *tablet* para fins pedagógicos, antes do estudo de caso promovido. Os usos pedagógicos apontados pelos mesmos foram: i) realizar pesquisa; ii) estudar para prova; iii) fotografar ou realizar filmagens com fins educacionais, iv) realizar atividade ou trabalho solicitado por professor da licenciatura. Embora a opção “Utilizar um aplicativo educacional” tenha sido uma das apresentadas, a mesma não foi assinalada por nenhum aluno. Como esses recursos são bastante comuns entre os jovens, havia a expectativa de que os mesmos já tivessem sido utilizados pedagogicamente pelos alunos. Esse resultado, então, reforça a importância de ações envolvendo aplicativos educacionais na licenciatura, como a relatada neste artigo, tendo em vista a preparação dos licenciandos para atuar na sociedade atual.

A tabela 1 apresenta os resultados levantados quanto à construção de gráficos em 2D. 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 - sistemas em 2D.**

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

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 os mesmos:

*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).*

A tabela 2 apresenta os resultados levantados quanto à construção de gráficos em 3D. 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 2 - Avaliação dos Aplicativos - sistemas em 3D.**

Opções	CC %	C %	NC ND %	D %	DC %
Afirmativas					
A visualização dos gráficos foi satisfatória no <i>TriPlot 3D Graphing Free</i> .	17	63	21	0	0
Utilizar o plotador gráfico do <i>TriPlot 3D Graphing Free</i> foi fácil.	33	54	8	4	0
A utilização do <i>TriPlot 3D Graphing Free</i> contribuiu para a realização da atividade promovida.	38	54	4	4	0
A visualização dos gráficos foi satisfatória no <i>Calculus Tools</i> .	33	46	17	4	0
Utilizar o plotador gráfico 2D do <i>Calculus Tools</i> foi fácil.	42	50	4	4	0
A utilização do <i>Calculus Tools</i> contribuiu para a realização da atividade promovida.	42	50	8	0	0
A visualização dos gráficos foi satisfatória no <i>mePlot Free</i> .	13	17	25	29	17
Utilizar o plotador gráfico 2D do <i>mePlot Free</i> foi fácil.	25	33	33	4	4
A utilização do <i>mePlot Free</i> contribuiu para a realização da atividade promovida.	21	42	21	13	4

Os dados da Tabela 2 possibilitam afirmar que o *TriPlot 3D* e o *Calculus Tools* foram melhor avaliados do que o *mePlot Free*. Atribui-se os índices recebidos pelo *mePlot Free* à visualização dos gráficos. Cada plano é traçado com mais de duas cores, fato que dificulta a análise gráfica. Além disso, não há áreas distintas para a digitação de equações em 2D e 3D. Porém, o mesmo apresenta um recurso interessante, que é a possibilidade de digitar a equação na forma explícita e também na implícita.

Um aluno comentou, oralmente, que o ideal seria juntar os pontos positivos dos aplicativos em um só. Esta afirmação sinaliza que a análise realizada foi bem detalhada.

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, apresentam-se três desses comentários.

*A utilização desses aplicativos teve um bom resultado, sendo um bom recurso para utilizar em sala de aula, promovendo uma nova maneira de aprendizagem por descoberta que pode ser incentivada na sala de aula por professores que possuem o domínio desses aplicativos para poder utilizar (Estudante G).*

*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).*

*Sim, pois com esses aplicativos utilizando o tablet nos exigiu uma certa "curiosidade" para estar investigando o software (Estudante N).*

Assim, considera-se que a atividade promovida foi relevante. Foi possível observar que, na visão dos participantes, o uso dos aplicativos contribuiu para a atividade, mas, características específicas influenciaram na facilidade de uso de cada plotador. Como afirma Goodwin [9], no contexto atual, o professor também precisa ser preparado para identificar aplicativos e avaliar o valor educacional dos mesmos. Além disso, os comentários destacam o interesse pela novidade que é o uso pedagógico do *tablet*.

Os arquivos de atividades dos alunos foram corrigidos e o resultado foi muito bom. Os poucos erros que ocorreram não foram na classificação dos sistemas e sim decorrentes do fato de dois plotadores não apresentarem a lei da função na tela do gráfico. Isso acarretou imagens coladas em itens trocados. O último sistema proposto era possível e determinado, ou seja, os planos possuíam apenas um ponto em comum. A visualização desta interseção não é fácil, sendo assim, todos os alunos construíram estes gráficos em mais de um dos plotadores. O *TriPlot 3D* foi o aplicativo que possibilitou melhor visualização.

Quando questionados sobre a facilidade do uso do *tablet* institucional, 29% dos alunos consideraram *muito fácil* e 63% consideraram *fácil*. Somente 8% dos licenciandos consideraram regular. As dificuldades identificadas quanto ao *tablet* ser institucional foram: i) não poder levar para casa para concluir as atividades e investigar mais intensamente; ii) não poder cadastrar a conta de *e-mail* pessoal no equipamento, o que tornaria mais simples o envio das telas capturadas. Nesse sentido, foi usado um navegador de Internet. Como defendido por Preciado-Babb [11], uma característica importante dos *tablets* é poder ser configurado de acordo com preferências pessoais. Porém, isso no caso dos *tablets* institucionais, que ficam em posse dos alunos apenas no horário das aulas, não é possível. No comentário desta questão um aluno fez um registro (apresentado abaixo) sobre a dificuldade de capturar a tela, porém, entende-se que essa questão não está exatamente associada ao fato do *tablet* ser institucional e sim à posição dos botões que devem ser usados para a realização da captura. Considera-se que esta dificuldade decorre do fato do *tablet* ser um recurso novo para a maioria.

*Achei a utilização boa, porém na hora em que pretendemos fazer um print da página requer algumas tentativas pela falta de habilidade com o que está sendo executado (Estudante D).*

Finalizando, questionou-se, por meio de uma pergunta aberta, se os alunos, como futuros professores, consideram que os *tablets* podem ser bons recursos pedagógicos. Abaixo são apresentados quatro desses comentários.

*Os tablets ainda são meios que oferecem poucos recursos em relação aos computadores. Apesar de a cada dia surgirem novos softwares para esse "instrumento" eles ainda não superam os computadores. Seria um recurso bastante razoável pedagogicamente, na minha opinião (Estudante D).*

*Considero um bom recurso pedagógico, pela boa interatividade e facilidade de transporte, podendo utilizar na sala de aula com os*

*alunos, provocando aprendizagem por descoberta, inserindo tablets para fins educativos (Estudante G).*

*Sim, entretanto é necessário que o professor saiba utilizar esse recurso, pois do contrário o tablet se transforma em um recurso inútil (Estudante M).*

*Sim. Pois pode incentivar o aluno por não se limitar em estudar no lugar fixo. Mas o professor deve ser qualificado pois como ja sabemos o tablet nao substitui o professor (Estudante O).*

Estes comentários destacam pontos importantes na discussão sobre o uso pedagógico de *tablets*: i) diferenças entre os plotadores disponíveis para uso no computador e os para uso em *tablets*; ii) vantagem da mobilidade; iii) necessidade de preparação do professor. Todos os aspectos destacados estão de acordo com o referencial teórico apresentado na seção 2, fato que sinaliza a coerência das respostas apresentadas.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência promovida permitiu observar a importância da análise de aplicativos para *tablets*. 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 ferramentas pedagógicas seja trabalhada na formação de professores, pois essa visão crítica será muito importante na prática profissional.

Em relação aos alunos considerados no estudo de caso, os mesmos não conheciam os aplicativos utilizados, porém lidaram com os recursos 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.

Ressalta-se que as mesmas atividades sobre sistemas poderiam ter sido desenvolvidas no computador, inclusive de maneira mais prática. No entanto, optou-se pelo uso de *tablets*, dadas as finalidades da disciplina *Educação Matemática e Tecnologias*, que visa, entre outros aspectos, analisar o uso pedagógico de TD na Educação. Os *tablets* estão se tornando cada vez mais populares e conhecer possibilidades pedagógicas desses equipamentos é essencial para a formação de professores.

Como estudos futuros pretende-se investigar se os participantes da pesquisa utilizaram os plotadores em outras disciplinas da licenciatura, replicar o experimento com professores em serviço e analisar o uso pedagógico de aplicativos de geometria dinâmica em *tablets*.

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

## REFERÊNCIAS

- [1] Gonçalves, M. I. R. (2011) Educação na Cibercultura. Curitiba: Editora CRV.
- [2] Koehler, M. J. & Mishra, P. (2009) What is technological pedagogical content knowledge? Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, v.9, n.1, pp. 60-70.

- [3] Shulman L. S. (1986) Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, Vol. 15, No. 2. (Feb., 1986), pp. 4-14
- [4] Palis, G. de L. R. (2010) O conhecimento tecnológico, pedagógico e do conteúdo do professor de Matemática. *Educação Matemática Pesquisa*. São Paulo, v.12, n.3, pp. 432-451.
- [5] Ferreira A. P. F. P. & Caldas, F. de F de S. (2009) Monografia (Licenciatura em Matemática). Campos dos Goytacazes, RJ, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense – IF Fluminense.
- [6] Jordão, A. L. I. (2011) 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.
- [7] Gonçalves, J. da S. & Karrer, M. Sistemas Lineares: proposta de uma entrada experimental desenvolvida em ambiente computacional. In: Encontro Nacional de Educação Matemática, XI, 2013, Curitiba. Anais... Curitiba: PUC, 2013. pp.1-16.
- [8] Seabra, C. (2012) Tablets na sala de aula. Disponível em: <<http://cseabra.wordpress.com/2012/04/22/tablets-na-sala-de-aula/>>. Acesso em: 12 jun. 2013.
- [9] Goodwin, K. (2012) 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\\_Regio\\_n\\_exec\\_sum.pdf](http://rde.nsw.edu.au/files/iPad_Evaluation_Sydney_Regio_n_exec_sum.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2013.
- [10] Marés, L. (2012) Tablets in Education: opportunities and challenges in one-to-one programs. Disponível em: <<http://www.relpe.org/wpcontent/uploads/2012/04/Tablets-in-education.pdf>> Acesso em: 12 jun. 2013.
- [11] Preciado-Babb, A. P. (2012) Incorporating the iPad in the mathematics classroom. In: Global Engineering Education Conference (EDUCON) 2012, Marrakech. *Proceedings...* Marrakech: IEEE. 2012. pp. 1-5.
- [12] Educause. (2010) 7 Things You Should Know about Mobile Apps for Learning. Disponível em: <<http://net.educause.edu/ir/library/pdf/ELI7060.pdf>>. Acesso em: 2 ago. 2013.
- [13] Batista, S. C. F. (2011) M-LearnMat: Modelo Pedagógico para Atividades de M-learning em Matemática. Tese (doutorado em Informática na Educação). Porto Alegre, RS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.
- [14] Amaral, P. G. R. (2013) Softwares matemáticos e estatísticos para tablets: uma análise inicial. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT). Universidade Federal Fluminense. Disponível em: <<http://bit.profmatsbm.org.br/xmlui/handle/123456789/585>>. Acesso em: 28 jul. 2013.
- [15] Battaglioli, C. S. M. (2008) 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.