

Modelo Pedagógico M-LearnMat

Silvia Batista^a, Patricia Behar^b e Liliana Passerino^b

^aInstituto Federal Fluminense - Rua Dr. Siqueira, 273 - Campos dos Goytacazes - RJ - Brasil

^bUniversidade Federal do Rio Grande do Sul - Av. Paulo Gama, 110 - prédio 12105 - Porto Alegre -RS - Brasil

Resumo. Neste artigo apresenta-se o M-learnMat, um modelo pedagógico que tem por objetivo orientar atividades de *m-learning* (*mobile learning*) em Matemática. O mesmo tem como base a Teoria da Atividade, é direcionado ao Ensino Superior e foi experimentado em turmas de Cálculo I, do Instituto Federal Fluminense (RJ/Brasil). Na referida experimentação, diversos recursos pedagógicos para celular foram utilizados (MLE-Moodle, MyMLE, aplicativos). Assim, além de apresentar o M-learnMat, este artigo também descreve os recursos que apoiaram a experimentação do mesmo. Considera-se que, além do modelo, os referidos recursos podem colaborar para o desenvolvimento de atividades envolvendo *m-learning* e Matemática.

Palavras chave: Modelo Pedagógico, *M-learning*, MLE-Moodle, MyMLE, Aplicativos para Celular.

Abstract. This paper presents M-learnMat, a pedagogical model which aims at orienting *m-learning* (*mobile learning*) activities in Mathematics. The model, based on the Activity Theory, is designed to Higher Education, and was tried in classes of Calculus I, at the Instituto Federal Fluminense (RJ/Brazil). In the experiment, we used different teaching resources for mobile phones (MLE-Moodle, MyMLE, applications). Thus, the paper presents the M-learnMat, and describes the resources that supported the trial. It is considered that, besides the model, those resources can contribute to the development of activities involving *m-learning* and Mathematics.

Keywords: Pedagogical Model, M-learning, MLE- Moodle, MyMLE, Mobile Phone Application.

PACS: 01.40.gb Teaching methods and strategies

INTRODUÇÃO

No Ensino Superior, os alunos, muitas vezes, enfrentam dificuldades em Matemática, sendo os períodos iniciais ainda mais problemáticos, em função da adaptação à saída do Ensino Médio [1]. Algumas destas dificuldades, segundo a referida autora, têm causas epistemológicas e pedagógicas, não sendo somente decorrentes de deficiências prévias, em termos de pré-requisitos. Nesse sentido, entende-se que certas práticas pedagógicas, no Ensino Superior, podem contribuir para evitar novas dificuldades e, ainda, favorecer a superação de algumas já existentes, como as relacionadas à falta de pré-requisitos.

Nessa busca por caminhos mais favoráveis à aprendizagem de Matemática, os dispositivos móveis podem trazer contribuições¹. Porém, como qualquer outra proposta para a aprendizagem formal, considera-se que atividades com dispositivos móveis devem ser orientadas por modelos pedagógicos. Behar, Passerino e Bernardi [2], p. 4, afirmam que um modelo pedagógico é “um sistema de premissas teóricas que representa, explica e orienta a forma como se aborda o currículo e que se concretiza nas práticas pedagógicas e nas interações professor-aluno-objeto de conhecimento”. Este pode ser embasado por uma ou mais teorias de aprendizagem, mas, em geral, são “reinterpretações” destas teorias, a partir de concepções individuais dos professores [2]. Tal perspectiva embasa o M-learnMat, entendendo que modelos pedagógicos, assim estruturados, podem organizar práticas educacionais, de forma que as mesmas sejam mais objetivas.

O M-learnMat é um modelo pedagógico para orientar atividades de *m-learning* em Matemática, embasado na Teoria da Atividade e destinado ao Ensino Superior. Para a determinação do referido público alvo, além das dificuldades nas disciplinas de Matemática, considerou-se que, muitas vezes, esses alunos já têm diversos

¹ O campo de pesquisa que busca analisar como os dispositivos podem contribuir para a aprendizagem é denominado *Mobile Learning* (*m-learning*).

compromissos e precisam aproveitar melhor o tempo, mesmo que em locais não tradicionais de estudo. Os dispositivos móveis podem facilitar, por exemplo, o acesso aos recursos e a comunicação entre os envolvidos.

No primeiro semestre de 2011, o M-learnMat foi experimentado em turnas de Cálculo I, do Instituto Federal Fluminense². Na referida experimentação foram utilizados diversos recursos pedagógicos para celulares, que apoiaram o estudo de Cálculo. Assim, este artigo visa apresentar o M-learnMat e descrever os recursos pedagógicos utilizados na experimentação do mesmo. A apresentação do modelo e a descrição dos recursos podem contribuir para outras ações envolvendo *m-learning* e Matemática. Nesse sentido, na seção 2, apresenta-se o M-learnMat e na seção 3 são descritos os recursos pedagógicos (MLE-Moodle, MyMLE, aplicativos). Finalizando, na seção 4, são tecidas algumas considerações sobre o trabalho realizado.

MODELO PEDAGÓGICO M-LEARNMAT

O M-learnMat tem por objetivo orientar atividades que envolvam o uso (não exclusivo) de dispositivos móveis na Matemática do Ensino Superior. Com o mesmo, visa-se que as ações pedagógicas possuam objetivos claramente definidos e sejam promovidas de acordo com estratégias organizadas para o alcance destes. Entende-se que o M-learnMat pode contribuir para melhor aproveitamento das potencialidades dos dispositivos móveis, tendo em vista a aprendizagem matemática.

A proposta do referido modelo têm como referência a literatura da área de *m-learning* (geral e relacionada à Matemática) e concepções da Teoria da Atividade (TA). A base da referida teoria tem idéias vygotskianas. Os princípios da TA foram estabelecidos, principalmente, por Leontiev [3], tendo como foco as atividades que os indivíduos desenvolvem e as relações diversas que decorrem destas. Segundo a TA, há uma unidade entre a atividade psíquica e a atividade externa. A atividade psíquica (atividade interna) representa uma forma transformada da atividade externa [3]. A característica básica de uma atividade é o seu motivo (ou objeto). Tendo em vista este motivo, uma atividade envolve a realização de diversas ações que, por sua vez, são compostas por operações [3]. Nas atividades desenvolvidas são fundamentais as inter-relações entre o sujeito individual e sua comunidade [4]. Em especial, a aprendizagem, nessa abordagem, é um tipo específico de atividade estruturada, que implica ações e operações direcionadas a um objetivo definido, do qual o sujeito tem consciência [5]. Assim, a educação escolar tem papel fundamental na formação do pensamento teórico [5]. Em resumo, no M-learnMat, além dos princípios fundamentais propostos por Leontiev [3] e das contribuições de Engeström [4] sobre atividades coletivas, adotou-se os estudos de Davýdov [5] sobre o ensino de Matemática.

O M-learnMat baseia-se na proposta de Behar [6], que defende que um modelo pedagógico é composto por uma arquitetura pedagógica (AP) e pelas estratégias para aplicação da mesma. Assim, no esquema gráfico do M-learnMat (Figura 1³), há uma área correspondente à AP e outra destinada às estratégias. A AP é composta por cinco elementos inter-relacionados, sendo que um deles é base para os demais. Trata-se da Estrutura da Atividade, uma adaptação do diagrama de Engeström [4] que permite entender o relacionamento entre os diversos componentes envolvidos na atividade de Matemática com *m-learning*. Em todos os demais elementos da AP (Aspectos Organizacionais, Aspectos Metodológicos e Aspectos Tecnológicos) é fundamental levar em consideração os componentes envolvidos na Estrutura da Atividade e os relacionamentos entre os mesmos.

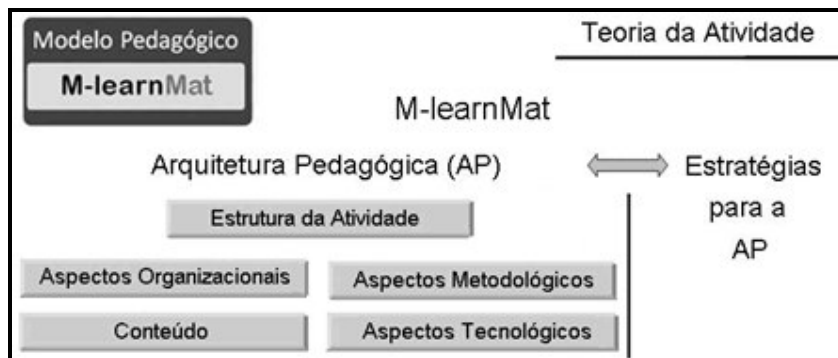


FIGURA 1. Estrutura do M-LearnMat.

² Campus Campos-Centro. Campos dos Goytacazes – Rio de Janeiro – Brasil.

³ Para facilitar a explicação do modelo, utiliza-se, na Figura 1, uma metáfora de uma página da Internet, na qual se simula um menu com os elementos da AP. No referido menu cada “botão” contém um *link* que remete às informações do elemento correspondente.

As estratégias representam a forma como o professor irá colocar em prática os aspectos destacados na AP e é o caráter dinâmico do modelo. Portanto, no M-learnMat, são fornecidas apenas sugestões de estratégias para aplicação da AP, entendendo que o modelo é uma proposta para orientar a prática e não um guia rígido para a mesma.

Na Figura 1, a seta dupla entre a área da AP e das estratégias indica que reestruturações são sempre possíveis, mesmo que durante o desenvolvimento das ações planejadas, como defendido por Behar [6]. O ritmo e as necessidades dos alunos, por exemplo, podem levar a ajustes no modelo, o que evidencia a importância do papel do professor mediador.

A subseção seguinte explicita o elemento Estrutura da Atividade. Nas demais subseções, os outros elementos que compõem a AP são detalhados, assim como são apresentadas sugestões de estratégias relacionadas aos mesmos.

Estrutura da Atividade

Na Figura 2⁴ é mostrada uma adaptação do diagrama de Engeström [4] desenvolvida para o contexto do M-learnMat. O referido diagrama permite identificar diversas relações entre os componentes da atividade de aprendizagem de matemática direcionada à Matemática no Ensino Superior. Os referidos componentes são descritos no Quadro 1.

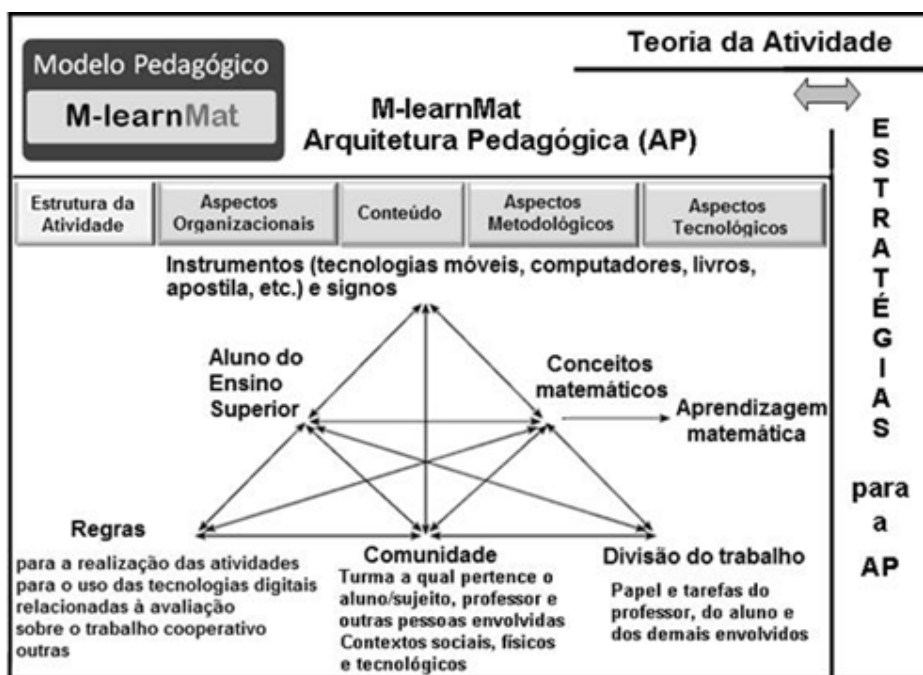


FIGURA 2. Estrutura da Atividade - M-LearnMat.

O diagrama mostrado na Figura 2 representa a estrutura de uma atividade de aprendizagem de Matemática. A mesma permite entender que a relação entre aluno e conceitos matemáticos é mediada por instrumentos (nos quais se encontram os dispositivos móveis) e signos. Mas, além disso, o triângulo entre aluno, conceitos e comunidade permite entender que a relação entre estes também é mediada pelas pessoas e contextos da comunidade. Da mesma forma, as regras e a divisão de trabalho são mediadores da relação aluno-conceitos matemáticos. Estas relações e as várias outras que podem ser identificadas mostram a aprendizagem como fruto de uma atividade coletiva, na qual os diversos componentes exercem influência.

Como o trabalho com dispositivos móveis tem forte ligação com o contexto social, a estrutura mostrada na Figura 2 é fundamental para o M-learnMat, permitindo a análise dos componentes envolvidos, de forma integral. Assim, esta estrutura é a base do modelo proposto e em todos os aspectos descritos a seguir deve-se levar em consideração seus componentes e o relacionamento entre os mesmos.

⁴ O tom mais claro do “botão” Estrutura da Atividade, na Figura 2, simula que o leitor está na página correspondente a este elemento. Os demais “botões” do menu simulam o acesso às informações sobre os outros elementos da AP.

QUADRO (1). Componentes da Atividade no M-learnMat

- Sujeito: aluno do Ensino Superior, com Matemática em sua grade curricular;
 - Objeto de aprendizagem: conceitos matemáticos;
 - Resultado: aprendizagem matemática;
 - Instrumentos: tecnologias móveis, computadores, redes de conexão, livros, apostilas, entre outros;
 - Regras: são normas que orientam os procedimentos da atividade. Assim, há regras relacionadas às ações a serem desenvolvidas, ao uso das tecnologias digitais, ao tipo de avaliação, ao trabalho colaborativo, entre outras;
 - Comunidade: é formada por todas as pessoas envolvidas na estrutura da atividade. Logo, no M-learnMat, a comunidade é formada pela turma do Ensino Superior à qual pertence o sujeito (aluno), o professor de Matemática e demais pessoas que possam estar relacionadas à atividade. É importante considerar que a comunidade está sempre inserida em contextos sociais, físicos e tecnológicos que não podem ser ignorados;
 - Divisão do trabalho: papel e tarefas do professor, aluno e de outras pessoas envolvidas na atividade.
-

Aspectos Organizacionais

Os aspectos organizacionais são relacionados à preparação da atividade de Matemática a ser desenvolvida com o apoio de dispositivos móveis. Isso inclui, por exemplo: i) análise do contexto de aprendizagem envolvendo *m-learning*; ii) determinação do motivo da atividade e planejamento das ações, identificando os objetivos das mesmas; iii) estabelecimento de regras, normas e procedimentos; iv) definição de papéis dos participantes e das tecnologias adotadas; v) análise de questões relacionadas a tempo e espaço; vi) definição de questões relacionadas à mobilidade. Com relação a estes aspectos, algumas estratégias são apresentadas no Quadro 2. Estratégias são formas como o professor irá colocar em prática os referidos aspectos, como afirma Behar [6]. Assim, as estratégias apresentadas no Quadro 2 são apenas orientações a serem consideradas quando o professor for operacionalizar os aspectos organizacionais da atividade a ser promovida.

QUADRO (2). Aspectos Organizacionais – Estratégias

- Analisar o contexto de aprendizagem, tanto em termos de aspectos internos às pessoas (motivações, objetivos, entre outros), quanto externos (instrumentos, características da comunidade e do curso, aspectos ambientais, entre outros). Isso inclui, por exemplo, verificar a receptividade dos alunos em relação à utilização de dispositivos móveis com fins educacionais;
 - Identificar, claramente, o motivo da atividade proposta. Como se trata de uma atividade de aprendizagem para Matemática, o motivo deve ser adquirir algum conceito desse campo, mas sempre por meio de ações conscientes;
 - Estabelecer as ações a serem promovidas e os objetivos a serem alcançados com as mesmas, assim como operações a serem realizadas;
 - Estabelecer regras e procedimentos a serem adotados visando orientar ações e interações durante a atividade;
 - Identificar limitações impostas à atividade por agentes externos, assim como meios para minimizá-las;
 - Refletir sobre o papel dos dispositivos móveis. No contexto do M-learnMat, estes dispositivos são entendidos como artefatos mediadores entre o aluno do Ensino Superior e o conceito matemático;
 - Especificar o tipo de suporte a ser fornecido no caso de ocorrência de dificuldades;
 - Definir como a mobilidade será considerada na atividade. Isso envolve, por exemplo, estabelecer se: i) haverá, ou não, explorações em contextos reais; ii) os alunos poderão, ou não, estar distantes geograficamente; iii) ocorrerá apenas o uso de dispositivos móveis, sem envolver mobilidade física dos alunos;
 - Entender o papel do professor como mediador humano. As ações do professor devem levar o aluno a sentir necessidade de aprender os conceitos a serem trabalhados;
 - Compreender o papel do aluno no processo de aprendizagem, suas motivações e interesses, entre outros. Assim como, entender o papel dos colegas, atuando também como mediadores humanos.
-

Aspectos relacionados ao Conteúdo

O conteúdo matemático, a ser abordado no Ensino Superior, deve ser analisado de forma que possa ser trabalhado por meio de dispositivos móveis. Considera-se que, assim como no caso dos computadores, a simples reprodução de material tradicional para uso nestes dispositivos não é o diferencial de *m-learning*, embora possa ser útil em alguns contextos. Os aspectos relacionados ao conteúdo incluem, por exemplo: i) identificação de pré-requisitos; ii) questões sobre materiais pedagógicos a serem elaborados; iii) seleção de aplicativos para o dispositivo adotado; iv) organização de abordagens que permitam melhor utilização do dispositivo móvel, tendo em vista a aprendizagem do conteúdo abordado. Algumas sugestões para as estratégias a serem adotadas em relação ao conteúdo são apresentadas no Quadro 3.

QUADRO (3). Aspectos relacionados ao Conteúdo – Estratégias

- Identificar e tornar claro para os alunos os principais pré-requisitos matemáticos necessários à atividade, assim como viabilizar meios para retirada de dúvidas relacionadas aos mesmos;
 - Identificar que partes do conteúdo podem ser bem trabalhadas por meio de tecnologias móveis e que partes são melhor apoiadas por outras tecnologias (ou mesmo nenhuma);
 - Selecionar aplicativos que possam subsidiar o estudo do tema, de acordo com o dispositivo adotado. Nesse sentido, é importante considerar que o aplicativo deve: i) apresentar interface adequada ao público alvo a que se destina; ii) possuir funções da interface (ícones, menus, etc.) fáceis de serem entendidas; iii) apresentar as convenções e definições relacionadas à Matemática de maneira correta; iv) permitir o desenvolvimento das capacidades de raciocínio e de resolução de problemas, incentivando o desenvolvimento do pensamento teórico matemático; v) possibilitar visualização e investigação dinâmica de fatos matemáticos; vi) contribuir para a construção de abstrações matemáticas, evitando a mera memorização de algoritmos; vii) permitir explorar os conteúdos de forma consistente; viii) possibilitar o desenvolvimento da capacidade de avaliar informações criticamente; ix) facilitar o entendimento da Matemática como linguagem de comunicação;
 - Elaborar materiais pedagógicos que possam ser estudados/respondidos por meio do dispositivo móvel adotado. Nesse sentido, é importante considerar que: i) a digitação de fórmulas e símbolos matemáticos pode ser problemática em dispositivos móveis; ii) em geral, partes textuais longas não são apropriadas a dispositivos móveis, assim como arquivos “pesados”. O material pedagógico deve ser objetivo, colaborando para o aproveitamento do tempo dos alunos;
 - Discutir, com os alunos, possíveis limitações do(s) aplicativo(s) selecionado(s), em termos do conteúdo, incentivando reflexões e uso crítico da tecnologia;
 - Organizar abordagens que: i) possibilitem explorar os recursos do próprio dispositivo no estudo dos temas considerados: vídeos, fotografias, músicas, entre outros; ii) situem o conteúdo na perspectiva do curso em que se insere, oportunizando o contato dos alunos com aplicações na sua área; iii) permitam modificação, por parte do aluno, de atitudes relacionadas à aprendizagem, incentivando práticas colaborativas, análise crítica de informações, exploração de contextos reais e posturas mais confiantes em relação à Matemática;
 - Considerar conceitos como meios de realização de ações complexas, que devem ser construídos pelos alunos, de forma consciente. Assim, a atividade é condição necessária para a formação dos conceitos.
-

Aspectos Metodológicos

No M-learnMat, a questão metodológica é norteada pela Teoria da Atividade e, em particular, pelas concepções de Davýdov [5]. Estes aspectos incluem, por exemplo: i) questões relacionadas à formação do pensamento matemático; ii) formas de desenvolvimento da atividade; iii) procedimentos de avaliação; iv) identificação de contradições internas à atividade [4]. Algumas estratégias são sugeridas no Quadro 4.

QUADRO (4). Aspectos Metodológicos – Estratégias

- Compreender que o processo de ensino e aprendizagem de Matemática no Ensino Superior precisa se adaptar às características da sociedade atual;
 - Considerar que o aluno é o sujeito das ações a serem realizadas e que o mesmo deve ter consciência do significado destas ações;
 - Ter como foco o desenvolvimento do pensamento teórico matemático. Nesse sentido, é importante: i) discutir situações históricas que deram origem à necessidade do conteúdo matemático em questão, permitindo compreendê-lo como produção humana; ii) propor, dentro da atividade, situações-problema que envolvam o novo conceito e, no caso, a utilização de dispositivos móveis. Estas situações devem ser sempre coerentes com o propósito global da atividade; iii) considerar que o principal não é a resolução correta dos problemas em si, e sim o pensamento lógico-matemático envolvido nas resoluções, que deve possibilitar generalizações; iv) compreender que a expectativa é que ações específicas sejam, posteriormente, internalizadas;
 - Entender que a atividade a ser realizada utilizando dispositivos móveis deve gerar alguma necessidade no aluno em relação ao conteúdo abordado;
 - Incentivar a interação entre as pessoas por meio do uso de dispositivos móveis, tendo como foco o desenvolvimento da atividade proposta;
 - Adotar estratégias motivacionais, incentivando a superação de dificuldades;
 - Determinar formas de avaliar desempenhos individuais e de equipes;
 - Identificar contradições internas [4], que podem, por exemplo, ocorrer em cada um dos componentes da estrutura da atividade (Figura 2) ou entre os mesmos, alterando, algumas vezes, o curso da atividade. Contradições geram perturbações, mas promovem esforços em buscas de soluções, o que por sua vez, geram mudanças e melhorias na atividade;
 - Estabelecer um momento de encerramento, no qual sejam promovidas reflexões e análises sobre a atividade realizada.
-

Aspectos Tecnológicos

Os aspectos tecnológicos são relacionados à tecnologia móvel, o que não exclui, no entanto, a utilização de outros recursos. Os dispositivos móveis para *m-learning*, tais como celulares/*smartphones* e PDA (*Personal Digital Assistants*), devem possibilitar o acesso a conteúdos e recursos educacionais e permitir a comunicação entre a comunidade envolvida. Além disso, devem ter um tamanho que contribua para a mobilidade. Os aspectos tecnológicos incluem, por exemplo: i) reconhecimento de recursos do dispositivo móvel a ser adotado; ii) questões relacionadas ao uso de dispositivos móveis, incluindo infraestrutura; iii) integração de tecnologias. No Quadro 5 são sugeridas algumas estratégias.

QUADRO (5). Aspectos Tecnológicos – Estratégias

-
- | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">• Entender que o uso da tecnologia móvel deve colaborar para reflexões individuais e para análises coletivas sobre os conceitos matemáticos abordados;• Identificar o dispositivo móvel a ser utilizado. Recomenda-se, sempre que possível, utilizar os dispositivos dos próprios alunos, porém deve-se considerar que é preciso: i) analisar as características físicas, técnicas e funcionais dos mesmos. Isso inclui avaliar, por exemplo, fatores limitadores do uso e as implicações destes no desenvolvimento das atividades. Por exemplo: tamanho de tela, praticidade de uso, capacidade de armazenamento; ii) estar atento a problemas decorrentes da variedade de recursos de cada modelo de dispositivo;• No caso do uso de celulares, recomenda-se pesquisar aplicativos que funcionem em vários modelos (por exemplo, aplicativos em Java ME). Além disso, mesmo para outros dispositivos, entende-se que, para fins educacionais, a possibilidade de usar aplicativos gratuitos deve ser considerada com prioridade;• Promover a integração de tecnologias móveis e não móveis. O uso de tecnologia móvel não exclui a utilização de outras; | <ul style="list-style-type: none">• Analisar a necessidade de conexão Internet para o desenvolvimento da atividade, uma vez que isso pode envolver custos de conexão e <i>download</i>. A transferência de material pode, muitas vezes, ser feita por Bluetooth, por exemplo, mas, em algumas situações, a Internet pode ser fundamental;• permitir o reconhecimento prévio dos recursos, pois mesmo que o dispositivo seja do aluno, isso não significa que o mesmo tenha familiaridade com todos os recursos disponíveis. Recomenda-se, nesse sentido, um questionário de sondagem para entender melhor a relação do usuário com o dispositivo;• Considerar a questão da disponibilidade de tomadas para recarregar baterias, no caso de ações desenvolvidas por todos os alunos em um mesmo local, por um período razoável de tempo;• Analisar alterações na relação professor-aluno, relacionadas à utilização de dispositivos móveis;• Utilizar os dispositivos móveis de forma a contribuir para o desenvolvimento da autonomia na exploração de temas matemáticos, bem como para aprendizagens em contextos reais. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
-

Ressalta-se que o M-learnMat foi submetido à análise de dois especialistas: um professor doutor em computação, com reconhecida experiência em *m-learning* e uma pedagoga, mestre em Cognição e Linguagem, com anos de atuação em sua área. Essa análise resultou em melhorias para o modelo, que foi aperfeiçoado contemplando as sugestões feitas pelos referidos especialistas.

Para verificar a adequação do M-learnMat aos seus propósitos, junto a seu público alvo, foi estabelecido um processo de experimentação. Na seção seguinte, o referido processo é resumido e são analisados os recursos pedagógicos para celulares utilizados.

EXPERIMENTAÇÃO DO M-LEARNMAT: RECURSOS UTILIZADOS

O M-learnMat foi experimentado durante o primeiro semestre de 2011, na disciplina de Cálculo I, em duas turmas do Ensino Superior do Instituto Federal Fluminense (cursos presenciais): 1º período do Bacharelado em Sistemas de Informação (curso diurno) e 1º período do Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (curso noturno). Nos dois cursos considerados, a disciplina de Cálculo I possui a mesma carga horária (80 h/aula) e ementa (Limite e Continuidade; Derivadas; Integrais).

A pesquisa realizada foi de cunho qualitativo, por meio de estudo de casos. Para a coleta de dados, foram utilizadas as seguintes técnicas: observação, registros no ambiente virtual de aprendizagem e questionários. A análise dos dados coletados foi promovida por meio de análise de conteúdo, que é um conjunto de instrumentos metodológicos que se aplica a “discursos” diversos (conteúdos e o que estes encerram) [7].

Na experimentação, o dispositivo móvel utilizado foi o celular (do próprio aluno) e o ambiente virtual de aprendizagem foi o Moodle (com o *plug-in* MLE-Moodle, que estende para o celular as funcionalidades do Moodle).

Além do dispositivo móvel e do ambiente de aprendizagem, diversos outros aspectos foram comuns às duas turmas consideradas (conteúdo abordado, material disponibilizado, proposta de atividades em grupo, integração de

vários recursos tecnológicos, entre outros). Assim, foi possível organizar os dois modelos pedagógicos em uma única estrutura contendo uma série de estratégias comuns e algumas particulares, relacionadas aos contextos considerados. Adotou-se essa estrutura como o modelo pedagógico da experimentação. A mesma envolveu: i) o uso de recursos tecnológicos, em particular celulares, como artefatos mediadores, meios que colaboram para o alcance do motivo principal da disciplina; ii) atividades em grupo, baseadas em resolução de problemas; iii) discussão de cada tópico (Limites, Derivadas e Integrais) em termos de origens históricas; iv) incentivo às generalizações, contribuindo, assim, para desenvolvimento do pensamento matemático (o objetivo não é a resolução de questões específicas e, sim, a aquisição de ferramentas para a resolução de diversas questões); v) o entendimento de que o aluno é agente do seu processo de aprendizagem, o professor é mediador do processo e a troca entre colegas também é fundamental.

Destaca-se que, no início do semestre letivo, os alunos responderam a um questionário. O mesmo continha perguntas relacionadas ao celular, ao uso de recursos, à habilidade de uso do teclado e ao uso de dispositivos móveis na educação, entre outros tópicos. Os dados foram analisados e orientaram a condução de diversas ações da disciplina. Foi possível verificar que: i) todos possuíam celular (comum ou *smartphone*, mas com forte predominância do celular comum); ii) todos afirmaram ser favoráveis em relação ao uso de dispositivos móveis na educação; iii) com relação à habilidade em lidar com o teclado do celular, nenhum aluno considerou sua habilidade como “Péssima” e apenas um considerou como “Ruim”.

A mobilidade, na referida experimentação, foi considerada no uso: i) dos recursos do MLE-Moodle que permitia acesso ao curso, a qualquer tempo e lugar; ii) de aplicativos para celulares, o que ocorria em sala de aula ou não; iii) de *quizzes*, que, assim como os aplicativos, podiam ser acessados, sem requerer conexão Internet, onde o aluno estivesse. Nas subseções seguintes, são apresentados os recursos do Moodle para *m-learning*, o *software* MyMLE, que permite a elaboração de *quizzes*, e aplicativos para celular.

Segundo a TA, a atividade é um sistema coletivo com instrumentos, regras, divisão de trabalho. São pessoas interagindo para transformar o objeto, segundo um motivo comum. A disciplina de Cálculo I, em cada uma das turmas analisadas, foi vista como um sistema de atividade. Nesses sistemas, os recursos descritos a seguir foram utilizados como instrumentos mediadores entre os alunos e o objeto de conhecimento.

MLE-Moodle

Entre as diversas ferramentas desenvolvidas para o Moodle, encontra-se o MLE-Moodle⁵ (*Mobile Learning Engine - Moodle*). O projeto MLE teve início em 2003, com os estudos de doutorado⁶ de Matthias Meisenberger, sob a orientação do Dr. Alexander K. Nischelwitzer [8]. Por meio deste projeto foi, posteriormente, desenvolvido o MLE-Moodle, um *plug-in* que permite estender, para o celular, as funcionalidades do ambiente Moodle. O MLE-Moodle tem código-fonte livre e é totalmente gratuito e personalizável [8]. O acesso ao mesmo, pelo celular, pode ser realizado de duas formas: por meio do navegador do dispositivo ou usando o MLE Client, um módulo especial a ser instalado no celular. As Figuras 3a e 3b mostram o curso de Cálculo no MLE-Moodle, nas duas situações.

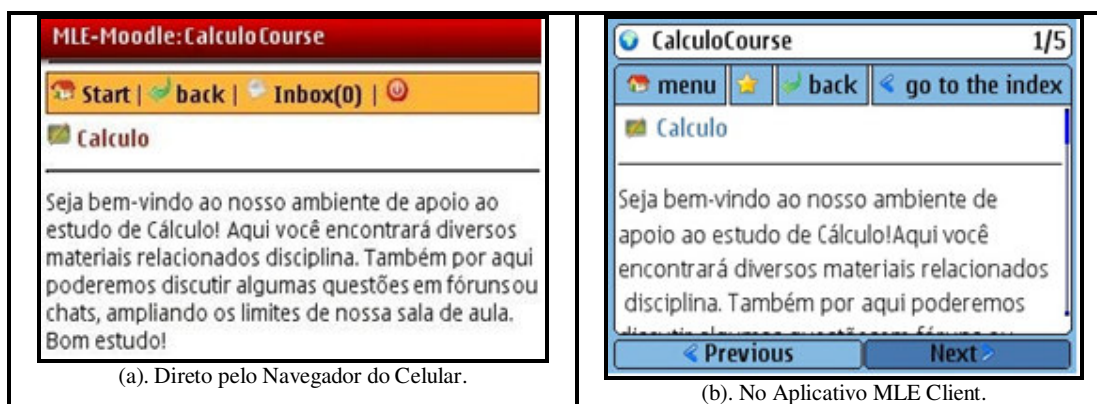


FIGURA 3. Curso de Cálculo no Ambiente MLE-Moodle.

⁵ Disponível em: <<http://mle.sourceforge.net/mlemoodle/index.php?lang=en&page=download.php>>.

⁶ FH Joanneum - Universidade de Ciências Aplicadas, Graz, Áustria.

Ao instalar o *plug-in* MLE, é possível disponibilizar essas duas opções para todos os cursos abertos no Moodle correspondente. Ambas requerem conexão Internet, porém, instalando o aplicativo MLE Client, o usuário pode fazer o *download*, para o celular, de alguns recursos e, posteriormente, acessá-los sem necessitar de conexão. Por sua vez, acessar o MLE direto pelo navegador do celular é mais prático e rápido, mas exigirá sempre conexão Internet. Qualquer alteração efetuada no Moodle é, automaticamente, convertida para o MLE.

Se o Moodle tem o *plug-in* MLE instalado, então é disponibilizado um editor para criação de materiais pedagógicos próprios para o MLE-Moodle. Esse editor funciona dentro do próprio Moodle e permite elaborar, por exemplo, testes (*quizzes*) ou pequenos textos (ou ambos), com possibilidade de inclusão de páginas, áudio e vídeo.

O *quiz* é salvo diretamente no tópico em que o professor o criou. A partir disto, o objeto criado pode ser visualizado e respondido no MLE (via navegador ou aplicativo) e, também, no Moodle tradicional. A Figura 4a mostra um *quiz* sobre assíntotas, visto no celular diretamente pelo navegador e a 4b mostra o mesmo *quiz*, visto no celular, via aplicativo MLE-Client. A ordem das alternativas muda a cada entrada (pois a opção randômica foi selecionada, ao elaborar a questão), por isso, na Figura 4a, as alternativas não estão na mesma ordem da Figura 4b. Ao final de cada tópico aberto no curso de Cálculo I no Moodle, era sempre proposta uma série de *quiz* para que os alunos pudessem verificar seus conhecimentos.

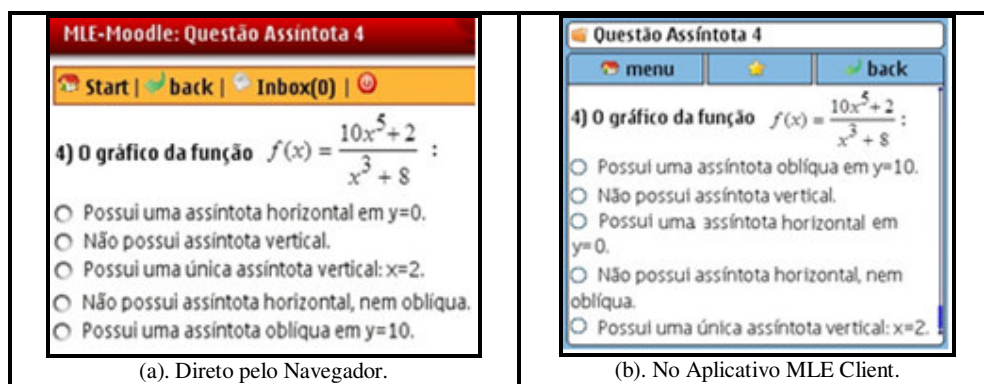


FIGURA 4. Exemplo de *Quiz* sobre Assíntotas.

No Moodle, também é possível gerar *mobile tags*, que são códigos 2D (semelhantes aos códigos de barras, mas com duas dimensões). Esses códigos permitem que um endereço da Internet possa ser rapidamente acessado pelo celular, dispensando o teclado como recurso de entrada (o celular deve ter um leitor apropriado para isto, mas o mesmo pode ser gratuitamente obtido na Internet). O Moodle gera as *mobile tags* e as disponibiliza nos tópicos em que foram solicitadas. Com um leitor apropriado, o aluno não precisa digitar o endereço e sim apontar a câmera do celular para o código e, automaticamente, o mesmo será lido pelo celular. Um aspecto interessante das *mobile tags* é que elas funcionam mesmo impressas, o que facilita muito o acesso a um endereço eletrônico disponibilizado em livros, revistas, entre outros materiais.

Além de apresentar recursos específicos para *m-learning*, diversos outros recursos do Moodle também ficam acessíveis no MLE-Moodle. Por exemplo, é possível ler e responder aos fóruns e, além disso, é possível anexar arquivos à discussão. As Figuras 5a e 5b mostram telas de um fórum visto no MLE, diretamente no navegador.



FIGURA 5. Fórum visto no MLE-Moodle – Direto pelo Navegador do Celular.

O ambiente virtual Moodle, com o *plug-in* MLE-Moodle, ampliou a possibilidade de acesso aos materiais do curso e, assim, contribuiu para melhor aproveitamento de tempo dos alunos. Porém, trata-se de uma ferramenta que requer Internet e, embora o celular fosse um dispositivo popular entre os alunos, nem sempre havia possibilidade de conexão (seja pelo custo envolvido ou por limitações tecnológicas dos celulares). Assim, na subseção seguinte é apresentado o MyMLE, um recurso utilizado para criar materiais pedagógicos que não requerem conexão.

MyMLE

O *software* MyMLE⁷ é um programa para computador que permite criar *quizzes* e outros materiais pedagógicos para celulares com plataforma Java ME. Depois de elaborados, os materiais são enviados para o celular, juntamente com o ambiente MyMLE (Figura 6), por *Bluetooth*, por exemplo. Uma vez no celular, os mesmos podem ser utilizados sem requerer conexão Internet.



FIGURA 6. Interface do Ambiente MyMLE no Celular.

A interface do MyMLE, no computador, é a mesma do editor do MLE-Moodle e os recursos para criação dos *quizzes* e de outros materiais também são os mesmos. Porém, o MyMLE funciona fora do Moodle e, portanto, o processo final da elaboração dos materiais é diferente. É preciso salvá-los e, posteriormente, transformá-los em um “pacote”, para que os mesmos possam ser enviados para o celular. O MyMLE tem recurso próprio para esse “empacotamento”. No processo final, o programa gera, automaticamente, três pastas, permitindo compatibilidade com diferentes tipos de celular. Após serem transferidos para o celular, os arquivos precisam ser instalados.

Na experimentação do M-LearnMat, todos os *quizzes* elaborados no MLE-Moodle também foram desenvolvidos no MyMLE, tendo em vista as pessoas que não tinham acesso à Internet pelo celular. Os *quizzes* eram propostos como recursos para que o aluno verificasse sua aprendizagem sobre o tema abordado.

Aplicativos

Além dos recursos descritos, dois aplicativos para celulares foram utilizados na experimentação: o Graphing Calculator e o Graph2Go. Ambos são gratuitos e requerem Java ME. O Graphing Calculator⁸ (Figura 7a) é uma calculadora científica gráfica que permite traçar o gráfico de até três funções, simultaneamente (em 2D). Possibilita, também, traçar o gráfico de funções definidas por duas sentenças. O Graph2Go⁹ (Figura 7b) também opera como uma calculadora gráfica, para um dado conjunto de funções, permitindo estabelecer conexões entre representações gráficas (em 2D) e algébricas, por meio de transformações dinâmicas.

A proposta do Graph2Go é diferente do Graphing Calculator, uma vez que possibilita alterar coeficientes e, assim, analisar alterações nas curvas. O Graph2Go permite, também, o traçado do gráfico da função derivada e o cálculo do valor da área sob a curva, em determinado intervalo.

No Moodle foram disponibilizadas orientações de uso dos dois aplicativos. Além disso, foram elaboradas *mobile tags* relativas aos endereços eletrônicos dos mesmos, visando facilitar o acesso de quem podia usar a Internet no celular. Os que não podiam, transferiam os aplicativos para o computador e, então, enviavam os mesmos para o celular, por Bluetooth ou por algum outro meio, como cabo USB, por exemplo. Os aplicativos eram utilizados no apoio à resolução de situações-problema. Tais situações tinham por objetivo transformar conceitos abordados em necessidades cognitivas e levar o aluno a agir, conscientemente, em busca das soluções.

⁷ O MyMLE é um *software* livre, disponível para *download* em <<http://mle.sourceforge.net/mymle/index.php?lang=en&page=download.php>>. O principal desenvolvedor do mesmo é Matthias Meisenberger.

⁸ Desenvolvido por Anthony Rich, encontra-se disponível em <<http://www.getjar.com/mobile/36442/graphing-Calculator/>>.

⁹ Desenvolvido pelo projeto Math4Mobile, encontra-se disponível em <<http://www.math4mobile.com/download>>.

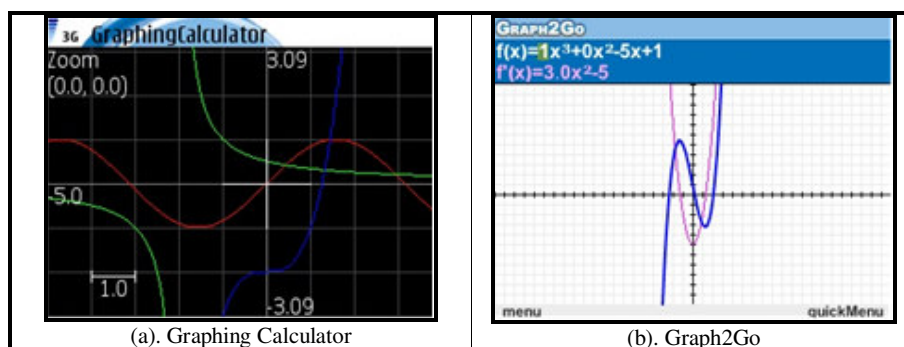


FIGURA 7. Aplicativos utilizados na Experimentação do M-learnMat.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No início do semestre, a maioria dos alunos estava ingressando no Ensino Superior. Os conteúdos de Cálculo, por requererem inúmeros pré-requisitos e exigirem diversas abstrações, por si só já eram diferentes. Assim, foi preciso que os alunos se familiarizassem com a proposta do Cálculo e também com a metodologia adotada, que era fortemente apoiada no uso de recursos tecnológicos. Dos 68 alunos que responderam o questionário inicial (27 alunos do Bacharelado e 41 do Tecnólogo), 54 (cerca de 79,41%) afirmaram nunca ter usado *software* para esse fim. Ressalta-se que dos 14 alunos que afirmaram já ter usado algum *software* para Matemática, a maioria era aluno em dependência, que já havia usado algum programa (para computador) no período anterior. Assim, até mesmo a forma de digitar as funções no aplicativo Graphing Calculator era novidade para a maioria dos alunos (embora a referida forma seja semelhante à da maioria dos programas matemáticos para computador).

Porém, passada a fase de adaptação, foi possível observar que as estratégias adotadas foram sendo desenvolvidas de forma natural. Os alunos passaram a lidar com as diversas tecnologias (incluindo o Winplot, *software* para computador também utilizado na disciplina) com mais familiaridade. As situações-problema foram sendo entendidas mais facilmente e os aplicativos para celulares, em geral, apoiaram a resolução das mesmas. Ressalta-se que de todos os recursos para celular, os aplicativos foram os que mais se destacaram entre os alunos. A maioria utilizava os mesmos com desenvoltura, lidando com as teclas do celular sem dificuldades.

O uso dos *quizzes* no celular, embora considerado importante pelos alunos, não era um processo prático para quem não tinha facilidade de acesso à Internet. Era preciso fazer a transferência e instalação de cada série de *quiz* no aparelho. Assim, em geral, os alunos transferiam algumas séries disponibilizadas, mas não todas. Para os que podiam acessar a Internet pelo celular, o processo era muito mais simples, usando o MLE-Moodle.

De maneira geral, analisando a evolução das atividades realizadas, foi possível registrar uma boa aceitação, por parte dos alunos, da proposta metodológica adotada. Os alunos tiveram posturas responsáveis e participativas, utilizando os recursos tecnológicos como instrumentos mediadores da aprendizagem. Entende-se, portanto, que o modelo pedagógico adotado na experiência relatada, baseado nas orientações do M-learnMat, estava adequado aos seus propósitos. O mesmo cumpriu seu papel de orientar as atividades desenvolvidas na disciplina, colaborando para que as ações pedagógicas fossem promovidas de maneira organizada, segundo estratégias bem definidas.

REFERÊNCIAS

1. G. L. R. Palis, "Pesquisa sobre a própria prática no ensino superior de Matemática," in *Educação Matemática no Ensino Superior: pesquisas e debates*, organizado por M. C. R. Frota e L. Nasser, Recife, PE, Brasil: SBEM, 2009, pp. 203-221.
2. P. A. Behar, L. Passerino e M. Bernardi, "Modelos Pedagógicos para Educação a Distância: pressupostos teóricos para a construção de objetos de aprendizagem," in *Revista Novas Tecnologias na Educação* 5, n 2, 1-12 (2007).
3. A. N. Leont'ev, *Activity, Consciousness, and Personality*, Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall, 1978.
4. Y. Engeström, *Learning by Expanding: an activity-theoretical approach to developmental research*, Helsinki, Filand: Orienta-Konsultit Oy, 1987.
5. V. V. Davýdov, *Tipos de Generalización en la Enseñanza*, Havana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación, 1982.
6. P. A. Behar e colaboradores. *Modelos Pedagógicos em Educação a Distância*, Porto Alegre, RS, Brasil: Artmed, 2009.
7. L. Bardin, *Análise de Conteúdo*, Lisboa, Portugal: Edições 70, 2004.
8. MLE-Moodle – end users. *MLE-Moodle*. 2009. Disponível em: <<http://mle.sourceforge.net/mlemoodle/index.php?lang=en>>. Acesso em: 02 abr. 2011.