

**DOI: 10.5748/9788599693100-11CONTECSI/RF-551**

## **ESTABLISHMENT OF MICROBLOGS FOR COMMUNICATION AND INTERACTION IN MOBILE LEARNING ENVIRONMENTS**

Nemésio Duarte Freitas Filho (Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil) - nemesio@icmc.usp.br

Sofia Larissa da Costa Paiva (Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil) - sofialc@icmc.usp.br

Draylson Micael de Souza (Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil) - draylson@icmc.usp.br

Ellen Francine Barbosa (Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil) - francine@icmc.usp.br

Mobile learning environments emerge as an important alternative communication among tutors and learners. Due to lack of standardization and limitations presented by the mobile devices, these environments use microblogs to improve communication between tutors and learners, easing the exchange of information. However, microblogs not have the peculiarities of a mobile learning environment. This paper presents the development of a particular microblog prototype for mobile learning environments ensuring greater adaptation in its use. Features used in other applications were mapped to the context of mobile learning through a well established process of developing interfaces. Usability evaluations were conducted with experts, identifying criteria that aim at facilitating the use of microblogs in mobile learning environments. Tests performed with users demonstrate the limitations of mobile devices regarding to the proposed prototype.

**Keywords:** mobile learning; microblogs; prototype; usability.

## **ESTABELECIMENTO DE MICROBLOGS PARA COMUNICAÇÃO E INTERAÇÃO EM AMBIENTES DE APRENDIZAGEM MÓVEL**

Os ambientes de aprendizagem móvel surgem como uma alternativa de comunicação importante entre tutores e alunos. Devido a falta de padronização e limitações apresentadas pelos dispositivos móveis, estes ambientes utilizam microblogs para melhorar a comunicação entre tutores e aprendizes, facilitando a troca de informações. Porém, microblogs não possuem as especificidades de um ambiente de aprendizagem móvel. Este artigo apresenta o desenvolvimento de um protótipo de microblog para ambientes de aprendizagem móvel garantindo maior adaptação em seu uso. Funcionalidades utilizadas em outros aplicativos foram mapeadas para o contexto de aprendizagem móvel através de um processo de desenvolvimento de interfaces bem estabelecido. Avaliações de usabilidade foram conduzidas com especialistas, identificando critérios que facilitam o uso de microblogs em ambientes de aprendizagem móvel. Testes realizados com usuários demonstram as limitações dos dispositivos móveis em relação ao protótipo proposto.

**Palavras-Chave:** aprendizagem móvel; microblogs; protótipo; usabilidade.

Agradecemos à FAPESP, CAPES e CNPq pelo auxílio financeiro concedido para a realização deste trabalho.

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, ambientes computacionais de aprendizagem têm apresentado crescente importância, sendo relevantes no meio acadêmico e industrial (Pan, Li & Zhamg, 2010). Tais ambientes vêm proporcionando uma nova modalidade de ensino - a aprendizagem móvel ou *m-learning* (Al-Hmouz, Shen & Yan, 2009). Em linhas gerais, o *m-learning* caracteriza-se pela forte interação entre aprendizes e instrutores, possibilitando contribuir, participar e acessar o ambiente de ensino por meio de dispositivos móveis (celulares, *tablets*, *laptops*, TV, entre outros) (Laine *et al.*, 2010).

Para proporcionar maior comodidade aos aprendizes e facilitar o acesso e utilização de materiais didáticos, o *m-learning* utiliza-se das tecnologias de redes sem fio, tais como *Bluetooth*, *Wireless Application Protocol* (WAP), *General Packet Radio System* (GPRS) e *Infra Red* (IR). Além disso, utiliza recursos fornecidos pela telefonia celular, dos serviços de correio de voz e de mensagens curtas (SMS), da capacidade de transmissão de fotos, dos serviços de e-mail e mensagens multimídia (MMS), bem como as linguagens *EXtensible Markup Language* (XML) e Java (Quinta & Lucena, 2010).

Apesar dos benefícios ao ensino e aprendizagem, por ser um conceito novo e ainda incipiente, o *m-learning* apresenta limitações, tais como (Nestel *et al.*, 2010): (1) poder de processamento reduzido; (2) tela de tamanho variável; (3) energia limitada (dependente de baterias); (4) comunicação com taxas de transmissão geralmente menores do que as das redes fixas; (5) adequação a aspectos de usabilidade; (6) carência de padrões arquiteturais; e (7) falta de padronização em relação às ferramentas de comunicação.

Para flexibilizar o ensino e comunicação entre tutores e aprendizes, os ambientes de aprendizagem móvel devem integrar ferramentas que facilitem essa comunicação e interação entre usuários, tais como módulos de gerência de mensagens, fóruns, *chats*, vídeo conferência, entre outros. No entanto, observa-se que os atuais ambientes de aprendizagem móvel não se adequam a todas essas ferramentas em virtude de aspectos de usabilidade e limitações apresentadas pelos dispositivos móveis (tamanho, interface e disposição da tela). Para suprir tal limitação, diversos ambientes de aprendizagem móvel utilizam microblogs para melhorar a comunicação entre tutores e aprendizes (Zhao & Rosson, 2009).

De acordo com Ebner (2009), os microblogs apresentam características que impulsionam a comunicação virtual: (1) troca de mensagens com até 140 caracteres; (2) utilização via dispositivos móveis, interface *web* ou mesmo um cliente *desktop*; (3) possibilidade de seguidores, grupos e o ranqueamento das mensagens; (4) envio de mensagens (não públicas) diretas para outros usuários; e (5) respostas e comentário a mensagens, promovendo discussões entre usuários. Mesmo proporcionando diversos benefícios para ambientes de aprendizagem, os microblogs também apresentam limitações e dificuldades em termos de critérios sociais, físicos e culturais, dificultando a sua adoção em ambientes de *m-learning*. Apesar de existirem ferramentas que utilizem microblogs em ambientes de aprendizagem móvel, elas são limitadas principalmente por questões de usabilidade (Minovic *et al.*, 2008).

Nesse sentido, este trabalho apresenta um protótipo de microblog, denominado MLTA (*M-Learning Tools for Android*), específico para ambientes de aprendizagem móvel. O objetivo dessa ferramenta é proporcionar maior eficiência e flexibilidade nas trocas de mensagens entre os usuários do ambiente, visando atingir aspectos de usabilidade predefinidos. O protótipo foi avaliado com a ajuda de especialistas e usuários, sendo identificados tanto aspectos positivos como negativos em sua utilização. Os resultados obtidos

permitiram agregar diretrizes que devem auxiliar o desenvolvimento e utilização de microblogs em ambientes de aprendizagem móvel.

O artigo encontra-se organizado como segue. A Seção 2 apresenta a base teórica sobre aprendizagem móvel e microblogs. A Seção 3 traz a visão geral do protótipo descrevendo seu processo de desenvolvimento e suas principais funcionalidades. A Seção 4 apresenta as avaliações realizadas com o protótipo, utilizando métodos heurísticos e teste de usabilidade. Por fim, a Seção 5 apresenta a conclusão e trabalhos futuros.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A seguir alguns aspectos sobre ambientes de aprendizagem móvel e microblogs são abordados.

### 2.1. Aprendizagem Móvel (*m-learning*)

Visto que o conhecimento e a economia são cada vez mais baseados e influenciados pela Internet/*Web*, a educação e a busca por aprendizagem tornam-se uma necessidade atual para qualquer pessoa que queira ser competitiva e bem sucedida (Rachid & Ishitani, 2012; Ayala & Castillo, 2008). Esse cenário, associado ao rápido crescimento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), tem favorecido o surgimento de novas modalidades de ensino, proporcionando novos meios de abordar as deficiências do ensino tradicional.

O *e-learning*, modalidade de ensino não presencial apoiada por tecnologia (Ozdamli & Cavus, 2011), por exemplo, oferece mecanismos para o ensino à distância baseados em computadores e tecnologias de rede. Com o advento e evolução das TICs, juntamente com a computação ubíqua, é possível observar uma nova modalidade de ensino, baseada na computação ubíqua ou computação móvel, denominada aprendizagem móvel ou *mobile learning* (*m-learning*) (Zare, 2011).

O *m-learning* surge como uma alternativa de ensino e treinamento à distância, já que dispositivos móveis podem ser integrados à sala de aula devido à portabilidade, interação social, sensibilidade ao contexto, conectividade e individualidade (Minovic *et al.*, 2008). De acordo com Nestel *et al.* (2010), *m-learning* é definido como o ensino ou aprendizagem que ocorre quando o indivíduo aproveita-se das oportunidades disponibilizadas em tecnologias móveis. Além da acessibilidade, comodidade e comunicação, a utilização dos ambientes de aprendizagem móveis provê acesso aos conteúdos didáticos em qualquer lugar e a qualquer momento, aumentam as possibilidades de acesso ao conteúdo, expandem as estratégias de aprendizado disponíveis, e fornecem meios para o desenvolvimento de métodos inovadores de ensino (Marcal *et al.*, 2005).

Apesar das vantagens, são necessárias algumas melhorias nos sistemas de *m-learning*. Entre tais melhorias destacam-se: tratamento adequado de aspectos de navegação, linguagem técnica na interação com conteúdos, facilidade de inserção de texto com a utilização do teclado virtual e padronização na exibição de sites não projetados para dispositivos móveis (Zhao & Rosson, 2009).

Além disso, várias pesquisas têm explorado o uso de tecnologias adaptativas, como *mobile browsers*. Porém, elas têm limitações como o tamanho da tela, métodos de entrada, e largura de banda de rede (Minovic *et al.*, 2008). Outros problemas são a falta de padronização entre dispositivos móveis quanto ao uso com respeito às interfaces, inadequação dos atuais modelos de usabilidade, exigências de projeto e avaliação dos sistemas móveis.

Dentre as ferramentas existentes, *SumTotal Mobile*<sup>1</sup>, *BlackBoard Mobile*<sup>2</sup>, *LMS Mobile*<sup>3</sup> e *Moodle*<sup>4</sup> se destacam. Porém, tais ferramentas são limitadas em características funcionais e em portabilidade. Estudos relatam que serviços fornecidos pelos ambientes para *m-learning* não são adequados (Minovic *et al.*, 2008), principalmente por questões de usabilidade. A Tabela 1 mostra as principais funcionalidades dos ambientes *m-Learning* identificados. No *SumTotal Mobile*, por exemplo, ênfase é dada ao desenvolvimento de conteúdos e materiais didáticos. Neste sentido, por meio de um dispositivo móvel, o professor pode construir materiais didáticos e disponibilizá-los aos alunos. Por sua vez, o aluno pode acessar e visualizar o conteúdo disponibilizado pelo professor. Outra funcionalidade do ambiente consiste em permitir que o aluno visualize suas notas e progresso nas atividades propostas pelo professor.

Tabela 1 - Principais funcionalidades dos ambientes de *m-learning*

Funcionalidades	<i>SumTotal</i>	<i>BlackBoard</i>	<i>LMS Mobile</i>	<i>Moodle</i>
Disponibilização de conteúdos e materiais didáticos	X	X		X
Acesso à conteúdos e materiais didáticos	X	X	X	X
Desenvolvimento de materiais didáticos	X			
Participação em Blogs e Fóruns		X	X	
Acompanhamento das atividades e desempenho	X	X	X	
Envio das mensagens		X	X	
Recebimento de mensagens		X	X	

Já o *BlackBoard Mobile* tem por finalidade prover, em um dispositivo móvel, as principais funcionalidades do *Blackboard Learn*, um LMS desenvolvido para *Web*. Dentre tais funcionalidades destacam-se: (1) acesso e disponibilização de material didático; (2) participação em blogs e fóruns de discussão; (3) acompanhamento de notas e progresso em atividades; e (4) envio e recebimento de avisos e mensagens.

Por sua vez, o *LMS Mobile* permite acessar o *LMS WebAula* por meio de dispositivos móveis. No *LMS Mobile*, ênfase é dada a comunicação e troca de mensagens. Neste sentido, destacam-se a possibilidade de participar de fóruns de discussão e a possibilidade de enviar e

<sup>1</sup> <http://www.sumtotalsystems.com/products/learning-mobile.html>

<sup>2</sup> <http://www.blackboard.com/platforms/mobile/overview.aspx>

<sup>3</sup> <http://www.webaula.com.br/index.php/pt/solucoes/tecnologia/lms-mobile>

<sup>4</sup> <http://www.moodle.org.br/>

receber mensagens e avisos. Ainda, os conteúdos disponibilizados no *WebAula* também podem ser acessados por meio do *LMS Mobile*.

Por fim, o *Moodle* possui um aplicativo oficial para iOS. Dentre as principais funcionalidades do aplicativo, destacam-se a possibilidade de realizar o *upload* de materiais e visualizar conteúdos.

Uma das ferramentas amplamente utilizadas, o *Moodle*, não inclui o envio e recebimento de mensagens bem como a participação em fóruns. Além disso, não é conhecido se as duas ferramentas que possuem tais funcionalidades são adequadas em relação à critérios de usabilidade, de forma que o usuário tenha uma experiência mais satisfatória ao usar a aplicação.

## **2.2. Micro-Blogging**

*Micro-blogging* (ou microblog) refere-se à atividade em que os usuários transmitem um pequeno texto sobre coisas que acontecem em sua vida diária e atividades de trabalho, como o que estão lendo, pensando e experimentando (Zhao & Rosson, 2009).

Os recursos de microblogs podem melhorar a interação aluno-professor, superando alguns problemas educacionais, tais como: falta de *feedback* dos alunos; apreensão do estudante, pelo medo de perguntar ou falar devido às aulas teóricas enormes; e o paradigma único locutor, em que apenas o professor fala, conduzindo a menos participação (Anderson *et al.*, 2003).

Ebner (2009) afirma que um microblog é uma ferramenta eficaz para a colaboração entre os estudantes, que pode mudar as regras dos cursos de pedagogia e modelos de boa resposta às necessidades de aprendizagem dos alunos. Após um estudo com o uso de um microblog em um curso para promover o aprendizado informal e orientado a processos, Ebner (2009) relata que de fato o microblog é uma nova forma de comunicação, ajudando os usuários a estar parcialmente ou virtualmente presentes e ser parte de uma comunidade que está trabalhando em um problema específico sem qualquer restrição de tempo ou espaço. Portanto, microblogs têm grande potencial para expandir o ensino e aprendizado fora da classe.

Ebner (2009) também enumera algumas características do microblog frente ao auxílio na educação: exploração da escrita colaborativa; ferramenta para avaliar opiniões, examinar consenso e delinear ideias; plataforma viável para metacognição; e apoio à discussão de classe virtual. Além disso, o Twitter pode ter impacto positivo na educação por mudar a dinâmica da classe, ser útil para obter informações de ajuda, conectar pessoas que não podem se reunir de outro modo e manter o controle de uma conversa em um tópico particular. Assim, de modo geral, este recurso tem se mostrado eficaz para a colaboração entre os estudantes.

No contexto dos ambientes de aprendizagem móvel, quanto à microblogs, existem três ferramentas amplamente utilizadas: Twitter, Facebook e Google+. O Twitter opera por meio do conceito de "seguir" um perfil. Ao seguir um perfil é possível receber todas as mensagens que o dono do perfil posta no microblog. De forma semelhante, ao postar uma mensagem no microblog, todos os seguidores do perfil irão receber essa mensagem. Os seguidores podem responder a mensagem e/ou compartilhá-la com seus seguidores.

Já o Facebook permite o compartilhamento de conteúdos com os amigos e/ou grupos no Facebook. É possível especificar quais amigos ou grupos irão receber a mensagem. Os amigos podem então "Curtir" ou não a mensagem postada, comentar aquele conteúdo e/ou compartilhar o conteúdo com seus amigos. Ao contrário do Twitter, no Mural do Facebook as mensagens são apresentadas de maneira estruturada.

Por fim, o Google+ permite compartilhar conteúdos com os círculos de amigos do Google+. Os amigos podem comentar e/ou compartilhar o conteúdo com os círculos deles. Ao contrário do Facebook e do Twitter, é possível compartilhar conteúdos com qualquer perfil do Google+.

Os microblogs apresentados anteriormente apresentam funcionalidades que possibilitam uma maior integração, colaboração e troca de mensagens entre os seus usuários. Porém, em sua maioria, não estão preparados ou adequados para serem utilizados em um ambiente educacional, carecendo de funcionalidade e organizações que possibilitem maior usabilidade aos aprendizes e tutores.

### 3. VISÃO GERAL DO PROTÓTIPO MLTA

No contexto de ambientes de aprendizagem e ensino, ferramentas como fóruns, *chats* e *blogs* são de extrema importância para aumentar e melhorar a comunicação entre tutores e aprendizes. Nesse sentido, esta seção apresenta uma visão geral do desenvolvimento do MLTA (*M-Learning Tools for Android*), específico para ambiente de aprendizagem móvel, bem como as suas principais funcionalidades.

Inicialmente, buscou-se descrever os usuários por meio de pesquisas, conforme apresentado na Seção 2. Também foram aplicados questionários à potenciais usuários, buscando entender suas necessidades. A partir disto, verificou-se a necessidade de uma ferramenta de microblog flexível, que proporcione rápida interação entre os aprendizes e tutores em dispositivos móveis. O MLTA é um protótipo funcional de um microblog para ambientes de aprendizagem móvel, sendo utilizado como forma de apoio ao ensino presencial. Os usuários potenciais em sua maioria são graduandos (jovens entre 18 e 30 anos) que utilizam o sistema para consultar informações de disciplinas e trocar informações com os demais usuários de forma rápida e dinâmica.

#### 3.1. Processo de Desenvolvimento

O processo de desenvolvimento do protótipo foi definido através de quatro etapas (Pimentel *et al.*, 2010):

**1. Entendendo o problema e o escopo do protótipo:** Definição da problemática da pesquisa e escopo do protótipo a ser implementado. Através de revisões na literatura, conforme apresentado na Seção 2, os autores definiram o problema considerando as necessidades da área, verificando se os esforços seriam realmente válidos e relevantes.

Nesta fase também foram realizadas as seguintes atividades: (1) descrição da organização técnica e social do sistema, indicando como e onde o sistema deve ser utilizado (considerando dispositivos móveis, sistema operacional, desempenho, entre outros); (2) descrição dos usuários: identificação através de questionários aplicados aos possíveis usuários, definindo suas reais necessidades e identificando-os como aprendizes e tutores; (3) descrição dos sistemas competidores no mercado, identificando pontos positivos e negativos, de modo que o protótipo possa trazer pontos positivos em relação aos concorrentes do mercado, conforme apresentado na Seção 2; e (4) definição de critérios de usabilidade, flexibilizando a utilização por partes dos usuários, sendo eles: *Familiarity (Learnability)*, *Task Conformance (Robustness)* e *Substitutivity (Flexibility)*.

Este critérios foram escolhidos e utilizados, pois, de acordo com Minovic *et al.* (2008) e Anderson *et al.* (2003) este critérios são importantes e relevantes para sistemas educacionais, garantindo maior usabilidade na utilização por partes de seus usuários.

**2. Projeto de interfaces do protótipo:** Definição detalhada da interface a ser construída, procurando garantir um *design* eficiente para ser utilizado em dispositivos móveis. Inicialmente foi definido o escopo do *design*, por meio das seguintes atividades: (1) definição dos requisitos a serem implementados; (2) definição da infra-estrutura de hardware e software para implementação do protótipo; e (3) definição das opções/contrapartidas a serem consideradas como limitações do protótipo.

Após estas atividades, interfaces foram desenhadas com o objetivo de identificar pontos positivos e negativos em relação à usabilidade do sistema. Três ilustrações foram confeccionadas utilizando *sketches* e *storyboard*. Para cada interface desenhada, foi descrito um cenário, na forma de texto, de como os usuários utilizariam o sistema.

Por último, foram definidas situações de "erro", simulando como o sistema se comportaria em cada interface. As interfaces, cenários e situações de erro propostos foram avaliados por especialistas na área de aprendizagem virtual, que identificaram pontos positivos e negativos de usabilidade e navegabilidade. Toda a análise foi sumarizada, gerando uma interface final, incorporando as correções e ajustes evidenciados pelos especialistas.

**3. Implementação do Protótipo:** Tendo a interface projetada e os aspectos de usabilidade definidos, o protótipo foi desenvolvido. Os requisitos elicitados foram decompostos em níveis de prioridades, possibilitando o desenvolvimento de pequenas versões funcionais do protótipo, sendo possível testar e realizar ajustes.

A ferramenta foi desenvolvida para a plataforma Android, com a linguagem de programação Java. A ênfase do projeto foi em *tablets*, porém também foram considerados aspectos de outros dispositivos móveis, como por exemplo: celulares, *smartphones* e PDAs. Ao final do desenvolvimento, casos de teste foram gerados e executados, procurando garantir a qualidade final do protótipo e permitindo a realização das avaliações por especialistas e usuários.

**4. Avaliação:** Três tipos distintos de avaliações foram realizadas, sendo elas: (1) avaliação heurística; (2) teste de usabilidade (teste *think-aloud*); e (3) percurso cognitivo. Na Seção 5 são apresentados o processo das avaliações bem como os resultados obtidos. Os resultados foram sumarizados para que as devidas modificações sejam realizadas no protótipo em trabalhos futuros.

### 3.2. Características e Funcionalidades

O protótipo MLTA (Figura 1) foi implementado procurando abordar características e funcionalidades que proporcionassem flexibilidade e eficiência na interação e comunicação entre tutores e aprendizes, visando alcançar os critérios de usabilidade definidos: *Familiarity (Learnability)*, buscando mapear funcionalidades existentes em microblogs amplamente utilizados; *Task Conformance (Robustness)*, trazendo intuição na realização de tarefas; e *Substitutivity (Flexibility)*, proporcionando mais de uma maneira de realizar uma tarefa. Com estes critérios em mente, a ferramenta teve o objetivo de proporcionar ao ambiente maior facilidade e usabilidade para as trocas de mensagens entre alunos e tutores de determinado curso/disciplina através de tópicos. Além disso, o protótipo proporciona o ranqueamento dos tópicos para auxiliar na visualização dos assuntos de maior interesse e possibilita a inserção de comentários. As funcionalidades do protótipo foram estruturadas da seguinte maneira:

- **Login:** Permite que somente usuários cadastrados tenham acesso ao sistema. Usuários sem permissão podem realizar o seu cadastro através desta tela, conforme apresentado na Figura 1.a.

- **Listagem dos cursos/disciplinas:** Lista todas as disciplinas, nas quais aprendizes e tutores se organizam e utilizam disciplinas ligadas aos seus interesses, como apresentado na Figura 1.b;
- **Listagem dos tópicos:** Para cada disciplina, há uma lista de tópicos em forma de "timeline", flexibilizando a organização dos usuários, permitindo-os escolher os tópicos mais visitados, mais recentes, entre outras características. A Figura 1.c apresenta essa funcionalidade;
- **Mensagens e Comentários:** Além da criação de novas mensagens, aprendizes e tutores "respondem" mensagens que podem ser relacionadas à dúvidas, contribuições, informações extras, entre outras situações, conforme visto nas Figuras 1.d e 1.e;

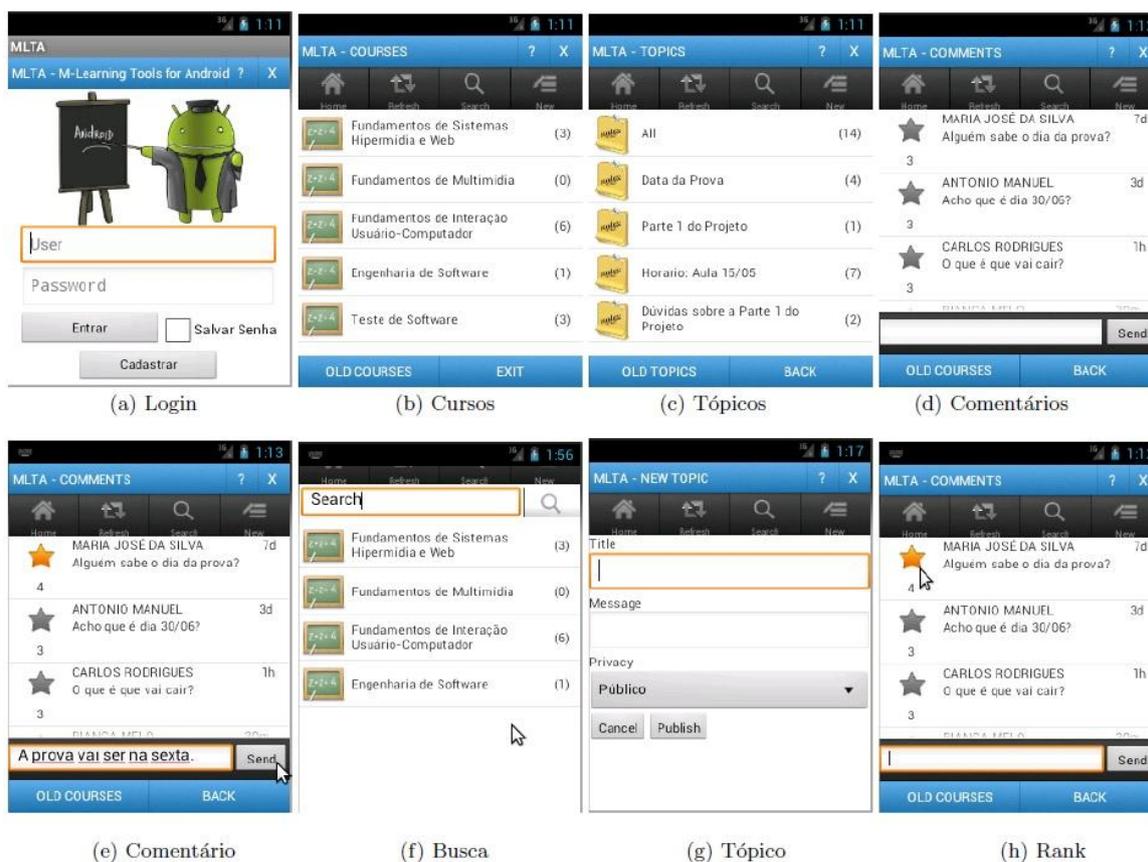


Figura 1 - Telas do MLTA

- **Pesquisa:** Devido à quantidade de mensagens e tópicos criados, os usuários, sendo tutores ou aprendizes, tem à disposição uma funcionalidade de busca eficiente, facilitando sua busca ao longo de todo o fórum, conforme Figura 1.f;
- **Novo Tópico:** Para cada disciplina os usuários podem criar tópicos relacionados a dúvidas, trabalhos e outros assuntos relacionados ao ensino e aprendizagem, como visto na Figura 1.g;
- **Ranqueamento das mensagens:** Auxilia tanto na motivação dos usuários quanto na identificação das mensagens mais relevantes, tendo como contexto as informações de um tópico específico, conforme Figura 1.h.

No desenvolvimento do protótipo foram consideradas certas interações de usabilidade, visando maior flexibilidade frente aos usuários do sistema, sendo elas:

- **Conteúdo:** Apenas o conteúdo necessário é apresentado para o usuário, evitando que informações desnecessárias sejam disponibilizadas. O conteúdo foi organizado de forma hierárquica em relação aos botões de atalho, tópicos e mensagens enviadas e visualizadas pelos usuários.
- **Validação dos dados:** Validações de dados inseridos pelos usuários são realizadas, garantindo integridade e consistência ao sistema. Alguns campos obrigatórios possuem uma validação específica, como login, senha e pesquisa.
- **Número de Clicks:** Uma das premissas para ambientes *m-learning* é reduzir o número de *clicks* por partes dos usuários. Houve preocupação em atribuir no máximo dois *clicks* para os usuários mudarem de páginas ou de *layout*. Esta característica é relativa, pois haverá casos em que será necessária maior quantidade de *clicks*, dependendo da funcionalidade e das necessidades dos dados de entrada.
- **Limite de Caracteres:** O sistema limita a entrada de caracteres das mensagens do fórum por considerar as premissas de um microblog, que fixa um tamanho para as mensagens garantindo a visualização correta em diferentes dispositivos móveis.
- **Plano de Fundo:** Evitou-se utilizar figuras no plano de fundo, sendo utilizadas apenas cores simples, procurando garantir a atratividade para os usuários do sistema.
- **Contraste e Disposição dos elementos:** Com base nos critérios do CRAP (Contraste, Repetição, Alinhamento e Proximidade) (Nielsen, 1995), foi possível ter um *layout* mais flexível aos usuários do sistema.
- **Botões grandes:** A utilização de botões maiores em dispositivos móveis é uma premissa importante, já que o usuário utilizará mecanismos táteis e a superfície maior facilita o uso principalmente em dispositivos menores. Foi atribuído um tamanho relativamente grande para os botões.
- **Botões de Atalho (Help/Close/Back):** Foram inseridos botões de atalho, com o objetivo de facilitar a interação com os usuários. Mesmo sendo redundantes, como o botão voltar (botão presente fisicamente nos dispositivos móveis), usuários já familiarizados com aplicações *desktop* e *web* sentem a necessidade de botões básicos visíveis, sendo eles: *help*, *back* e *close*.

A utilização de mecanismos táteis nos objetos do protótipo possibilita uma utilização flexível frente a um dispositivo móvel. A cada *click* do usuário o sistema direcionará para outra atividade, contendo uma descrição sucinta e direta. As sequências de diálogo são conhecidas em ambientes de ensino (separação por curso e por tópicos) e microblogs (tópicos, comentários e pesquisa).

#### 4. AVALIAÇÃO

Esta seção apresenta como o protótipo MLTA foi avaliado por especialistas e usuários, de modo a identificar pontos fortes e possíveis melhorias de usabilidade a serem realizadas na ferramenta.

Foram utilizados diferentes métodos de avaliação devido aos diferentes tipos de resultados, conforme o ponto de vista de usuários e especialistas. Esta variação de resultados é importante ao final do trabalho pois permitiu concluir sobre os pontos a serem melhorados e modificados no sistema, garantindo maior flexibilidade de uso por partes dos usuários em relação aos critérios de usabilidade selecionados.

Os métodos escolhidos, relacionados à usabilidade, foram: (1) Avaliação Heurística; (2) *Think Aloud*; e (3) Percurso Cognitivo. A seguir, cada um será descrito, juntamente com os resultados obtidos. Para facilitar a leitura e o entendimento do leitor para cada seção, houve uma divisão de sub-tópicos, explicando a descrição da avaliação, seguida de seus objetivos, materiais e métodos, e por fim, os resultados obtidos.

## **4.1. Avaliação Heurística**

### *4.1.1. Descrição*

O teste de usabilidade, com sujeito e observador, utiliza um grupo de usuários com experiência no contexto do sistema (ambientes virtuais de ensino), tendo por finalidade realizar tarefas específicas utilizando o protótipo. Um especialista observa a atuação dos usuários, notando a progressão dos sujeitos. Neste tipo de teste, o observador deve ficar atento às interações do usuário, identificando seus movimentos, erros e expressões, anotando os pontos que julgar interessantes para uma análise posterior (Nielsen, 1992).

Este teste permitiu aos autores a avaliação de alguns critérios de usabilidade, sendo eles: (1) compatibilidade do protótipo com o mundo real; (2) consistência e padrões; (3) prevenção de erros; (4) reconhecimento ao invés de relembração; e (5) flexibilidade e eficiência de uso.

### *4.1.2. Objetivos*

A avaliação com sujeito e observador tem por objetivo identificar aspectos positivos e negativos em relação a interface e navegabilidade por parte de usuários potenciais do sistema, avaliando e identificando necessidades e pontos de melhoria.

### *4.1.3. Materiais e Métodos*

Para a realização desta avaliação foram utilizados diferentes tipos de dispositivos móveis (celulares, *smartphones* e *tablets*), todos com plataforma Android. A utilização de diferentes dispositivos móveis foi feita visando observar as dificuldades/facilidades da utilização do protótipo em dimensões e proporções distintas.

A avaliação foi realizada com cinco usuários participantes, tendo o requisito de serem estudantes de graduação e possuírem certa familiaridade com dispositivos móveis. Antes da avaliação, o observador da avaliação explicou os procedimentos iniciais, juntamente com o objetivo da aplicação do teste. O observador passou algumas informações a respeito da ferramenta e explicou de forma breve quais tarefas os usuários deveriam realizar. Todo o processo de avaliação foi estipulado para ser executado em média em 30 minutos.

Após serem passadas as tarefas, o avaliador acompanhou as interações dos usuários com a interface do sistema mediante a proposta de algumas tarefas. No contexto deste trabalho, o escopo das avaliações restringiu-se às seguintes tarefas e funcionalidades: comentar um tópico; ranquear/pontuar um tópico; e criar um novo tópico. A Tabela 2 exibe as tarefas que foram apresentadas aos usuários participantes juntamente com as suas descrições. Ao longo da avaliação, o observador tomou nota e observou a progressão das ações dos usuários participantes, identificando posteriormente as dificuldades encontradas neste processo. Ao final, o observador abriu uma seção de questionamentos e sugestões por partes dos usuários participantes, flexibilizando a realização de uma análise completa dos fatos.

Tabela 2 - Descrição das tarefas direcionadas aos usuários do protótipo.

Tarefa	Descrição
Tarefa 1. Comentar Tópico	1.1-Digita um login e senha existente; 1.2-Seleciona um curso dentre os listados; 1.3-Seleciona um tópico; 1.4-Cria um novo comentário.
Tarefa 2. Ranquear Tópico	2.1-Seleciona um curso dentre os listados; 2.2-Seleciona um tópico; 2.3-Ranqueia/Desranqueia o tópico.
Tarefa 3. Criar Tópico	3.1-Seleciona um curso dentre os listados; 3.2-Cria um novo tópico.

#### 4.1.4. Resultados

A avaliação com os usuários foi importante, pois permitiu identificar pontos de dificuldades com a interação do sistema. Os usuários conseguiram de forma eficiente completar todas as tarefas atribuídas a eles, vendo que a interface do sistema se assemelha aos sistemas de redes sociais e *microblogs*, como *twitter*, *facebook*, entre outros.

Com isso, foi possível avaliar critérios como padronização, lembrança de uso e compatibilidade com ações do mundo real. Abaixo segue um resumo da análise e resultados obtidos em relação a cada tarefa direcionada aos usuários.

- **Tarefa 1 - Comentar Tópico:** Todos os usuários conseguiram realizar esta tarefa com sucesso. Os usuários conseguiram se *logar* e ao final criaram um novo comentário. Mesmo tendo sido realizada com sucesso, alguns questionamentos foram levantados ao final da realização. Dois usuários indicaram que seria interessante se não existisse o botão “*send*” para submeter um novo comentário. A sugestão foi que o comentário deveria ser realizado mediante um clique sobre o tópico específico, expandindo todos os demais comentários, semelhante ao que acontece com outras redes sociais.
- **Tarefa 2 - Ranquear Tópico:** Nesta tarefa apenas um usuário apresentou dificuldades em realizá-la, pois não conseguiu interpretar o significado da palavra “ranquear”. Outros usuários relataram que não foi possível ver quem/qual usuário teria realizado o ranqueamento em relação a um comentário específico, semelhante a outros *microblogs* e redes sociais. Alguns tentaram também ranquear o próprio tópico, porém o sistema permite somente o ranqueamento dos comentários específicos de seus seguidores.
- **Tarefa 3 - Criar Tópico:** A última tarefa causou maior dúvida e dificuldades aos usuários. Todos conseguiram concluir com sucesso, mas apresentaram questionamentos: (1) em relação à criação de novos tópicos; (2) dificuldades em definir a privacidade da mensagem (pública ou privada); e (3) identificação da “*timeline*” dos comentários, verificando a data e horário da postagem.

Todas as dificuldades identificadas durante a avaliação foram classificadas como fatores de usabilidade e cognição, sendo definidas como melhorias futuras do sistema.

## 4.2. Think Aloud

### 4.2.1. Descrição

O *Think Aloud* (Holzinger & Brown, 2008) é um método utilizado para realizar testes de usabilidade no desenvolvimento e projeto de produtos. Segundo o método, os participantes devem pensar alto conforme eles realizam um conjunto de tarefas específicas. Os usuários são convidados a dizer o que eles estão olhando, pensando, fazendo e sentindo conforme eles realizam uma tarefa em questão. Isso permite que os observadores vejam o processo de conclusão da tarefa (em vez de obterem apenas o seu produto final). Aos observadores é solicitado a objetivamente tomar notas de tudo o que os usuários dizem, sem tentar interpretar suas ações e palavras.

### 4.2.2. Objetivos

O objetivo em aplicar o *think aloud* no protótipo do MLTA foi identificar possíveis características na interface que dificultavam ou impossibilitavam o usuário a realizar uma determinada tarefa. Associando as ações do participante com as suas reações em relação às respostas fornecidas pelo protótipo, foi possível entender exatamente em quais pontos a interface falha em termos de consistência, familiaridade e flexibilidade.

### 4.2.3. Materiais e Métodos

O teste consistiu em pedir a um usuário que verbalizasse seu raciocínio durante a realização de tarefas pré-definidas no MLTA. O observador gravou: (1) em vídeo a interação realizada pelo usuário; e (2) em áudio a verbalização do raciocínio. Posteriormente, tanto o áudio como o vídeo foram analisados para observar com detalhe as ações e palavras do participante. O processo é caracterizado pela Figura 2. Quatro tarefas foram consideradas na realização do teste, a saber:



Figura 2 - Caracterização do teste Think Aloud

- **Comentário em um tópico:** Adicionar um comentário em um tópico de uma determinada disciplina. A tarefa termina quando o usuário pressionar o botão “Comment” da tela de comentários.

- **Ranquear comentário:** Ranquear um determinado comentário. A tarefa termina quando o usuário pressiona o ícone na forma de estrela do comentário que ele irá ranquear.
- **Criar um novo tópico:** Adicionar um novo tópico no sistema, informando o título para o tópico, o comentário inicial e a privacidade. A tarefa termina quando o usuário pressiona o botão “Publish” na tela de comentários.
- **Pesquisar por tópicos:** Pesquisar por um determinado conjunto de tópicos. A tarefa termina quando o usuário pressionar o botão que aciona o processamento da busca.

O participante realizou as tarefas em um aparelho *Samsung Galaxy I5500* com *Android "Froyo" 2.2*, com o qual o participante já estava familiarizado. O aplicativo *Easy Voice Recorder Free* foi utilizado para gravar a voz do participante, sendo executado no próprio aparelho. Com o aparelho conectado a um computador, um software apropriado foi utilizado para capturar a interação do participante.

#### 4.2.4. Resultados

A realização do *think aloud* permitiu a identificação de alguns problemas na interface do MLTA. Dentre os principais problemas, encontram-se:

- Algumas caixas de texto possuíam dimensões pequenas, exibindo somente uma única linha. Ao realizar uma quebra de linha no texto, o conteúdo da linha anterior ficava oculto, dando a falsa impressão de que o conteúdo foi publicado.
- O participante tentou utilizar o botão "Enter" do teclado virtual para publicar um conteúdo, ao invés de pressionar o botão de ação associado.
- Em alguns momentos, o teclado virtual ocultou os botões de ação, deixando o participante confuso sobre o que deveria ser feito para cancelar ou confirmar uma operação.
- O participante precisou de um tempo considerável para apagar o valor padrão presente nos campos de texto, diminuindo a flexibilidade na realização da tarefa.
- O participante esperou a funcionalidade de "autocompletar" ao realizar uma busca, sentindo-se desmotivado em digitar por completo as palavras de busca.

### 4.3. Percurso Cognitivo

#### 4.3.1. Descrição

O método de percurso cognitivo (Wharton, Bradfort & Jéries, 1992) considera a atividade cognitiva do usuário na utilização da interface. É aplicado pelos membros da equipe de desenvolvimento, visando cobrir as metas gerais dos usuários da aplicação. As tarefas dos usuários são decompostas em ações, que são sequência de passos necessários para realizar uma tarefa. O avaliador analisa cada ação tentando se colocar no lugar do usuário, questionando se é possível realizar as ações e se elas conduzem ao cumprimento da tarefa com sucesso, anotando as características de usabilidade problemáticas.

#### 4.3.2. Objetivos

O objetivo desta avaliação foi avaliar a interface do protótipo quanto à sua facilidade de aprendizagem, identificando possíveis dificuldades de uso e pontos de melhoria.

A seleção das tarefas deve considerar o grau de realidade e complexidade das tarefas; a fronteira dessas tarefas; a quantidade de tarefas consideradas suficiente; a influência de variantes das tarefas; a granulosidade da avaliação; a consideração de subtarefas idênticas; e o tratamento de alto nível das tarefas. Os membros da equipe preenchem um formulário que guia a avaliação, analisando cada ação de uma tarefa e como o usuário reagiria.

#### 4.3.3. Materiais e Métodos

Para a realização desta avaliação os autores seguiram um conjunto de sequências de quatro atividades propostas por Silva e Barbosa (2010), visualizadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Aplicação do percurso cognitivo (Silva & Barbosa, 2010)

Atividade	Tarefa
Preparação	<ul style="list-style-type: none"><li>• identificar os perfis de usuários;</li><li>• definir quais tarefas farão parte da avaliação;</li><li>• descrever as ações necessárias para realizar cada tarefa;</li><li>• obter uma representação da interface, executável ou não.</li></ul>
Coleta de dados e interpretação	<ul style="list-style-type: none"><li>• percorrer a interface de acordo com a sequência de ações necessárias para realizar cada tarefa;</li><li>• para cada ação enumerada, analisar se o usuário executaria a ação corretamente, respondendo e justificando a resposta às perguntas;</li><li>• relatar uma história aceitável sobre o sucesso ou falha em realizar cada ação que compõe a tarefa.</li></ul>
Consolidação dos resultados	<ul style="list-style-type: none"><li>• sintetizar resultados sobre:<ul style="list-style-type: none"><li>- o que o usuário precisa saber <i>a priori</i> para realizar as tarefas;</li><li>- o que o usuário deve aprender enquanto realiza as tarefas;</li><li>- sugestões de correções para os problemas encontrados.</li></ul></li></ul>
Relato dos resultados	<ul style="list-style-type: none"><li>• gerar um relatório consolidado com os problemas encontrados e sugestões de correção.</li></ul>

Os avaliadores analisaram o protótipo individualmente, percorrendo a interface de acordo com cada tarefa. Para cada tarefa, eles responderam a quatro perguntas para cada ação. Após a realização da avaliação, os resultados foram analisados e sumarizados.

Para facilitar a avaliação, as tarefas foram realizadas por meio de cenários (Tabela 4), decompondo as atividades em sequências de ações, facilitando a sua aplicação e entendimento.

*Tabela 4 - Cenários e tarefas utilizados no percurso cognitivo*

<b>Tarefa 1</b>	
Cenário	Um aluno de graduação acessa em seu dispositivo móvel a ferramenta MLTA e visualiza o tópico de um colega que fala sobre o trabalho final de uma disciplina. Este aluno sabe tirar a dúvida do colega, e faz um comentário colocando suas ideias.
Sequência de Ações	Passo 1: Digita um login e senha existente Passo 2: Clica “Entrar” Passo 3: Seleciona um curso dentre os listados Passo 4: Seleciona um tópico Passo 5: Digita um comentário Passo 6: Clica “Send”
<b>Tarefa 2</b>	
Cenário	Um aluno de graduação acessa em seu dispositivo móvel a ferramenta MLTA e visualiza o tópico de um colega que citou uma ferramenta interessante para a disciplina em questão. O aluno ranqueia o tópico como favorito, clicando na estrela do tópico em questão.
Sequência de Ações	Passo 1: Seleciona um curso dentre os listados Passo 2: Seleciona um tópico Passo 3: Ranqueia o tópico
<b>Tarefa 3</b>	
Cenário	Um aluno de graduação estuda na biblioteca para uma prova, e ao surgir uma dúvida acessa a ferramenta MLTA em seu dispositivo móvel e cria um novo tópico com a dúvida em questão, esperando que o professor ou algum colega possa ajuda-lo.
Sequência de Ações	Passo 1: Seleciona um curso Passo 2: Clica em “New” Passo 3: Digita o conteúdo do tópico Passo 4: Publica o tópico

Os avaliadores tiveram acesso à ferramenta e responderam à quatro perguntas, uma para cada ação proposta:

1. Os usuários farão a ação correta para atingir o resultado desejado?
2. Os usuários perceberão que a ação correta está disponível?
3. Os usuários irão associar a ação correta com o efeito desejado?
4. Se a ação correta for executada os usuários perceberão que foi feito um progresso em relação a tarefa desejada?

A Figura 3 exemplifica uma das respostas referentes ao cenário da terceira tarefa.

<b>Questões</b> <b>Passos</b>	Os usuários farão a ação correta para atingir o resultado desejado?	Os usuários perceberão que a ação correta está disponível?	Os usuários irão associar a ação correta com o efeito desejado?	Se a ação correta for executada os usuários perceberão que foi feito um progresso em relação a tarefa desejada?
<b>TAREFA 3</b>				
1. Seleciona um curso dentre os listados	Sim. Pois é semelhante a outros aplicativos que permitem selecionar um item pelo toque.	Sim. Pois é semelhante a outros aplicativos que permitem selecionar um item pelo toque.	Não. Mas poderão aprender/descobrir a partir do uso.	Sim. Pois haverá uma mudança nos valores e ícones da lista.
2. Clica em "NEW"	Sim, pois o item dentro de uma barra de ferramentas sugere que pode ser clicado para acionar uma ação.	Sim, pois se encontra bem localizado em uma barra de ferramentas.	Sim, pois a legenda e ícone sugere a sua função.	Sim, pois uma tela para escrever o conteúdo irá aparecer.
3. Digita o conteúdo do tópico	Sim, pois é semelhante a outros aplicativos.	Sim, pois as legenas e compos sugerem as suas funções.	Sim, pois se tratam de campos de entrada de texto semelhante aos demais.	Sim, pois os textos ficam visíveis conforme o preenchimento.
4. Publica o tópico	Sim, pois é semelhante a outros blogs e forums	Sim, pois o botão se encontra na sequencia de itens a serem preenchidos.	Sim, pois é semelhante a outros blogs e fóruns.	Sim, pois o seu tópico irá aparecer na tela seguinte.

Figura 3 - Exemplificação de respostas do percurso cognitivo (Tarefa 3)

#### 4.3.4. Resultados

A análise realizada evidencia que alguns itens da interface são familiares e intuitivos para o usuário. Porém, alguns problemas foram encontrados:

- Não há *feedback* visual quando o usuário seleciona um curso ou tópico.
- Não há *feedback* visual quando o usuário insere um comentário em um tópico.
- Na tela de comentários de um tópico, o usuário pode não perceber que a ação de digitar o comentário está disponível na parte inferior da página. Além disso, ao publicar o comentário o usuário não tem *feedback* visual do sistema para perceber que o comentário foi inserido.
- O usuário pode não perceber que existe a funcionalidade "Ranquear um tópico", ou não entender seu significado.
- O usuário pode ter dificuldades para entender o significado de cada um dos campos na tela de "Novo Tópico". O usuário ainda pode ter dificuldade em entender o significado do rótulo "Publicar".

## 5. CONCLUSÃO

Através dos estudos realizados com usuários de ambientes de apoio ao ensino presencial, pode-se verificar a necessidade de uma ferramenta simples e flexível, que proporcione uma rápida troca de mensagens entre aprendizes e tutores em um dispositivo móvel e que, ao mesmo tempo não fosse impactada pelas limitações desses dispositivos. Neste contexto, os microblogs podem ser utilizados, proporcionando funcionalidades específicas para a comunicação entre tutores e aprendizes, sendo elas: possibilidade de submissão de mensagem com apenas 140 caracteres; possibilidade de utilização via dispositivo móvel, interface *web* ou até mesmo um cliente *desktop*; permite a criação de grupos específicos de alunos e assuntos; envio de mensagens públicas ou privadas, entre outros.

O trabalho em questão teve como objetivo a implementação de um protótipo funcional de um microblog para ambientes de aprendizagem móvel. Este desenvolvimento levou em consideração um processo sistemático garantindo maior flexibilidade em sua construção e utilização. As etapas foram seguidas da seguinte maneira: primeiramente houve o *Entendimento do Problema/Definição do Escopo do Protótipo*, juntamente fundamentações teóricas e ajuda de especialistas; posteriormente foi realizado o *Projeto de interfaces do protótipo*, definindo uma interface correta e flexível ao contexto de sua utilização; seguido da *Implementação do Protótipo*; e ao final a *Avaliação*, utilizando avaliação heurísticas com especialistas, teste *think-aloud* e percurso cognitivo.

Os resultados das avaliações mostraram que no quesito *Familiarity (Learnability)* os usuários conseguiram mapear as funcionalidades do protótipo às funcionalidades dos demais microblogs e fóruns existentes no mercado. No entanto, em alguns pontos específicos, alguns termos e indicadores foram utilizados de maneira incorreta, dificultando a sua utilização pelos usuários. Um exemplo foi o uso do teclado virtual, vendo que alguns usuários não possuíam tal familiaridade. No aspecto *Task Conformance (Robustness)* o protótipo deveria demonstrar intuição e facilidade para que as funcionalidades da aplicação fossem realizadas pelo usuário da forma que ele espera, o ponto limitante da avaliação foi em relação à utilização do teclado virtual, que dependendo do tamanho do dispositivo móvel, proporcionava renderizações variadas na tela. Por fim, no quesito *Substitutivity (Flexibility)* vendo que existem diferentes dispositivos móveis que permitem diferentes modos de interação com uma aplicação. Logo, a aplicação deve disponibilizar diferentes modos de realizar uma ação ou de apresentar os resultados para o usuário.

Também foi observado que alguns termos e indicadores foram utilizados de maneira não convencional em relação aos dispositivos móveis, dificultando o uso do protótipo pelos usuários. O ponto limitante identificado nas avaliações foi o uso do teclado virtual, que dependendo do tamanho do dispositivo móvel, proporcionava renderizações variadas na tela. De modo geral, não foram identificados problemas que dificultassem a flexibilidade do protótipo, contudo, recursos como auto-completar em campos de busca poderiam deixar a interface mais flexível.

Como trabalhos futuros, os autores pretendem corrigir e modificar o protótipo de acordo com as necessidades identificadas nas avaliações realizadas. Pretende-se também colocar o protótipo em uso em um ambiente real de aprendizagem móvel. Este ambiente já se encontra em processo de finalização, possibilitando a sua utilização por estudantes universitários. Em adição e em complementação à pesquisa realizada, estudos futuros serão realizados com o intuito de definir heurísticas específicas para ferramentas de comunicação em ambientes de aprendizagem móvel.

## REFERÊNCIAS

- Al-Hmouz, A., Shen, J. & Yan, J. (2009) A machine learning based framework for adaptive mobile learning. In M. Spaniol, Q. Li, R. Klamma, and R. W. H. Lau, editors, ICWL, volume 5686 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 34-43. Springer, 2009.
- Anderson, R., Vandegrift, T., Wolfman, S. & Yasuhara. K. (2003) Promoting interaction in large classes with computer-mediated feedback. In *Designing for change in networked learning environments* (pp. 119-123). Proceedings of CSCL, Bergen, Norway. June, 2003.
- Ayala, G. & Castillo, S. (2008) Towards computational models for mobile learning objects. In *Fifth IEEE International Conference on Wireless, Mobile, and Ubiquitous Technology in Education (WMTE\_ S05)*, Tokushima, Japan, 2008.

- Ebner, M. (2009) Introducing live microblogging: How single presentations can be enhanced by the mass. *Journal of research in innovative teaching*, 2, 1, pp. 108-119, 2009.
- Holzinger, A. & Brown, S. (2008) Low cost prototyping: part 2, or how to apply the thinking-aloud method efficiently. In *Proceedings of the 22nd British HCI Group Annual Conference on People and Computers: Culture, Creativity, Interaction - Volume 2*, BCS-HCI '08, pp. 217-218, Swinton, UK., 2008. British Computer Society.
- Laine, T. H., Sedano, C. A., Joy, M. & Sutinen, E. (2010) Critical factors for technology integration in game-based pervasive learning spaces. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, Vol. 3(4), 2010.
- Marcal, E., Santos, R., Vidal, C., Andrade, R. & Rios, R. (2005) Museum: Uma aplicação de m-learning com realidade virtual. *Seminário Integrado de Software e Hardware*. São Leopoldo: Unisinos, 2005.
- Minovic, M., Stavljjanin, V., Milovanovic, M. & Starcevic, D. (2008) Usability issues of e-learning systems: Case-study for moodle learning management system. In *Proceedings of the OTM Confederated international Workshops and Posters on the Move To Meaningful Internet Systems: 2008 Workshops*, Lecture Notes In Computer Science, vol. 5333. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 561-570, 2008.
- Nestel, D., Nig, A., Gray, K., Hill, R., Villaneuva, E. & Kotsanas, G. (2010) Evaluation of mobile learning: Students experiences in a new rural-based medical school. *BMC Medical Education*, vol. 10, pp. 1-7, 2010.
- Nielsen, J. (1992) Finding usability problems through heuristic evaluation. In *ACM CHI 1992 Conference Proceedings*, pp. 373-380, 1992.
- Nielsen, J. (1995) Usability Engineering. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, 1995.
- Ozdamli, F. & Cavus, N. (2011) Basic elements and characteristics of mobile learning. *World Conference on Educational Technology Researches*, volume 28, pp. 937-942, 2011.
- Pan, Y., Li L. & Zhamg, X. (2010) Learning can happen anytime and anywhere: the application of m-learning in medical education. In *Second International Workshop on Education Technology and Computer Science*, vol 3, pp. 508-511, 2010.
- Pimentel, M. D. G. C., Cattelan, R. G., Melo, E. L., Freitas, G. B. & Teixeira, C. A. (2010) *Mobile TV: Customizing Content and Experience*, Springer London, 2010, pp. 349-368.
- Quinta, M. R. & Lucena, F. (2010) Problemas e soluções em u-learning e adaptação de conteúdo de objetos de aprendizagem para diferentes dispositivos. In *XXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*. João Pessoa. UPB, 2010.
- Rachid, L. C. & Ishitani, L. (2012) M-tutorial: ferramenta de autoria para desenvolvimento de tutoriais voltados para o m-learning. *Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE)*, v.20, n.1, 2012.
- Silva, B. S. & Barbosa, S. D. J. (2010) *Interação Humano-Computador: Projetando a Experiência Perfeita*. Rio de Janeiro: Campus, 2010.
- Wharton, C., Bradford, J. & Jéries, R. (1992) Applying cognitive walkthrough to more complex user interfaces: Experiences, issues, and recommendations. In *ACM CHI 1992 Conference Proceedings*, pp. 381-388, 1992.
- Zare, S. (2011) Personalization in mobile learning for people with special needs. *Proceedings of the 6th international conference on Universal access in human-computer interaction: applications and services - UAHCI'11 - Volume IV*, pp. 662-669, 2011.
- Zhao, D. & Rosson, M. B. (2009) How and why people twitter: the role that micro-blogging plays in informal communication at work. *Proceedings of the ACM International Conference on Supporting Group Work*, May 10-13, Sanibel Island, Florida, USA, 2009.