

USO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS E APLICATIVOS MATEMÁTICOS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE APLICAÇÕES DE DERIVADAS EM CURSOS DE ENGENHARIA

USE OF MOBILE DEVICES AND MATH APPS IN TEACHING AND LEARNING OF DERIVATIVES APPLICATIONS IN ENGINEERING COURSES

Data de entrega dos originais à redação em: 17/03/2017
e recebido para diagramação em: 28/06/2017

Fulvio Bianco Prevot¹ Juliano Schimiguel²
Carlos Fernando de Araújo Jr.³ Ismar Frango Silveira⁴

É muito comum que alunos de cursos de Engenharia, em que o cálculo diferencial e integral é um importante objeto de aprendizagem, apresentem dificuldades de assimilação de tais conteúdos, seja por falta de embasamento teórico, bem como pelo fato de a forma tradicional de ensinar esse conteúdo não conseguir conduzir o aluno a aprendê-lo e aplicá-lo na resolução de problemas. Este trabalho tem por objetivo apresentar uma atividade de aplicação de derivadas, utilizando dispositivos móveis dotados de aplicativos matemáticos (m-learning), sem descartar a tradicional solução analítica de problemas. O público-alvo são alunos das etapas iniciais dos cursos de Engenharia e de Tecnologia. A atividade proposta está fundamentada na Teoria da Atividade, combinada com a Modelagem Matemática. Os aplicativos matemáticos são usados como suporte ao desenvolvimento da atividade, usados pelos alunos para verificar e conferir a solução por eles encontrada. Os resultados esperados são a melhoria da eficácia dos processos de ensino e de aprendizagem, uma vez que o ambiente fornecido pelo uso dos dispositivos e aplicativos constitui uma ambiente familiar e favorável à aprendizagem, calcado em uma combinação de metodologias.

Palavras-chaves: M-learning. Teoria da Atividade. Modelagem Matemática. Cálculo Diferencial e Integral. Aplicativos Matemáticos. Dispositivos Móveis.

It is very common students of engineering courses, in which differential and integral calculus is an important learning object, present difficulties in assimilating such contents, either because of a lack of theoretical basis, as well as because the traditional way of teaching may not be enough to lead the student in learning and applying this content in problem solving. This work aims to present a derivative application activity, using mobile devices equipped with math applications (m-learning), without ruling out the traditional problem-solving solution. The target students are the ones from the initial stages of Engineering and Technology courses. The proposed activity is based on Activity Theory, combined with Mathematical Modeling. Mathematical applications are used as support to the development of the activity, which are used by the students to verify and validate the solution found by their analytical solution. The expected results are an improvement of the effectiveness of teaching and learning processes, based on the environment provided by the use of the devices and applications is familiar and learning-friendly, based on a combination of methodologies.

Keywords: M-learning. Activity Theory. Mathematical Modeling. Differential and Integral Calculus. Math Apps. Mobile Devices.

1 INTRODUÇÃO

Nas salas de aula de Instituições de Ensino Superior, em particular nos cursos de Engenharia, em que o cálculo diferencial e integral é um importante objeto de aprendizagem, é muito comum que alunos apresentem dificuldades de assimilação de tais conteúdos, seja por falta de embasamento teórico, não obtido nas etapas anteriores da educação formal, bem como pelo fato de a forma tradicional de ensinar esse conteúdo não conseguir conduzir o aluno a aprendê-lo e utilizá-lo na resolução de problemas ou até mesmo despertar maior interesse em explorar possíveis aplicações práticas. É sabida e notória a importância que o cálculo diferencial e integral tem na formação do engenheiro, principalmente no que concerne ao relacionamento de grandezas físicas (variáveis de um problema)

entre si, como também à forma de pensar, analisar e solucionar problemas.

Neste sentido, buscar maneiras mais interessantes, atrativas e eficazes de ensinar e aprender cálculo diferencial e integral, envolvendo o uso de novas tecnologias de informação e comunicação pode ser um caminho, para tornar o ensino e a aprendizagem menos penosos e que despertem, no educando, maior interesse e vontade de superar dificuldades e obstáculos, deslocando um pouco o foco da parte operacional do cálculo para a interpretação e resolução dos problemas. Não que a destreza operativa não tenha sua importância no desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático, porém apenas isso é pouco, quando se tem em mente um dos objetivos finais na formação do engenheiro, que é a capacidade de entender e resolver problemas de ordem técnica.

1 - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus São Paulo - Programa de Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul.

2 - Universidade Cruzeiro do Sul - Programa de Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul.

3 - Universidade Cruzeiro do Sul - Programa de Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul.

4 - Universidade Cruzeiro do Sul - Programa de Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul.

Conforme Ferruzzi (2003), as discussões sobre a Educação Matemática no Brasil e no mundo, apontam para a necessidade de se adequar o ensino às novas tendências educacionais, as quais podem contribuir para a melhoria do ensino e aprendizagem da Matemática. As recomendações sugeridas pela sociedade e pelos órgãos educacionais enfatizam um ensino que valorize o desenvolvimento do raciocínio, da capacidade de trabalhar em equipe e solucionar problemas, de compreender as tecnologias e de se adaptar a uma sociedade cada vez mais exigente e em mutação rápida. É sabido que a Matemática é componente extremamente importante nos cursos de engenharia e de tecnologia. O cálculo diferencial e integral, juntamente com outras disciplinas do curso ministradas nos primeiros períodos, formam a base do desenvolvimento de conceitos importantes. Também é consenso que a Matemática tem sido uma das principais responsáveis pela reprovação e/ou desistência de muitos estudantes desde o ensino básico até o ensino superior.

Assim, metodologias de ensino mais eficazes e que utilizem novas tecnologias de informação e comunicação (TIC) precisam ser desenvolvidas e aplicadas, principalmente porque o uso de dispositivos móveis e de aplicativos por estes suportados fazem parte de um ambiente extremamente familiar às gerações que chegam às séries iniciais dos cursos mencionados. Associada a metodologias de ensino adequadas, a tecnologia passa a ser um poderoso meio, para modernizar e melhorar significativamente os processos de ensino e de aprendizagem, esperando-se, assim que os resultados da aprendizagem tenham também significativa melhoria. Em outras palavras, que o aluno realmente aprenda Cálculo Diferencial e Integral de maneira significativa e que perceba como, quando e como aplicar tais ferramentas na análise de problemas.

Neste contexto, Farajallah (2016) investigou o impacto do uso de *smartphones*, na aquisição de algumas habilidades e atitudes na solução de equações algébricas na Universidade de Al-Aqsa. O grupo experimental (32 alunos) foi ensinado por meio de *smartphones*, enquanto que o grupo de controle (32 alunos) foi ensinado pelo método tradicional. Os resultados do estudo mostraram "... que há significativas diferenças estatísticas entre os grupos experimental e de controle a favor do grupo experimental...", ou seja, a favor do grupo que utilizou os *smartphones*.

A pesquisa de Conceição et al. (2015), apresentou "... os primeiros resultados da pesquisa em andamento: 'As potencialidades do uso de aplicativos matemáticos para smartphones como um recurso pedagógico em sala de aula'. Essa pesquisa, de caráter qualitativo, está sendo realizada com alunos da Educação Básica de uma escola pública da cidade de Pelotas/RS ... onde foram planejadas e realizadas oficinas que utilizam como recurso o aparelho celular, caracterizando a aprendizagem móvel. Para isso foi selecionado o aplicativo **PhotoMath**, disponível gratuitamente para download, capaz de resolver equações e cálculos matemáticos em tempo real, utilizando apenas a câmera do aparelho." O objetivo da pesquisa foi "... verificar o potencial que esses aplicativos possam ter no processo

de ensino e aprendizagem da matemática, usando-os como uma ferramenta educativa que auxilie o trabalho do professor." As conclusões preliminares do trabalho das autoras indicou que os alunos "... tiveram uma percepção importante que, embora o aplicativo resolva e dê o desenvolvimento dos cálculos, ele não substitui a orientação do professor e nem o raciocínio lógico dos discentes na resolução de situações problemas." Apesar do aplicativo ter algumas limitações, pode-se inferir que seu uso em sala de aula "servirá como mais um recurso pedagógico a ser utilizado pelo professor dentro e fora da sala de aula, se bem utilizado trazendo benefícios como: uma aprendizagem contínua que possa ocorrer em qualquer hora e lugar, uma auto avaliação do aluno já que dá um retorno imediato do erro e acerto, otimizando o tempo em sala e dando suporte a aprendizagem individual e coletiva...".

O objetivo deste trabalho é apresentar uma possível aplicação das TIC, em um plano de atividades de resolução de problemas, envolvendo aplicação de derivadas, especificamente com uso de dispositivos móveis (tablets ou smartphones), dotados com os aplicativos matemáticos *WinPlot* e *PhotoMath*, associados a uma estratégia de ensino baseada na Teoria da Atividade e na Modelagem Matemática.

A seguir, serão apresentados: base metodológica (Teoria da Atividade e Modelagem Matemática), considerações sobre o uso de tecnologias de informação e comunicação, m-learning, uma descrição dos aplicativos computacionais a serem usados como suporte, o plano de trabalho da atividade em sala de aula e as considerações finais.

2 BASE METODOLÓGICA

Nesta seção, são apresentadas a Teoria da Atividade e a Modelagem Matemática, que fundamentam o plano de atividade em sala de aula proposto na penúltima seção deste trabalho.

2.1. Teoria da Atividade

A teoria da atividade surgiu no campo da psicologia, com os trabalhos de Vygotsky, Leontiev e Luria, como um "esforço por construção de uma psicologia sócio-histórico-cultural", fundamentada nos trabalhos de Marx e Engels. Ela apresenta um caráter multidisciplinar, tendo abrangência em vários campos, tais como a educação, a antropologia, a sociologia do trabalho, a linguística, a filosofia, entre outros (DUARTE, 2002). Foi criada muito antes do computador e da complexidade da vida atual, antevendo não só a importância do instrumento como mediador das relações entre o sujeito e seu ambiente, como também parecendo ser capaz de explicar a complexidade dessas relações. (ALMEIDA, 2016).

Em geral, a teoria da atividade possui os seguintes princípios básicos (ALMEIDA, 2016):

- a) **Princípio da estrutura hierárquica da atividade:** estabelece que a atividade humana é organizada por três níveis hierárquicos complementares: a atividade, a ação e a operação. A atividade é composta por ações, que por sua vez são implementadas por operações, que dependem das condições de execução das ações.

- b) **Princípio da orientação a objetos:** especifica que toda ação é orientada a objetos, pois estes incorporam o motivo da atividade. A interação dos processos mentais com o mundo exterior é sempre orientada a objetos (deste mundo real). Estes objetos “acabam modelando e motivando as atividades dos sujeitos.” Segundo Leontiev (1983), “... para a Teoria da Atividade, é na atividade do sujeito, mediada pelo contexto social e pelas ferramentas culturais, que se dá o processo de interação com os objetos do conhecimento. O objeto da atividade é o seu motivo real. Não pode existir atividade sem um motivo.”
- c) **Princípio da internalização / externalização:** Este princípio enfatiza que processos mentais são derivados das ações externas através do curso da internalização e que toda atividade envolve processos de internalização e externalização, “... que se inter-relacionam e se influenciam dialeticamente. “Para Leontiev (1978), a atividade interna é constituída a partir da atividade prática sensorial externa, ou seja, a forma primária fundamental da atividade é a forma externa, sensorio-prática, não apenas individual, mas fundamentalmente social. “A transformação da atividade externa em interna acontece por meio do processo de internalização. A passagem do externo para o interno dá lugar a uma forma específica de reflexo psíquico da realidade à consciência (ASBAHR, 2005 apud ALMEIDA, 2016)”. Na internalização, ocorre a conversão de processos e objetos materiais externos (interação com o ambiente), a partir do contexto no qual o indivíduo está inserido, para processos executados no plano mental (plano da consciência). Já na externalização, que é o processo inverso da internalização, ocorrem as manifestações dos processos mentais através de falas e atos.
- d) **Princípio do desenvolvimento:** Conforme a teoria da atividade, entender um fenômeno significa conhecer como esse se desenvolveu até sua forma atual, pois, ao longo do tempo, acontecem alterações. Assim, uma atividade é um fenômeno dinâmico construído historicamente, cujos elementos se transformam ao longo de seu desenvolvimento. Este princípio indica, portanto, que a atividade humana é dinâmica, alterando-se e transformando-se ao longo da evolução humana.
- e) **Princípio da mediação:** As atividades são mediadas por regras, procedimentos, leis, ferramentas, máquinas, sujeitos, signos e contextos, enfim, por artefatos que são de natureza material ou imaginária. Portanto, para compreender melhor, por exemplo, o papel de objetos como dispositivos móveis e estratégias de ensino, livros, ou ainda conceitos, não se pode dissociá-los do contexto das ações de uso. Da mesma forma, para se compreender a atividade humana, deve-se considerar que objetos ou instrumentos (externos ao plano mental) e signos ou símbolos (internos ao plano mental) participam da atividade. O processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação é denominado mediação.

A teoria da atividade é composta por esses princípios, não tomados isoladamente, que, porém, se interpenetram e se complementam.

Conforme Almeida (2016), “... é possível enfatizar a importância de um planejamento educacional que considere as condições, os recursos e a realidade escolar. “Desta forma, depreende-se que “as atividades escolares precisam levar em conta o princípio da orientação ao objeto, da mediação e a importância do social para a aprendizagem.”

2.2 Modelagem Matemática

O conceito de modelo, em geral, se refere a uma representação simplificada de uma situação real, no qual são deixados de lado os detalhes que inicialmente não possuem relevância. Modelo matemático é representação matemática de um fenômeno físico, humano, etc., feita para que se possa melhor estudar o original.

Desta forma, a utilização de modelos matemáticos, com a finalidade de “... compreender os fenômenos da natureza e suas leis, realizar previsões dos comportamentos destas leis e construir conceitos que expliquem os fatos que nos rodeiam, tem sido uma das buscas constantes do homem ...” (FERRUZZI, 2003), tem se constituído em um poderoso instrumento para análise e tomada de decisões, especialmente nos processos industriais.

D'Ambrosio (1986) conceitua a modelagem como “o processo mediante o qual se definem as estratégias de ação do sujeito sobre a realidade ...”, isto é, “o caminho de criação do modelo.”

Segundo Bassanezi (2002), “a modelagem matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real.”

Berry e Houston (1995 apud FERRUZZI, 2003) chamam de Modelagem Matemática todo o processo de abordagem de um problema real, incluindo a formulação do modelo, cujo objetivo é a resolução do problema.

Neste sentido, a modelagem matemática é largamente utilizada, tanto no ensino de disciplinas específicas de cursos de Engenharia e de Tecnologia, como por profissionais destas últimas em seu campo de trabalho, na representação de situações e na resolução de problemas. Segundo Chevillard (2001, apud FERRUZZI, 2003), “Um aspecto essencial da atividade matemática consiste em construir um modelo (matemático) da realidade que queremos estudar, trabalhar com tal modelo e interpretar os resultados obtidos nesse trabalho, para responder as questões inicialmente apresentadas. Grande parte da atividade matemática, pode ser identificada, portanto, com uma atividade de Modelagem Matemática.”

O uso da Matemática como linguagem simbólica conduz a uma representação da situação problema em termos matemáticos. Deste modo, um modelo matemático pode ser entendido como um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representa uma situação, um fenômeno ou um objeto real a ser estudado. Os modelos matemáticos podem ser expressos através de gráficos, tabelas, equações, sistemas de equações, etc. (BASSANEZI, 2002; FERRUZZI, 2003).

Desta maneira, a principal finalidade da modelagem matemática é solucionar ou representar, por meio de

um modelo, um problema não-matemático, a partir de um conjunto de regras e procedimentos que orientem o modelador. Para tanto, é necessário que este sujeito tenha suficiente conhecimento científico e de técnicas matemáticas, além de experiência, intuição e criatividade, a fim de que se possa visualizar, mesmo que superficialmente, possíveis soluções para o problema “modelado”.

Enfim, o papel da modelagem matemática é o de “... uma atividade de construção, validação e aplicação de modelos de uma situação problemática, utilizando-se para isso conceitos matemáticos”(FERRUZZI, 2003).

O uso da modelagem matemática como estratégia de ensino tem sido objeto de pesquisa no Brasil há, pelo menos, trinta anos. O trabalho de Biebengut (2009) levantou aspectos sobre pesquisas na área, no que se refere à aplicação da modelagem matemática no ensino, desde a década de 1980. Um desses aspectos indica que “O que é cabível, se considerar que a modelagem emerge como estratégia para motivar estudantes, nos mais diversos níveis de escolaridade, a aprender matemática e se consolida como método não apenas para motivá-los a aprender matemática, mas principalmente, propiciar a eles a capacidade de realizarem, fora da sala de aula, modelagem e aplicações em outras áreas de conhecimento e diferentes contextos; isto é, resolver problemas, tomar decisão, ter senso crítico e criativo” (BLUM et al, 2004 apud BIEBENGUT, 2009). Segundo a autora, várias pesquisas indicaram vantagens do uso da modelagem matemática, sobretudo para a relação ensino e aprendizagem, na medida em que “os modelos matemáticos, podem contribuir para que os estudantes tenham melhor produção linguística ao utilizar registros diferentes: verbal, vívido e algébrico.

Uma vez que a atividade cognitiva atravessa uma evolução complexa que inicia como experiência, passa a outra experiência vivida por gestos e palavras, continua conectando com uma representação de dados e que pode culminar com o uso da linguagem matemática ao descrever relações entre as quantidades envolvidas na experiência, descrever os fenômenos ao redor” (ARZARELLO, PEZZI e ROBUTT, 2007 apud BIEBENGUT, 2009). Vale ainda reforçar que “É de valor à Educação Matemática considerar as discussões sobre modelos matemáticos e desenvolver habilidades e conceitos necessários para que o estudante possa melhorar a apreensão dos conceitos matemáticos frente à aplicabilidade e saber integrar a matemática a outras áreas do conhecimento” (BIEBENGUT, 2009).

3 USO DAS TIC, M-LEARNING, DISPOSITIVOS MÓVEIS E APLICATIVOS MATEMÁTICOS

É inegável que o desenvolvimento tecnológico tem assumido um papel inovador e transformador nas sociedades ao redor do mundo, em especial nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, causando profundas mudanças em comportamentos, relacionamentos e formas de comunicação, principalmente nas gerações mais jovens, que já nascem e crescem em um ambiente com tais tecnologias incorporadas em seu dia-a-dia.

Assim sendo, professores não podem mais ficar alheios a esta realidade, em que o computador

e o acesso a redes de comunicação à distância estão cada vez mais presentes na sua vida e em sua atividade profissional. Dessa forma, é necessário adequar os métodos de ensino e incluir metodologias que envolvam as TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação) em seu trabalho. Dos Santos (2004) explica que, “no caso particular do ensino da Matemática, é de grande importância que o mesmo possa ser realizado com a utilização de todas as facilidades que as TIC proporcionam, incluindo a disponibilidade de diferentes tipos de aplicações úteis para o ensino da Matemática (como, por exemplo, sistemas de computação algébrica, aplicações de geometria dinâmica e sistemas de modelação computacional)”, abrindo melhores possibilidades de uma dinamização no ensino dos mais diversos conteúdos matemáticos.

Kampff et al. (2004) colocam que “... em uma sociedade de bases tecnológicas, com mudanças contínuas, em ritmo acelerado, não é mais possível ignorar as alterações que as tecnologias da informação e da comunicação (TICs) provocam na forma como as pessoas veem e apreendem o mundo, bem como desprezar o potencial pedagógico que tais tecnologias apresentam quando incorporados à educação. Já é consenso que o computador é um instrumento valioso no processo de ensino e de aprendizagem e, portanto, cabe à escola utilizá-lo de forma coerente com uma proposta pedagógica atual e consistente.”

Perrenoud (2000) destaca como uma das dez competências fundamentais do professor a de conhecer as possibilidades e dominar os recursos computacionais existente, cabendo ao professor atualizar-se constantemente, buscando novas práticas educativas que possam contribuir para um processo educacional qualificado. Nesse contexto, o professor torna-se indispensável, tornando-se orientador do processo de aprendizagem, podendo dispor dos meios computacionais para atender aos alunos de forma diversificada, de acordo com suas necessidades.

Gravina e Santarosa (1998 apud KAMPFF et al. 2004) indicam que, idealmente, a escolha de aplicativos (*softwares*) educacionais, para a aprendizagem da matemática, deve proporcionar ambientes que permitam ao aluno:

- a) **Expressão:** isto é, descrever, de acordo com a linguagem do ambiente, suas ideias, exteriorizando a concretização de suas construções mentais. De acordo com as ações do aluno, uma representação é visualizada, servindo de base para a reflexão sobre suas concepções (o resultado obtido é o esperado?) e permitindo revê-las, sempre que isto se fizer necessário.
- b) **Exploração:** parte-se de modelos prontos sobre os quais o aluno vai interagir, manipulando-os, buscando compreendê-los, estabelecendo relações e construindo conceitos. Diferentemente da representação de um objeto matemático com lápis e papel, na tela do computador é possível alterar diretamente representações de tais objetos, buscando fazê-los variar e, a partir de tais variações, abstrair a invariância.

3.1 Dispositivos Móveis

O uso de dispositivos móveis, tais como *tablets* e *smartphones*, tem crescido, na medida em que seus preços de aquisição tornam-se cada vez mais acessíveis ao público em geral. Seja para comunicação, em especial no acesso e uso de redes sociais, seja para diversão ou entretenimento (jogos *online*, filmes), a disseminação de tais dispositivos tem sido crescente a cada ano.

Cresce também, no mundo da educação, o interesse em se aplicar esses dispositivos, dotados de aplicativos educacionais adequados, nos processos e atividades de ensino e aprendizagem, principalmente pela familiaridade com que as novas gerações possuem na manipulação dos mesmos. Conforme Almeida (2016), a utilização de novas estratégias e instrumentos para sustentar a aprendizagem presencial ou a distância, fundamentada na expansão e acessibilidade à Internet, viabiliza novas possibilidades no processo de ensino e aprendizagem. Diante das possibilidades do uso de dispositivos móveis na educação, percebe-se a necessidade de se criar ou adaptar práticas de ensino adequadas a esse novo ambiente em que educação e tecnologia se interconectam.

Para Graziola Júnior (2009), dispositivos móveis por si só não se constituem em novos processos de ensino e aprendizagem, uma vez que a inovação implica na superação de paradigmas. Seus trabalhos têm demonstrado que uma das questões mais frágeis no contexto da aprendizagem com mobilidade é a questão didático-pedagógica. Fonseca (2013) acrescenta que o potencial da tecnologia não reside nela própria, mas na interação com o homem. Portanto, isso gera a necessidade de que estudantes e professores estejam preparados e dispostos para que essa apropriação possa de fato representar transformação e suscitar ganhos para a Educação.

Portanto, pelo exposto, a aplicação da tecnologia, como meio de viabilizar os processos e atividades de ensino e aprendizagem, deve estar associada a uma ou mais metodologias de ensino, que orientem o uso adequado desses meios, ligando a eficácia de tais processos e atividades aos objetivos educacionais ou instrucionais pretendidos.

3.2 M-Learning

O "*mobile learning*", ou simplesmente "*m-learning*", surgiu com o advento da *Internet*, dos dispositivos móveis, tais como os *tablets* e *smartphones*, e dos aplicativos (*softwares*) desenvolvidos para serem executados nestes dispositivos, dotados de sistemas operativos *Android* ou *IOS*, além da intensa disseminação das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) em redes informatizadas. O "*m-learning*" busca entender como a mobilidade dos estudantes, favorecida pela tecnologia pessoal e pública, pode contribuir para o processo de aquisição de novos conhecimentos, habilidades e experiências (SHARPLES et al., 2012 apud ALMEIDA, 2016).

De acordo com Parsons (2013), *mobile learning* (ou *m-learning*) "consiste em qualquer forma de aprendizado que ocorre utilizando um dispositivo móvel, seja em movimento ou estática, seja em contextos formais ou informais, seja trabalhando de forma colaborativa ou sozinho."

Segundo Batista e Behar (2009), diversos estudos associam *m-learning* à *e-learning*. Quinn (2000 apud BATISTA e BEHAR, 2009) defende que *m-learning* é *e-learning* desenvolvida por meio de dispositivos móveis. Reiterando essa visão, Georgiev et al. (2004 apud BATISTA e BEHAR, 2009), afirmam que a *m-learning* pode ser entendida como um novo estágio da educação a distância (*d-learning*) e da *e-learning*. Wains e Mahmood (2008 apud BATISTA e BEHAR, 2009) afirmam que *m-learning* visa atender alguns aspectos que ainda prejudicam a *e-learning*, como falta de infraestrutura de acesso à Internet nos países em desenvolvimento e a questão da mobilidade dos alunos.

3.3 Aplicativos Matemáticos: PhotoMath e WinPlot

O *PhotoMath*, criado pela empresa britânica *Microblink*, é gratuito e disponível para *iOS*, *WindowsPhone* e *Android*, sendo capaz de fazer cálculos com expressões ou equações algébricas impressas em livros. Basta apontar a câmera do *smartphone* para a fórmula e ver o resultado. Além disso, o usuário pode ter acesso aos passos para chegar à solução (GREGO, 2014), caso o usuário queira tirar alguma dúvida como se faz, para chegar ao resultado. Suporta aritmética básica, frações, números decimais, equações lineares e diversas funções matemática usuais, como logaritmos e também permite o cálculo de derivadas e integrais de funções. Em muitos casos de uso, o aplicativo apresenta a resolução passo a passo até a resposta final da expressão ou equação enquadrada pela câmera, o que pode auxiliar o aluno no entendimento da solução apresentada. A Figura 1 mostra uma vista parcial do uso e da tela do *Photomath*.

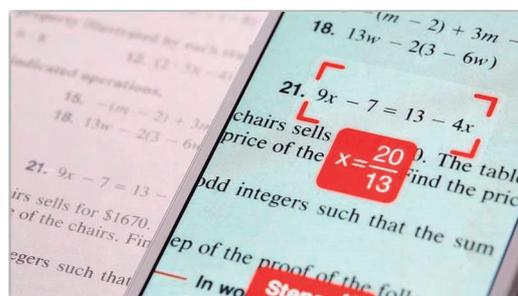


Figura 1 - Vista parcial de uma tela do aplicativo "PhotoMath"
Fonte: Grego (2014).

O *PhotoMath* precisa ser aperfeiçoado, tendo em vista que ainda não reconhece caracteres manuscritos, porém é um aplicativo com um enorme potencial.

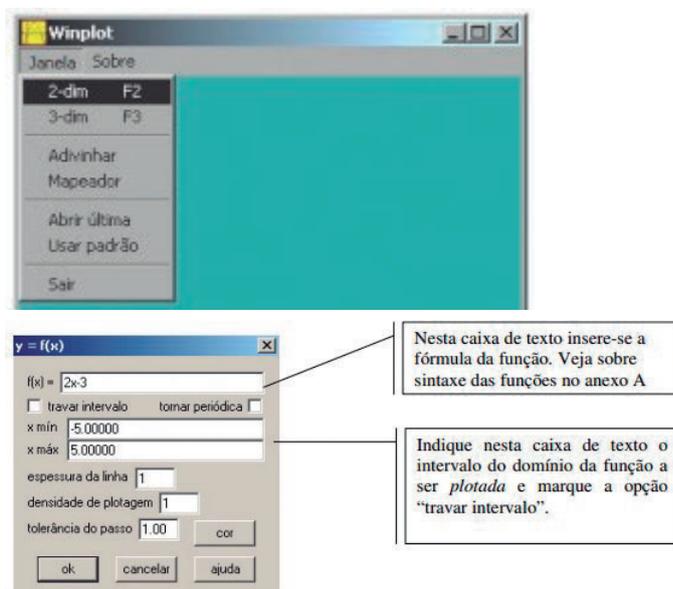
O *WinPlot* é um aplicativo matemático gratuito, adequado para plotar e visualizar gráficos de funções matemáticas. Foi desenvolvido pelo professor Richard Parris **Philips Exeter Academy** (New Hampshire – Estados Unidos), por volta de 1985. É utilizado no ensino da Matemática em vários países nos cursos de nível médio e superior.

A operação é relativamente simples. O usuário seleciona, em um menu o tipo de função que deseja plotar (implícita, explícita ou parametrizada) e digita a expressão da função desejada. O aplicativo permite

plotar também, na mesma tela e no mesmo sistema cartesiano a derivada da função digitada pelo usuário. Uma vez que o gráfico da função esta plotado na tela, o usuário pode facilmente identificar pontos característicos da curva (máximos, mínimos, inflexão) e, com um clique do mouse, ver as coordenadas destes pontos.

Há versões para os sistemas operativos *Windows* e *Android*.

A Figura 2 mostra algumas vistas do **Winplot**.



Ao pressionar o botão "Ok", o winplot desenha o gráfico solicitado:

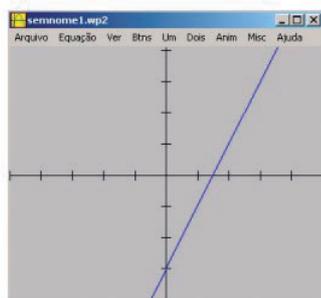


Figura 2 - Vistas parciais de telas do aplicativo "Winplot".
 Fonte: <http://wwwp.fc.unesp.br/~arbalbo/arquivos/introducao_winplot.pdf>.
 Acesso em: 20 out. 2016.

4 PLANO DE ATIVIDADE

A seguir, propõe-se o plano da atividade a ser aplicadas com alunos do primeiro ano do curso de Engenharia. O tema central da atividade são as aplicações de derivadas de funções básicas na solução dos problemas propostos.

A metodologia de trabalho se baseia na aplicação da Teoria da Atividade, combinada com a modelagem matemática da situação descrita no enunciado dos problemas propostos. Os alunos podem trabalhar individualmente ou, de preferência, podem ser organizados em duplas. Espera-se que a tarefa seja realizada por volta de cem minutos.

A seguir, são apresentados os enunciados de problemas propostos, extraídos e adaptados de Leithold (1994).

I. Um foguete é lançado verticalmente para cima, velocidade inicial de 560 m/s e com aceleração constante de -16 m/s^2 e, após t segundos ele estará a s metros do solo. Pede-se:

- Modelar a função $s(t)$;
- Plotar o gráfico da função $s(t)$, usando o aplicativo **WinPlot**;
- Determinar a função velocidade $v(t)$, por derivação da função $s(t)$, analiticamente e depois, usando o aplicativo **PhotoMath**;
- Comparar os resultados obtidos analiticamente e com o uso do **PhotoMath**;
- Plotar o gráfico de $v(t)$ no mesmo sistema cartesiano onde foi plotado o gráfico de $s(t)$, usando o **WinPlot**, fazer observações e comentários;
- Após efetuar eventuais correções, determinar a velocidade do foguete, passados 2 segundos e quanto tempo levará para o artefato atingir o ponto mais alto de sua trajetória. Resolver analiticamente e depois com o aplicativo **PhotoMath**. Comparar os resultados obtidos.
- Localizar e marcar estes pontos nos gráficos construídos com o **WinPlot**, fazer observações e comentários.

II. Um empréstimo de R\$ 1000,00 deve ser pago, em um único pagamento, ao final de um ano. Sabe-se que a taxa de juros (compostos) é de 8% a.m. Pede-se:

- Modelar a função **VF(m)**, sendo **VF** o valor final e **m**, a quantidade de meses;
- Determinar o valor a ser pago no final do empréstimo, analiticamente e usando o aplicativo **PhotoMath**;
- Plotar ao gráfico da função, usando o aplicativo **WinPlot** e determinar, pela análise do gráfico, o valor a ser pago no final do empréstimo. Comparar o resultado obtido com o resultado do item b.
- Determinar a taxa de juros anual efetiva, analiticamente e depois usando o aplicativo **PhotoMath**. Comparar os resultados obtidos.

O papel do professor será o de orientador/mediador.

Inicialmente, os alunos fazem uma atenciosa leitura do enunciado do problema, perguntando ao professor eventuais dúvidas com relação ao enunciado, sobre os conceitos utilizados, intervalos de dados escolhidos para a abscissa, entre outros.

Em seguida, partem para a fase de modelagem, na qual se espera a apresentação de um modelo matemático para o problema proposto. A partir do modelo matemático, procede-se a construção do gráfico das funções, usando o aplicativo **WinPlot**, **previamente instalado nos smartphones dos alunos**. Assim se espera que os alunos percebam o comportamento do fenômeno, pela análise do gráfico, além de extrair elementos explorados no enunciado do problema. Usando os recursos do **WinPlot**, os alunos podem

facilmente identificar e isolar os pontos característicos das funções matemáticas envolvidas na modelagem da solução do problema.

Na fase seguinte, trabalha-se a derivação das funções obtidas na fase de modelagem, trabalhando-se analiticamente e usando o aplicativo **PhotoMath**, previamente instalado nos *smartphones* dos alunos, com a intenção de confrontar os resultados obtidos na solução analítica, bem como explorar potenciais ao aplicativo. Ao final da atividade, o professor pode fazer correções, colocações e comentários adicionais que julgar pertinentes.

A seguir, cabe, então, ao professor efetuar a avaliação da atividade, da maneira que julgar mais conveniente, de acordo com os objetivos instrucionais previstos ou almejados em seu plano de ensino ou de aula, buscando colher elementos, quanto à eficácia da aplicação da metodologia proposta, tanto pela própria observação ao longo da realização dos trabalhos, como também colhendo opiniões e comentários dos alunos, fazendo, desta forma, uma comparação e análise crítica, em confronto com os métodos tradicionais utilizados para ensinar e aplicar o tema abordado. Sugere-se uma avaliação diagnóstica antes de aplicar a metodologia aqui proposta e uma avaliação de verificação após a aplicação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho procurou apresentar uma maneira de ensinar e aprender cálculo diferencial e integral, diferente da metodologia tradicional de ensino, porém sem descartar esta última totalmente. O plano de atividade proposto tem por finalidade evitar o simples e tradicional “repetir o que o professor faz para ver se o aluno aprende”, introduzindo o uso das TIC.

Desta maneira, espera-se que o aluno possa ter maior interesse por meio de sua maior participação, bem como relativo controle, sobre os conceitos e técnicas que está a aprender, usando um instrumento (isto é, uma tecnologia) que lhe é familiar. Além disso, a aplicação do plano apresentado pode ser usado, para incentivar o aluno a pesquisar diferentes maneiras de visualizar a solução do problema, seja pela forma analítica, bem como pela observação dos gráficos das funções envolvidas na modelagem da solução do problema.

Os resultados esperados são a melhoria da eficácia dos processos de ensino e de aprendizagem, uma vez que o ambiente fornecido pelo uso dos dispositivos e aplicativos constitui uma ambiente familiar e favorável à aprendizagem, calcado em uma combinação das metodologias expostas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. R. **Mobile Learning no Processo de Ensino e Aprendizagem de Conteúdos de Genética**: proposta e análise com base na Teoria da Atividade. 2015. 210 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática). São Paulo: Universidade Cruzeiro do Sul, 2015.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-Aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2002.

BATISTA, S. C. F.; BEHAR, P. A. **M-Learning e a Matemática**: mapeando recursos e modalidades educacionais. In Ciclo de

Palestras Novas Tecnologias na Educação (CINTED), dez. 2009. v.7, n. 3, UFRGS. Nov. 2009.

BIEMBENGUT, M. S. 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. In ALEXANDRIA: **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.2, n.2, p.7-32, jul. 2009. Blumenau: UFSC, 2009.

CONCEIÇÃO, D. L. et al. O Uso do Aplicativo *PhotoMath* Como Um Recurso Pedagógico na Aprendizagem de Matemática. V CONGRESSO URUGUAYO DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA – CUREM5. Montevideo, 2015. ISSN 1688-9886. Disponível em: <<http://www.semur.edu.uy/curem5/actas/pdf/78.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2016.

D'AMBRÓSIO, U. **Da Realidade à Ação**: reflexões sobre educação e matemática. São Paulo: Unicamp, 1986.

DOS SANTOS, E. A. A. et al. **Formação de Professores para a Integração das TIC no Ensino de Matemática**: Um Estudo na Região Autónoma da Madeira. Bragança. Simpósio Internacional de Informática Educativa. 6. Coimbra: Center for Computational Physics, 2004. p. 337-345. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/1094/1/PA17_2004dosSantos_et_al.pdf>. Acesso em: 20 out. 2016.

DUARTE, N. A Teoria da Atividade Como Uma Abordagem para A Pesquisa em Educação. In: **Perspectiva**, v. 20, n. 02, p.279-301, jul. / dez. 2002. Florianópolis: UFSC, 2002.

FARAJALLAH, A. E. The Impact of Using Smartphones to Gain Algebraic Equations Solutions and The Literary Student-Teachers' Attitudes Towards Mathematics at Al Aqsa University. **International Journal of Recent Scientific Research**, v. 7, n. 1, pag. 8282-8293, January, 2016, ISSN: 0976-3031. Disponível em: <<http://www.recentscientific.com>>. Acesso em: 13 out. 2016.

FERRUZZI, E. C. **Modelagem Matemática Como Estratégia de Ensino e Aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral nos Cursos Superiores de Tecnologia**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Florianópolis: UFSC, 2003.

GREGO, M. App *PhotoMath* É O Pesadelo dos professores de Matemática. São Paulo: Abril, 2014. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/tecnologia/noticias/app-photomath-e-o-pesadelo-dos-professores-de-matematica>>. Acesso em: 21 fev. 2016.

KAMPFF, A. J. C. et al. Novas Tecnologias e Educação Matemática. In: Ciclo de Palestras Novas Tecnologias na Educação (CINTED), jul. 2004. v.2, n. 2, UFRGS. Nov. 2004.

LEITHOLD, L. **O Cálculo com Geometria Analítica**. 3 ed. V. 1. São Paulo: HARBRA, 1994.

LEONTIEV, A. N. *Activity, Consciousness, and Personality*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1978. Disponível em: <<http://www.marxists.org/archive/leontev/works/1977/leon1977.htm>>. Acesso em: 15 mai. 2013.

LEONTIEV, A. N. **Actividad, Conciencia, Personalidad. La Habana**: Editorial Pueblo y Educación, 1983.

PARSONS, D. The Future of Mobile Learning and Implications for Education and Training. In: ALLY, M. TSINAKOS, A. Increasing Access through Mobile Learning. pp. 217-229. Burnaby: Commonwealth of Learning, 2014.

PERRENOUD, P. “Construir competências é virar as costas aos saberes?” In: **Revista Pátio**, Porto Alegre: ARTMED, ano 03, nº 11, jan. 2000 (p. 15-19).