

# Da Elicitação de Requisitos ao Desenvolvimento de Aplicações de Mobile Learning em Matemática

Edgar Marçal<sup>1</sup>, Luciana de Lima<sup>1</sup>, Melo Júnior<sup>1</sup>, Windson Viana<sup>1</sup>, Rossana Andrade<sup>2</sup>, Júlio Wilson Ribeiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto UFC Virtual – Universidade Federal do Ceará (UFC)  
Av. Humberto Monte, s/n, bloco 901, 1o andar - Fortaleza – CE – Brasil

<sup>2</sup> MDCC - Universidade Federal do Ceará  
Campus do PICI, Bl. 910, Fortaleza, Ce, Brasil, CEP 60.455-760

{edgarmarcal, luciana, melojr, windson}@virtual.ufc.br, rossana@ufc.br,  
juliow@uol.com.br

**Abstract.** *Mobile learning (m-learning) concept offers flexibility and organization skills as well as brings self-study responsibility and supports teaching and learning practices from a pedagogical perspective. Due to these features, software development for m-learning is a hard task. Then, this paper presents the main requirements captured in the literature for m-learning application development, specifically, those focused on mathematics. The main goal of this paper is, thus, offers the foundation for the creation of a practical m-learning application development process. Possible solutions to design and implement these requirements are also described. These solutions are developed to help mathematic teaching and learning using mobile devices.*

**Resumo.** *O conceito de m-learning fornece a flexibilidade e a capacidade de organizar, desperta o senso de responsabilidade, e apóia e incentiva práticas de ensino e aprendizagem a partir de uma perspectiva pedagógica. Contudo, desenvolver software para m-learning ainda é uma tarefa árdua. Este artigo apresenta uma elicitação dos principais requisitos do desenvolvimento de aplicações m-learning, em especial, aquelas destinadas ao ensino de matemática. O objetivo principal é fornecer bases para a criação de um guia prático de desenvolvimento deste tipo de aplicação. Soluções possíveis para realizar estes requisitos são também apresentadas e foram identificadas a partir do desenvolvimento de aplicativos para favorecer o ensino de matemática através de dispositivos móveis.*

## 1. Introdução

O conceito de Mobile Learning ou *m-learning* têm despertado interesse de pesquisadores internacionais e brasileiros por fornecer a flexibilidade e a capacidade de organizar, de despertar o senso de responsabilidade, e por apoiar e incentivar práticas de ensino e aprendizagem a partir de uma perspectiva pedagógica [Glasesmann *et al.* 2010, Power and Shrestha 2010, Marçal *et al.* 2009]. Além disso, *m-learning* é adequado aos processos educacionais de natureza móvel, que exigem altos níveis de interatividade, de integração do conteúdo e da onipresença de atividades durante o processo de aprendizagem [Chen *et al.* 2002].

Em particular, os pesquisadores têm investigado como o *m-learning* pode favorecer a educação matemática [Franklin and Peng 2008, Baya'a and Daher 2009] através do uso de recursos nativos dos dispositivos móveis (e.g., celulares, palmtops, tablets, etc.) como a câmera ou o microfone, ou através do uso pedagógico de softwares desenvolvidos para promover a aprendizagem significativa e telecolaborativa [Valente 2002, Valente e Bustamant (orgs.) 2009]. O desenvolvimento deste tipo de software, denominado software móvel, entretanto, não é uma tarefa simples devido às características peculiares dos dispositivos de suporte: heterogeneidade, bateria limitada, recursos computacionais escassos, entre outros [Marinho *et al.* 2010]. Os softwares móveis também herdam os problemas de concepção e desenvolvimento dos softwares tradicionais. Pfleeger, baseado em relatório do Standish Group<sup>1</sup>, afirma que mais de 30% dos problemas na construção dos softwares estão relacionados a problemas com requisitos, seja no seu levantamento, nas mudanças das especificações ou na falta de envolvimento do usuário [Pfleeger, 2004].

No caso do software educativo, além dos requisitos convencionais, devem ser enfatizados os aspectos pedagógicos e metodológicos. De acordo com Tarouco *et al.*, os sistemas *m-learning* desenvolvidos devem apresentar seus conteúdos montados sob demanda, com a finalidade de atendê-los em suas necessidades contextuais e cognitivas [Tarouco *et al.* 2010]. É importante prezar pela aprendizagem significativa de forma dinâmica e motivadora. Dessa forma, os recursos desenvolvidos devem conter multimídia e interatividade. É preciso, então, que o estudante consiga, com o auxílio do software ou aplicativo, trabalhar a construção de novos conteúdos, desenvolvendo um ciclo de aprendizagem do tipo: ação-reflexão-depuração-nova ação [Valente 2002].

A partir de um estudo bibliográfico, o presente artigo apresenta um *survey* dos principais requisitos identificados no desenvolvimento de aplicações de *m-learning*, em especial, aquelas destinadas ao ensino de matemática. Ao contrário de outros trabalhos de elicitação de requisitos para *m-learning*, este artigo também descreve soluções possíveis para atender os requisitos elicitados. Estas soluções foram identificadas a partir do desenvolvimento de aplicativos para favorecer o ensino de matemática através de dispositivos móveis. Desta forma, este artigo pretende apresentar alternativas para o desenvolvimento de aplicações em *m-learning* na área de matemática que atendam tanto requisitos técnicos como pedagógicos.

Na próxima seção, é apresentada a elicitação de requisitos realizado a partir de um estudo de aplicações de *m-learning*, em geral, e de aplicações específicas para o ensino em matemática. Na terceira seção, o processo de desenvolvimento de software de *m-learning* adotado é apresentado. A descrição das etapas do processo faz referência a três aplicações de ensino de geometria, destacando-se as características técnicas e a proposta pedagógica contida nos softwares, que buscam embasar a discussão em grupo a partir de uma interação inicial individual entre aluno e máquina. A quarta seção faz um mapeamento entre os requisitos elicitados e as soluções encontradas para realizar (i.e., projetar e implementar) estes requisitos. A quinta e última seção mostra as considerações finais do trabalho, apresentando as conclusões e os possíveis trabalhos futuros a serem desenvolvidos.

---

<sup>1</sup> <http://www.standishgroup.com/>

## **2. *M-learning* e o Ensino de Matemática**

Silander and Rytkönen (2005) acreditam que dispositivos móveis definem uma nova dimensão na educação, principalmente por permitirem o aprendizado em contextos específicos, facilmente extensíveis ao mundo real. Assim, devido à ubiquidade de tais dispositivos, os alunos podem acessar material didático digital em virtualmente qualquer lugar, construindo, a partir de observações do mundo real, conhecimento.

Desta forma, é geralmente com base na idéia de facilidade de disponibilização e uso que a maioria dos experimentos de *m-learning* é concebida. Esses experimentos podem ser realizados com software e acessórios já disponíveis no próprio dispositivo (i.e. calculadora, câmera, etc) ou com software especialmente criado para a prática de *m-learning*. Com o objetivo de identificar e reconhecer os principais desafios no desenvolvimento deste tipo de software com foco no ensino de matemática, diferentes iniciativas e soluções em *m-learning* foram analisadas. Estes trabalhos foram divididos em duas subseções que são mostradas a seguir.

### **2.1. Requisitos de Aplicações de *M-learning***

Economides (2008) apresenta um conjunto de requisitos para aplicações educacionais em dispositivos móveis, agrupando-os em quatro dimensões: Econômica, Sócio-Cultural, Técnica e Pedagógica.

Com relação aos aspectos econômicos, devem ser considerados os gastos para o usuário utilizar a aplicação, a relação custo benefício e os tipos de contratos exigidos pelo desenvolvedor do software. Atitude, tendências sociais, aceitabilidade, métodos de interação social e sociabilidade são os principais requisitos relacionados aos aspectos sócio-culturais. Na dimensão pedagógica, merecem destaque, por estarem próximos ao tema deste trabalho, os seguintes requisitos: teorias de aprendizagem, apresentação e qualidade do conteúdo, organização do conteúdo e suporte a *feedback* do estudante.

Na dimensão técnica, os requisitos são divididos em oito grupos: interface do usuário, funcionalidade, percepção, adaptação, confiabilidade, eficiência, conectividade e segurança. No aspecto da interface do usuário, por exemplo, a aplicação deve ser fácil de usar, intuitiva e empregar diferentes mídias. O requisito de funcionalidade está relacionado à qualidade e à interatividade da aplicação. Com relação ao requisito da percepção, este estaria ligado ao estado do aluno, ao tipo do dispositivo utilizado, às atividades a serem executadas e ao ambiente de uso da aplicação. O requisito da adaptação está relacionado à propriedade da aplicação de adaptar-se a diferentes contextos, ser flexível, transparente e manter-se consistente após as adaptações. A confiabilidade da aplicação está relacionada à ausência de erros, disponibilidade da aplicação, facilidade de instalação, configuração e atualização. O requisito de eficiência está ligado ao desempenho da aplicação, à velocidade de transmissão das informações, ao consumo de energia e à entrada e saída dos dados. Com relação à conectividade, este requisito está relacionado tanto às formas de transmissão de dados da aplicação, quanto à sua portabilidade e autonomia. O requisito segurança está relacionado ao controle de acesso à aplicação e a proteção das informações trafegadas.

Petrova and Li (2009) listam um conjunto de sete requisitos de aplicações de *m-learning* obtidos a partir do levantamento das necessidades dos alunos, são eles: adaptabilidade do conteúdo, disponibilidade das informações, possibilidade de customização, conteúdo compreensível, se a aplicação possibilita auto-instrução, se a

aplicação se encaixa no currículo da instituição de ensino e se a aplicação possui conteúdo interessante e agradável. Outros dois fatores são apontados como empecilhos na expansão do *m-learning*: os custos das transmissões de dados e os recursos limitados dos dispositivos móveis para entrada de grandes quantidades de texto.

Georgieva (2009) mostra um comparativo entre doze aplicações de *m-learning*, sendo seis desenvolvidas em universidades e seis comerciais. Os requisitos utilizados para analisar e comparar as aplicações são: tipo de dispositivo móvel suportado, linguagem de programação, tipo de conteúdo, se a aplicação necessita de conexão a Internet, tipo de adaptação de conteúdo e se a aplicação é compatível com algum Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). Entre as conclusões, a autora destaca que a maioria das aplicações necessita de transmissão de informações e que as aplicações comerciais são integradas a AVAs existentes.

## 2.2. Requisitos de Aplicações de *M-learning* em Matemática

Partindo do conceito de acesso facilitado à informação, Krajcsi (2002) determina os cinco modelos de uso mais comuns de instrumentos de *m-learning* na matemática e suas principais características: Livros-Texto, Ferramentas de Auxílio, Modelos para experimentação, Aprendizagem Programada e Tutores Inteligentes. Baseando-se nessa classificação e em aplicações existentes, podem-se relacionar seis tipos de requisitos de softwares móveis para o ensino de matemática: *i)* suporte a textos e imagens que possam ser acessados linearmente ou através de *hiperlinks* [Nokia 2009]; *ii)* suporte a cálculos de problemas específicos, como áreas de figuras geométricas e volumes de sólidos [Baya'a e Daher 2009]; *iii)* uso de simulações de situações nas quais modelos matemáticos podem ser aplicados para a solução de problemas [LCSI 2010]; *iv)* facilidade na criação de questionários que devam ser respondidos pelo aluno; *v)* mensuração do feedback dos aprendizes; e *vi)* recursos de inteligência artificial para a criação de exercícios guiados, que englobam desde o cálculo de raízes de uma equação de primeiro grau até o traçado de gráficos de funções complexas [Carnegie Learning 2010]. A Figura 1 ilustra um resumo dos principais requisitos a serem elicitados durante o processo de desenvolvimento. Note que, nem sempre, uma aplicação de *m-learning* para matemática necessita atender a todos esses requisitos apresentados.



Figura 1. Requisitos de aplicações móveis para o ensino de Matemática

### 3. Processo de Desenvolvimento de Software Adotado para Aplicações de *M-learning*

Para implementar os requisitos elicitados, diversas escolhas devem ser tomadas ao longo do processo de desenvolvimento que podem inclusive limitar as opções disponíveis para outros requisitos. Foram desenvolvidos três aplicativos de *m-learning* para ensino da matemática, e a partir dessa experiência estabeleceu-se um conjunto de etapas para guiar a tomada de decisão e o processo de construção dos softwares. A Figura 2 apresenta esse processo e os principais atores envolvidos. O desenvolvimento pode se iniciar com a escolha de qual plataforma será utilizada e que modelo de conexão será empregado. Estas decisões influenciam tanto o aspecto econômico da aplicação quanto tecnológico. Além disso, a escolha do modelo de conexão pode dificultar o emprego de determinadas metodologias pedagógicas. Por exemplo, aplicativos *offline* podem dificultar a colaboração entre os aprendizes, porém oferecem custo reduzido devido ao não uso de comunicação tarifada.

Nos três aplicativos desenvolvidos (o M-Prisma, o M-Pitágoras e o M-Queops) utilizou-se a plataforma JME (Java Micro Edition) que consiste no ambiente Java para dispositivos móveis. Esta escolha decorre do grande número de dispositivos suportando a tecnologia, inclusive os de menor custo financeiro. Os softwares criados funcionam localmente no dispositivo móvel, sem a necessidade de conexão de rede.

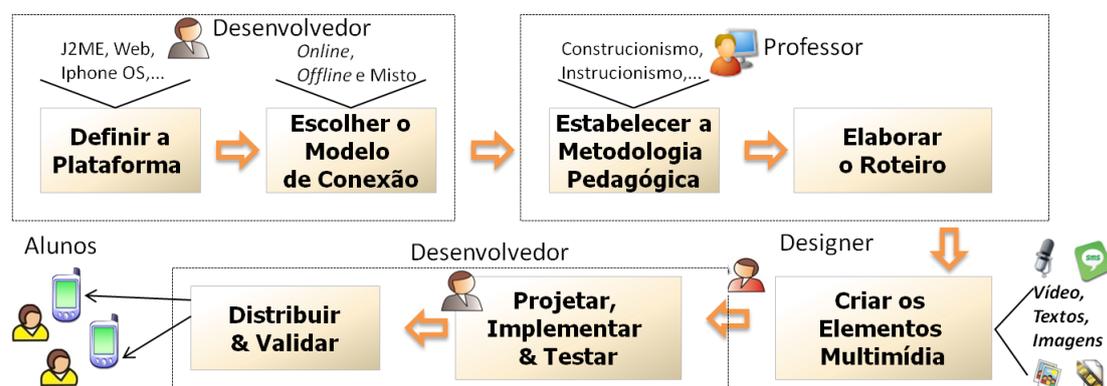


Figura 2. Processo de desenvolvimento

Baseado na escolha tecnológica, o professor é informado dos recursos multimídias e das características de usabilidade da plataforma. O professor pode então melhor estabelecer a metodologia pedagógica e elaborar o roteiro da aula. Um dos aplicativos móveis criados, o M-Queops, apresenta como objetivos pedagógicos a aprendizagem de conceitos básicos de Geometria Espacial (em especial, conceitos sobre Pirâmides). Por se tratar de um assunto de maior grau de dificuldade de compreensão para alunos do Ensino Médio, apresentam-se os conceitos de forma contextualizada, a partir da demonstração de um vídeo, com narração, que trata especificamente sobre as Pirâmides mais conhecidas do Egito. As animações apresentadas aos alunos buscam mostrar as construções geométricas que partem de conceitos mais específicos para conceitos mais gerais Ausubel *et al.* (1980), como no caso da construção da pirâmide a partir de vértices e arestas. Além disso, trabalha-se também a proposta oposta, partindo-se de conceitos gerais para específicos, como no caso da planificação de tipos de pirâmides diferentes, cujas bases são: triangular e quadrangular. Na elaboração do roteiro do M-

Queops, definiu-se que os textos deveriam ser simples e utilizar uma linguagem próxima à linguagem do aluno, sem deixar de lado o rigor matemático. As imagens deveriam auxiliar nas explicações, de tal forma que o aluno pudesse visualizar uma mesma pirâmide, observando seus diferentes elementos formadores. Os exercícios propostos deveriam auxiliar e consolidar a construção do conhecimento a partir da reflexão sobre os conceitos e as inferências desenvolvidas diante da comparação entre imagens e textos.

A partir do roteiro estabelecido, um processo de criação de elementos multimídias (textos, imagens e vídeos) é iniciado e adequado às características peculiares dos dispositivos móveis. Foram editados vídeos no formato 3GP, um padrão de arquivo audiovisual compactado e voltado para aparelhos que possuem uma capacidade limitada de memória. O desenvolvimento do software é então iniciado para agrupar, manipular e encadear os elementos multimídias seguindo o roteiro estabelecido pelo professor. Uma vez testada, a aplicação pode ser distribuída pelo professor de acordo com os mecanismos de conexão disponíveis, via cabo ou *bluetooth*. Os alunos também poderão transmitir o aplicativo entre si e utilizá-lo em sala de aula, em casa ou em qualquer lugar.

Nos três aplicativos desenvolvidos (Figura 3), o aluno navega entre as telas, clicando nos comandos ‘anterior’ e ‘próximo’. As aplicações são compostas por dois tipos de telas padrão: a tela de conteúdo, que é composta por textos, imagens e vídeos que apresentam as informações ao usuário; e a tela de pergunta, que contém uma única pergunta e várias opções de respostas. Para uma melhor compreensão do funcionamento das aplicações desenvolvidas, foi gravado um vídeo com uma demonstração da utilização do M-Queops em um telefone celular (Nokia E61), que está disponível no site YouTube, no link: <http://www.youtube.com/watch?v=EPhBe7sRpb0>.

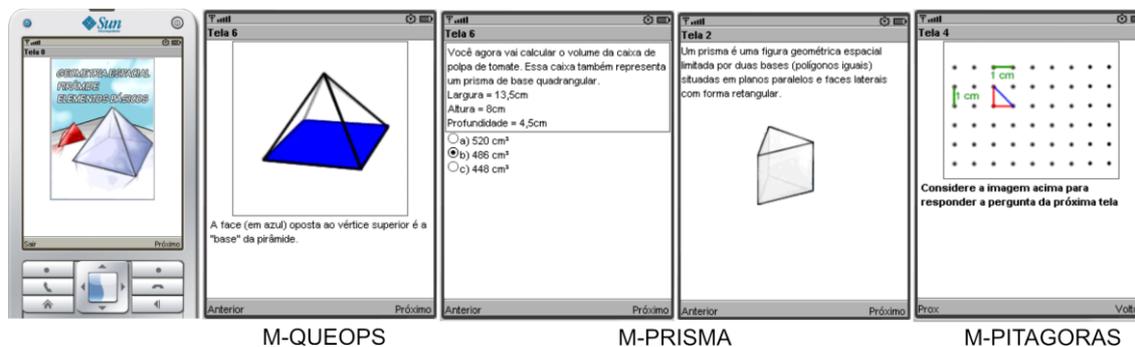


Figura 3. Telas capturadas dos aplicativos desenvolvidos

#### 4. Atendendo aos Requisitos Identificados

Diversos requisitos descritos na seção 2 foram contemplados nas três aplicações desenvolvidas. Em geral, utilizaram-se as mesmas soluções para as três aplicações que podem, portanto, serem adotadas em novos softwares de *m-learning* para Matemática. As cinco tabelas listadas a seguir apresentam um mapeamento entre os requisitos elicitados e as soluções projetadas e implementadas. A Tabela 1 apresenta as soluções para responder aos requisitos econômicos. A Tabela 2 descreve o único requisito sócio-cultural implementado. A Tabela 3 e a Tabela 4 listam as soluções implementadas para

atender, respectivamente, os requisitos técnicos e pedagógicos relacionados. Por fim, a Tabela 5 descreve os requisitos específicos de *m-learning* na área de matemática.

**Tabela 1. Requisitos Econômicos**

Requisitos Econômicos	
Requisitos	<b>Gastos para utilização da aplicação, a relação custo benefício e os tipos de contratos exigidos</b>
Soluções Implementadas: Um dos requisitos dos aplicativos era reduzir o ônus financeiro para o aluno, já que o público alvo eram alunos de escolas públicas. Para isso, os aplicativos foram implementados de forma a evitar conexões com a Internet. O usuário pode usar a aplicação quantas vezes desejar, sem que, para isso, necessite de um contrato com o fabricante ou a operadora de telefonia móvel.	

**Tabela 2. Requisitos Sócio-Culturais**

Requisitos Sócio-Culturais	
Requisito	<b>Atitude</b>
Soluções Implementadas: As aplicações foram desenvolvidas para possibilitar que o aluno desenvolva gradualmente sua auto-eficácia na aprendizagem do conteúdo, partindo-se de conceitos mais específicos para conceitos mais gerais.	

**Tabela 4. Requisitos Pedagógicos**

Requisitos Pedagógicos	
Requisito	<b>Teorias de aprendizagem</b>
Soluções Implementadas: No caso do M-Queops, apesar da disposição do conteúdo acontecer de forma linear, considera-se a proposta pedagógica empregada, do ponto de vista teórico, voltada para uma aprendizagem colaborativa, pautada em elementos construtivistas. Tal raciocínio tem como base a possibilidade de interação entre os alunos e a máquina que deve sempre fomentar discussões que propiciem o trabalho em grupo e a construção de conhecimentos, no que à aprendizagem pautada nas interações entre os integrantes dos grupos formados [Valente 2009].	
Requisito	<b>Apresentação e qualidade do conteúdo</b>
Soluções Implementadas: Os conteúdos apresentados nos aplicativos fazem uso de texto, questionário, imagens variadas, vídeo e animações com boa qualidade de imagem e de som. Além disso, há uma preocupação em minimizar o uso da barra de rolagem e aproveitar ao máximo o espaço da tela. As animações se apresentam em <i>loop</i> para que os alunos tenham acesso à construção das geometrias continuamente.	
Requisito	<b>Organização do Conteúdo</b>
Soluções Implementadas: Para a aplicação M-Queops, o conteúdo está organizado do mais geral para o mais específico, seguindo os pressupostos de Ausubel <i>et al.</i> (1980). Primeiramente é apresentado um vídeo com narração sobre as pirâmides do Egito, seguido de uma animação que conceitua uma pirâmide do ponto de vista matemático. São apresentados posteriormente conceitos básicos dos elementos de uma pirâmide.	
Requisito	<b>Suporte e <i>feedback</i> ao estudante</b>
Soluções Implementadas: Em todos os aplicativos, mensagens informam os alunos de situações de acerto e de erro. Em caso de erro, aplicação retorna ao conteúdo teórico propiciando o acesso a teoria da figura geométrica estudada. Assim, o aluno pode refletir com seus colegas sobre os problemas enfrentados durante as tarefas.	

**Tabela 3. Requisitos Técnicos**

Requisitos Técnicos	
Requisito	<b>Interface do usuário</b>
Soluções Implementadas: Os aplicativos desenvolvidos exigem o mínimo de cliques do usuário (em geral apenas um), a maioria das telas não tem barra de rolagem e seu conteúdo é composto basicamente por textos, imagens e animações, características que facilitam o uso e a navegação na aplicação.	
Requisito	<b>Funcionalidade</b>
Soluções Implementadas: Tanto os vídeos quanto as imagens foram construídas buscando-se aliar a melhor qualidade de visualização com o menor tamanho. Nas telas de conteúdo, o usuário interage navegando (avançando e retrocedendo) entre elas e nas telas de perguntas, a interação se dá através da seleção de uma opção de resposta e da sua confirmação (ver Figura 3).	
Requisito	<b>Percepção</b>
Soluções Implementadas: Os aplicativos foram desenvolvidos para o contexto do aluno em sala de aula. Os dispositivos móveis compatíveis com as aplicações estão dentro de um escopo limitado: devem suportar JME e a execução de vídeos.	
Requisito	<b>Adaptação</b>
Soluções Implementadas: Os softwares desenvolvidos, por serem escritos em JME, adaptam-se a dispositivos móveis de diferentes fabricantes e em diferentes sistemas operacionais, de forma transparente ao usuário e mantendo a sua consistência.	
Requisito	<b>Confiabilidade</b>
Soluções Implementadas: Nas três aplicações, o usuário não entra com dados, apenas seleciona os comandos disponíveis o que reduz os erros de utilização. Durante o projeto das aplicações, foram construídos casos de teste (teste unitários e de integração) que foram validados após o fim da implementação. Uma vez instalada, a aplicação estará sempre disponível ao usuário, pois não depende de dados externos. Também não há necessidade de configuração da aplicação após sua instalação.	
Requisito	<b>Eficiência</b>
Soluções Implementadas: Os softwares desenvolvidos não acessam nenhuma base de dados, nem recursos especiais de hardware do equipamento, nem realizam transmissão de informações, evitando queda de desempenho ocasionada pela utilização desses recursos. A entrada das informações é minimizada e o usuário não precisa digitar nenhum dado, apenas selecionar entre os comandos disponíveis.	
Requisito	<b>Conectividade</b>
Soluções Implementadas: Os aplicativos não precisam enviar ou receber dados e são portáteis para dispositivos móveis que suportem JME e vídeo 3GP. Não há necessidade de qualquer hardware ou software adicional, o que fornece um bom grau de autonomia as aplicações, pois estas não são dependentes de outras funcionalidades de hardware (como GPS, câmera digital, etc.) ou software.	

**Tabela 5. Requisitos de *m-learning* em Matemática**

Requisitos de Aplicações de <i>m-learning</i> em Matemática	
Requisito	<b>Suporte a textos e imagens de forma linear</b>
Soluções Implementadas: Nos três aplicativos, a disposição do conteúdo acontece de forma linear, com telas em seqüência, e compostas por textos e imagens.	
Requisito	<b>Utilização de questionários</b>
Soluções Implementadas: Telas com perguntas são apresentadas e os alunos podem	

exercitar o conhecimento adquirido através da seleção com múltiplas escolhas.	
Requisito	<b>Uso de simulações</b>
Soluções Implementadas: No M-Queops, a aplicação apresenta vídeos com simulações tridimensionais das propriedades das pirâmides e de planificações destas.	
Requisito	<b>Criação de exercícios guiados</b>
Soluções Implementadas: Nos três aplicativos, em caso de erro na resposta da pergunta, a aplicação retorna ao conteúdo relacionado à pergunta.	

## 5. Considerações Finais

Devido à sua popularização, o emprego de dispositivos móveis se afirma como uma interessante ferramenta de auxílio ao ensino e à aprendizagem. Nota-se, porém, que o ensino-aprendizagem de conceitos matemáticos através de *m-learning* apresenta algumas particularidades, que podem exigir desde a adaptação de conteúdos às pequenas telas até a adoção de métodos pedagógicos específicos. Este trabalho apresentou um conjunto de requisitos necessários ao desenvolvimento deste tipo de aplicação, baseado em pesquisas na área, destacando-se as suas principais necessidades e implicações. A partir da criação de três aplicativos, estabeleceu-se também um processo guia que pode servir como uma referência prática para a criação de softwares na área e pode evoluir em direção a um processo de reutilização de artefatos para *m-learning* em matemática. Além disso, a proposta também descreve um mapeamento entre os requisitos elicitados e as soluções utilizadas nas três aplicações desenvolvidas.

Na implementação, optou-se por empregar recursos que, apesar de simples, devido à relativa baixa capacidade de processamento dos dispositivos móveis, podem ser bem utilizados para a apresentação de idéias e construção de novos conceitos. Dentre tais recursos, merece destaque o uso de questionários com *feedback* capaz de auxiliar o aluno a buscar soluções quando necessário.

Com o intuito de melhor avaliar a implementação dos requisitos e do próprio impacto do uso das aplicações desenvolvidas, testes reais serão realizados em uma escola pública de ensino médio. Espera-se, assim, contribuir ativamente para a definição de padrões específicos para o desenvolvimento de instrumentos que viabilizem a aprendizagem de matemática que, partindo da interação individual aluno-computador, não tornem o ensino hermético, mas, sim, possam embasar ricas discussões em grupo.

## Referências

- Ausubel, D. P; Novak, J. D.; Hanesian, H. (1980) "Psicologia Educacional". Rio de Janeiro: Interamericana (2ª edição).
- Baya'a, N. and Daher, W. (2009) "Students' perceptions of Mathematics learning using mobile phones" In: International Conference on Mobile and Computer Aided Learning, Amman, Jordan.
- Carnegie Learning (2010) "Intelligent mathematics software that adapts to meet the needs of ALL students", Disponível em: <http://www.carnegielearning.com/specs/cognitive-tutor-overview/>. Acesso em: 15 jun. 2010.
- Chen, Y., Kao, T., Sheu, J. and Chiang, Y. (2002) "A Mobile Scaffolding-Aid-Based Bird-Watching Learning System", In: IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (pp 15-22). Los Alamitos, USA.

- Economides, A. A. (2008) "Requirements of Mobile Learning Applications" In: International Journal of Innovation and Learning, Volume 5, Number 5.
- Franklin, T. and Peng, L.W.(2008) Mobile math: math educators and students engage in mobile learning”, In: Journal of Computing in Higher Education, Boston, EUA
- Georgieva E. (2007) "A Comparison Analysis of Mobile Learning Systems", In: Communication and Cognition Journal, Vol 40, Numb ¾, Belgium.
- Glasemann M., Kanstrup Anne Marie and Ryberg T. (2010) “Design and Exploration of a Mobile Game Scenario in a Diabetic Youth Camp”, In: IADIS International Conference Mobile Learning, Porto, Portugal.
- Krajcsi, A. (2002) "Mobile Learning in Mathematics", In: The Social Science of Mobile Learning Conference, November, Budapest, Hungary.
- LCSI (2010) “Enriched Math”, Disponível em: <[http://www.microworlds.com/solutions/enriched\\_math.html](http://www.microworlds.com/solutions/enriched_math.html)>. Acesso em: 15 jun. 2010.
- Marçal E., Lima L., Melo A. J., Viana V., Andrade R. C., Ribeiro J. W. (2009) “A Utilização de Dispositivos Móveis com Ambientes Tridimensionais como Ferramenta para Favorecer o Ensino de Hardware”, In: XX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Florianópolis, Brasil.
- Marinho, F. G. ; Maia, M. E. F. ; Dantas, V. L. L. ; Rocha, L. S. ; Viana, W. ; Andrade, R. M. C. ; Teixeira, E. ; Werner C. . A Software Product Line for the Mobile and Context-Aware Applications Domain. In: 14th Software Product Line Conference, 2010, Jeju Island. 14th Software Product Line Conference, 2010.
- Nokia (2009) “Mobile learning for Mathematics”. Disponível em: <<http://www.nokia.com/corporate-responsibility/society/mobile-technology-for-development/mobile-learning-for-mathematics>>. Acesso em: 28 set. 2009.
- Petrova, K. and Li, C. (2009). “Focus and Setting in Mobile Learning Research: A Review of the Literature” In: Proceedings of the 11th International Business Information Management Conference (IBIMA) on Innovation and Knowledge Management in Twin Track Economies, January, Cairo, Egypt.
- Pfleeger, S. (2004) “Engenharia de Software – Teoria e Prática”, 2ª Edição, Prentice Hall.
- Power T. and Shrestha P. (2010) “Exploration in the Context of Bangladesh”, In: IADIS International Conference Mobile Learning, Porto, Portugal.
- Silander, P. and Rytönen, A. (2005) “An intelligent mobile tutoring tool enabling individualization of students’ learning processes”, In: 4th World Conference on mLearning: Mobile technology -The future of learning in your hands. Cape Town, South Africa.
- Tarouco, L. M. R., Fabre, M. C. J. M., Konrath, M. L. P. e Grando, A. R. “Objetos de Aprendizagem para *M-learning*”, Disponível em [http://objectosaprendizagem.no.sapo.pt/pdf/objectosdeaprendizagem\\_sucesu.pdf](http://objectosaprendizagem.no.sapo.pt/pdf/objectosdeaprendizagem_sucesu.pdf). Acesso em: 29 jun. 2010.

Valente, J. A. (2002) “A espiral da aprendizagem e as tecnologias da informação e comunicação: repensando conceitos”, In: JOLY, M. C. (Org.). A tecnologia do ensino: implicações para a aprendizagem. ed. 2002. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002. p. 15-37.

Valente, J. A. e Bustamante, S. B. V. (2009) “Educação a distância: prática e formação do profissional reflexivo”, In: São Paulo, Avercamp.