

Estudo e Definição de um Conjunto de Características e Requisitos para Ambientes de Aprendizagem Móvel

Nemésio Freitas D. Filho¹, Ellen Francine Barbosa¹

¹Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC/USP) - Universidade de São Paulo
Caixa Postal 13.566-590 – São Carlos – SP – Brasil

{nemesio, francine}@icmc.usp.br

Abstract. *Mobile learning (m-learning) environments, even having benefits with regard to education, present challenges that need to be explored, such as the lack of standardization with respect to defining characteristics and development requirements. This work proposes a set of characteristics and requirements for m-learning environments, thus easing access to educational activities. A systematic review was performed to understand how the scientific community has described and investigated the characteristics and requirements in this new teaching paradigm.*

Resumo. *Ambientes de aprendizagem móvel (m-learning), mesmo possuindo benefícios no que diz respeito à educação, apresentam desafios que precisam ser explorados como, por exemplo, a falta de padronização em relação à definição de características e requisitos de desenvolvimento. O presente trabalho apresenta a proposta de um conjunto de características e requisitos para ambientes de m-learning, flexibilizando assim o acesso às atividades educacionais. Uma revisão sistemática foi realizada para compreender como a comunidade científica descreve e investiga as características e requisitos neste novo paradigma de ensino.*

1. Introdução

Nos últimos anos, ambientes computacionais de aprendizagem têm apresentando uma crescente importância, tendo um papel fundamental em atividades de ensino e treinamento, sendo relevantes não apenas no âmbito acadêmico como também no meio industrial [Pan et al. 2010].

Tais ambientes, juntamente com o advento e desenvolvimento da computação ubíqua, vêm proporcionando uma nova modalidade de ensino – a aprendizagem móvel ou *mobile learning (m-learning)* [Al-Hmouz et al. 2009, Reis et al. 2012]. O *m-learning* caracteriza-se pela capacidade de proporcionar uma forte interação entre os aprendizes e instrutores, possibilitando aos mesmos contribuir, participar e acessar o ambiente de ensino por meio de dispositivos móveis (celulares, *tablets*, *laptops*, rádio, tv, entre outros) a qualquer momento e em qualquer lugar [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, *Bluetooth*, *Wireless Application Protocol (WAP)*, *General Packet Radio System (GPRS)*, *Infra Red (IR)* de recursos fornecidos pela telefonia celular, além das

linguagens *EXtensible Markup Language* (XML) e Java, 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) [Quinta and Lucena 2010].

Apesar dos benefícios ao ensino e aprendizagem, por ser um conceito novo e ainda incipiente, o *m-learning* apresenta algumas limitações em sua construção e utilização, 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 a requisitos específicos para as práticas educacionais.

A definição de características e requisitos específicos para ambientes de *m-learning* é uma das etapas cruciais para o sucesso de desenvolvimento e utilização desses sistemas [Economides 2008, Parsons et al. 2006]. De fato, além de levar em consideração aspectos técnicos, tais ambientes apresentam necessidades intrínsecas relacionadas ao dia a dia dos aprendizes e tutores [Pocatilu and Boja 2009] como, por exemplo, necessidades educacionais, sócio-culturais e econômicas. Ressalta-se, ainda, a inexistência de um conjunto padronizado de características e requisitos pré-definido.

Dentro do cenário apresentado, este trabalho tem como principal objetivo investigar e estabelecer um conjunto de características e requisitos para o domínio de aprendizagem móvel, procurando garantir qualidade, eficiência e conformidade com as práticas educacionais, evitando assim o desenvolvimento de sistemas inadequados e/ou pouco efetivos, que possam frustrar o aprendiz e a experiência de aprendizagem.

O artigo encontra-se organizado como se segue. A Seção 2 apresenta a fundamentação teórica sobre aprendizagem móvel. A Seção 3 detalha a metodologia de pesquisa adotada no trabalho, conduzida por meio de uma revisão sistemática. A Seção 4 traz a análise e discussão dos resultados obtidos a partir da revisão sistemática, descrevendo as características e requisitos específicos para ambientes de *m-learning* identificados. Por fim, a Seção 5 apresenta a conclusão e trabalhos futuros.

2. Aprendizagem Móvel (*m-learning*)

Visto que o conhecimento e a economia estão 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 and Ishitani 2012, Ayala and 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 and Cavus 2011], por exemplo, oferece mecanismos para o ensino a 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].

Por se tratar de um paradigma novo e emergente, há diversas tentativas para definir *m-learning*. Rachid and Ishitani (2012) definem *m-learning* como qualquer tipo

de ensino ou aprendizagem que ocorre quando o aluno não está em algum lugar fixo, ou quando o indivíduo aproveita-se de oportunidades de aprendizagem disponibilizadas pelas tecnologias móveis, associando assim os conceitos tecnológicos e de mobilidade. Ozdamli and Cavus (2011) abordam *m-learning* como uma atividade que permite aos indivíduos serem mais produtivos quando consomem, criam ou interagem com as informações, mediados por dispositivos digitais móveis e portáteis, que acompanham o indivíduo de forma regular, desde o início ao fim das tarefas.

Independentemente da definição adotada, a utilização dos ambientes de aprendizagem através de dispositivos móveis traz benefícios que vão além de acessibilidade, comodidade e comunicação [Schepman et al. 2012, Pan et al. 2010]. Por exemplo, com dispositivos móveis os aprendizes podem utilizar aplicativos (processamento de texto, fotos), ambientes específicos de aprendizagem, acesso a Web, ferramentas de colaboração, redes sociais, entre outros.

Entretanto, apesar dos benefícios oferecidos e mesmo existindo um exponencial aumento em pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de ambientes de aprendizagem móvel, poucos são os trabalhos que apresentam um quadro comum e comparativo em relação às características e requisitos de desenvolvimento neste novo contexto de ensino [Pan et al. 2010]. Além disso, as iniciativas existentes encontram-se dispersas e não são padronizadas [Economides 2008, Yen and Lee 2011, Zhuang and Yan 2009, Zare 2011].

A identificação e o entendimento de características e requisitos específicos para aprendizagem móvel é uma tarefa complexa [Economides 2008, Pan et al. 2010]. Diferentes fatores estão envolvidos no desenvolvimento desses ambientes, os quais devem levar em consideração, além de aspectos técnicos, componentes educacionais, atributos de computação ubíqua, critérios de usabilidade móvel, entre outros. Para investigar e sintetizar os aspectos relacionados às características e requisitos para ambientes de aprendizagem móvel, uma Revisão Sistemática foi planejada e executada. A ideia foi obter evidências fundamentadas sobre o tema em questão.

3. Revisão Sistemática de Ambientes de Aprendizagem Móvel

Conceitualmente, Revisão Sistemática é uma metodologia utilizada para realizar revisões bibliográficas de forma organizada, permitindo a sua condução de forma sistemática através de etapas bem definidas, proporcionando maior embasamento e confiabilidade científica [Kitchenham 2004].

Considerando o contexto de execução deste trabalho, na etapa de planejamento foi definido o protocolo da revisão. Ou seja, foram propostas e levantadas questões ligadas à pesquisa, sendo feita a seleção das fontes de informações e, por fim, a seleção dos estudos. A Tabela 1 sintetiza os objetivos principais e secundários da pesquisa.

Tabela 1 – Objetivos Principais e Secundários

Objetivos Principais	Objetivos Secundários
Identificar as principais características presentes em ambientes de aprendizagem móvel.	Analisar ambientes de aprendizagem móvel.
Analisar as tendências e padrões relacionados à ambientes de aprendizagem móvel.	Analisar características e requisitos de qualidade específicos para estes ambientes.
Identificar as principais funcionalidades (requisitos funcionais/não-funcionais) de um ambiente de aprendizagem móvel.	Verificar as principais dificuldades e limitações associadas aos ambientes de aprendizagem móvel.

As questões para a pesquisa foram levantadas da seguinte maneira (Tabela 2):

Tabela 2 – Questões da Pesquisa

Questão 1: <i>Quais as principais características presentes em ambientes de aprendizagem móvel?</i>
Questão 2: <i>Quais os principais requisitos (funcionais/não-funcionais) necessários para a construção de ambientes de aprendizagem móvel?</i>
Questão 3: <i>Existem técnicas e padrões arquiteturais que facilitam o desenvolvimento destes ambientes?</i>
Questão 4: <i>Quais são as principais dificuldades e tendências encontradas em relação ao desenvolvimento de ambientes de aprendizagem móvel?</i>

Após a definição das questões de pesquisa, foi definida a estratégia de busca. Para isso, foram definidos critérios para a seleção das fontes de busca, palavras-chaves e *strings* de busca. Alguns critérios foram definidos em relação às fontes de busca, proporcionando a coleta de informações relevantes ao tema da pesquisa. As fontes de busca foram escolhidas levando em consideração o impacto e a abrangência na área de computação e educação. A partir dos critérios analisados, foram escolhidas como fontes de pesquisa: *IEEE Xplore*, *ACM Digital Lybrary*, *Springer Link*, *Scirus*, *Scopus* e *ISI Web Knowledge*.

Crítérios de inclusão e exclusão também precisaram ser definidos para a pesquisa em questão. A Tabela 3 sintetiza os critérios estabelecidos.

Tabela 3 – Critérios de Inclusão e Exclusão.

Critérios de Inclusão (CI)	Critérios de Exclusão (CE)
Estudos primários que contemplam aplicações e análises de ambientes de aprendizagem móvel;	Estudos primários que evidenciam características e requisitos de ambientes de aprendizagem móvel sem embasamento teórico ou prático;
Estudos primários em relação a características e funcionalidades específicas para ambientes de aprendizagem móvel;	Estudos primários que analisam somente requisitos em relação a ambientes de <i>e-learning</i> ;
Estudos primários que estejam ligados a questões e dificuldades em relação à construção e desenvolvimento destes ambientes.	Estudos primários que estejam em idiomas diferentes do inglês e português, dificultando a coleta e a identificação de informações;

Na etapa subsequente, o processo de construção da *string* de busca exige cuidado, pois sua definição está ligada diretamente aos objetivos, escopo e resultados da pesquisa. Antes da definição da *string* de busca, testes foram efetuados nas próprias bases de dados, utilizando alguns sinônimos definidos nas palavras-chaves, verificando a forma e a quantidade de resultados encontrados. Tendo como base os testes efetuados, a *string* genérica utilizada nas fontes de pesquisa foi definida da seguinte maneira:

Mobile Learning AND ("Requirements" OR "Characteristics" OR "Learning Environments")

Tendo como base a *string* genérica foram construídas *strings* específicas para cada máquina de busca. As buscas foram realizadas a partir das palavras-chaves, sendo inseridas no título e no *abstract* dos trabalhos em relação às bases de dados definidas na seção anterior. Verificou-se, ainda, que algumas bases não disponibilizavam opções de busca em relação ao título e *abstract*. Devido a essa limitação, optou-se por realizar uma pesquisa mais coerente utilizando funções de busca através de *keywords* e *topic*.

A partir das buscas realizadas, 438 documentos foram retornados. Após a análise, foram selecionados 198 trabalhos, os quais estavam integralmente disponíveis para leitura (Tabela 4).

Tabela 4 – Resultado Parcial da Revisão Sistemática.

Base de Dados	Resultado
<i>IEEE Xplore</i>	45
<i>ACM Digital Lybrary</i>	22
<i>Springer Link</i>	27
<i>Scopus</i>	55
<i>Scirus</i>	6
<i>ISI web knowledge</i>	43
Resultado Final	198

Após a leitura dos resumos dos 198 estudos primários e a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, o número de trabalhos foi reduzido para 36. Excluindo-se os trabalhos repetidos entre as bases, 22 artigos foram selecionados ao final do processo. A relação das bases e artigos selecionados é sintetizada na Tabela 5.

Tabela 5 – Resultado Final da Revisão Sistemática.

ID	Referência	Fonte	Título do Trabalho
1	Reis et al. 2012	<i>IEEE Explorer</i>	<i>Educational Resources for Mobile Wireless Devices: A Case Study</i>
2	Parsons et al. 2006	<i>IEEE Explorer</i>	<i>A Study of Design Requirements for Mobile Learning Environments</i>
3	Pan et al. 2010	<i>IEEE Explorer</i>	<i>Learning can happen Anytime and Anywhere: the Application of M-learning in Medical Education</i>
4	Young 2008	<i>IEEE Explorer</i>	<i>Study of M-learning System for Middle School</i>
5	Laine et al. 2012	<i>IEEE Explorer</i>	<i>Critical Factors for Technology Integration in Game-Based Pervasive Learning Spaces</i>
6	Ayala and Castillo 2008	<i>IEEE Explorer</i>	<i>Towards Computational Models for Mobile Learning Objects</i>
7	Martin 2010	<i>IEEE Explorer</i>	<i>M2Learn: Towards a homogeneous vision of advanced mobile learning development</i>
8	Zervas 2011	<i>IEEE Explorer</i>	<i>Tools for Context-Aware Learning Design and Mobile Delivery</i>
9	Zhuang and Du Yan 2009	<i>IEEE Explorer</i>	<i>Mobile Learning Applied Research Based on 3G Technology</i>
10	Economides 2008	<i>Scirus</i>	<i>Requirements of Mobile Learning Applications</i>
11	Parsons et al. 2007	<i>Scirus</i>	<i>A Design Requirements Framework for Mobile Learning Environments</i>
12	Sharp et al. 2003	<i>Scirus</i>	<i>Establishing user requirements for a mobile learning environment</i>
13	Pocatilu and Boja 2009	<i>Scirus</i>	<i>Quality Characteristics and metrics related to m-learning process</i>
14	Ozdamli and Cavus 2009	<i>Scirus</i>	<i>Basic elements and characteristics of mobile learning</i>
15	Al-Hmouz et al. 2009	<i>Scopus</i>	<i>A Machine Learning Based Framework for Adaptive Mobile Learning</i>
16	Zare 2011	<i>Scopus</i>	<i>Personalization in Mobile Learning for People with Special Needs</i>
17	Glavinic et al. 2009	<i>Scopus</i>	<i>On Efficiency of Adaptation Algorithms for Mobile Interfaces Navigation</i>
18	Hsu and Ho 2012	<i>Scopus</i>	<i>The design and implementation of a competency-based intelligent mobile learning system</i>
19	Outtagarts 2009	<i>ISI web knowledge</i>	<i>Object Oriented vs. Agent-Based Oriented Ubiquitous Intelligent Mobile Managed e-Learning Environment</i>
20	Schepman et al. 2012	<i>ACM Digital Lybrary</i>	<i>An observational study of undergraduate students' adoption of (mobile) note-taking software</i>
21	Yen and Lee 2011	<i>ACM Digital Lybrary</i>	<i>Exploring problem solving patterns and their impact on learning achievement in a blended learning environment</i>
22	Nestel et al. 2010	<i>Springer Link</i>	<i>Evaluation of mobile learning: Students' experiences in a new rural-based medical school</i>

Os 22 estudos foram lidos e analisados em conformidade com os objetivos e as questões definidas inicialmente. Para cada trabalho analisado os autores identificaram

características e requisitos relevantes aos ambientes de aprendizagem móvel, os quais são descritos e detalhados na próxima seção.

4. Conjunto de Características e Requisitos

A definição de requisitos em relação a um domínio específico de software ajuda não somente na modelagem, padronização e manutenção, mas também na garantia da qualidade e na eficiência do sistema. Além disso, na aprendizagem móvel é necessário projetar critérios específicos, permitindo que os atributos da computação ubíqua, por exemplo, possam atender corretamente aos requisitos educacionais [Yen and Lee 2011].

Diante deste cenário, a padronização de características de desenvolvimento no domínio educacional consiste em uma tarefa complexa e propícia a erros, levando em consideração: (1) a viabilização tecnológica da interação e comunicação em dispositivos móveis; (2) o suporte tecnológico em relação às avaliações e *feedbacks*; (3) a apresentação de tarefas e conteúdos pedagógicos para os aprendizes; e (4) a reusabilidade dos conteúdos em diferentes disciplinas e dispositivos móveis.

As características identificadas na pesquisa foram relacionadas com requisitos apropriados, identificados durante a análise da Revisão Sistemática. Ao final de todo o processo, o “mapa mental” contendo as características e os requisitos relevantes aos ambientes de aprendizagem móvel pode ser visualizado pela Figura 1.

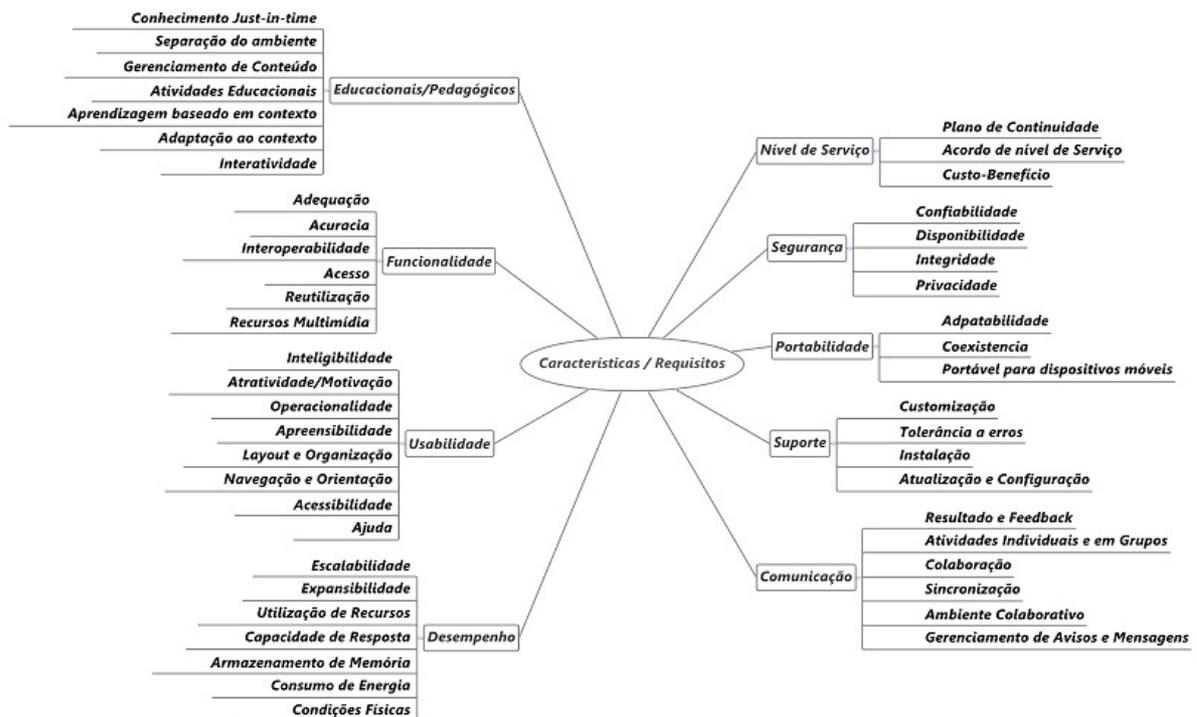


Figura 1 – Mapa Mental: Características e Requisitos para Aprendizagem Móvel.

Definidas as características e requisitos específicos aos ambientes de aprendizagem móvel, os autores realizaram o detalhamento das características, juntamente com os trabalhos que as fundamentaram.

Funcionalidade [Schepman et al. 2012, Economides 2008, Glavinic et al. 2009, Yen and Lee 2011, Ozdamli and Cavus 2011, Zhuang and Yan 2009]: ambientes de

aprendizagem móvel, a exemplo de quaisquer outros sistemas de software, precisam prover funções que atendam às necessidades explícitas e implícitas esperadas pelos aprendizes e tutores. Além de funcionalidades básicas associadas à adequação e acurácia, ambientes de aprendizagem móvel precisam garantir requisitos vinculados à: interoperabilidade, reutilização, recursos multimídia, entre outros.

Educacionais/Pedagógicos [Yen and Lee 2011, Pocatilu and Boja 2009, Martin et al. 2010, Zhuang and Yan 2009, Economides 2008, Parsons et al. 2010]: além de requisitos funcionais básicos, os ambientes de aprendizagem móvel devem incorporar requisitos educacionais e pedagógicos, de modo a facilitar e apoiar atividades de ensino e treinamento. Tais requisitos estão diretamente relacionados à interatividade, motivação e adaptações ao contexto dos aprendizes, proporcionando um ambiente apropriado às práticas educacionais.

Nível de Serviço [Yen and Lee 2011, Zhuang and Yan 2009, Glavinic et al. 2009, Economides 2008, Ozdamli and Cavus 2011, Martin et al. 2010, Zare 2011]: é uma característica essencial aos ambientes de aprendizagem, visto que a transferência de dados de uma instituição de ensino pode levar à perda de informações ou à exposição de informações sigilosas. É preciso estabelecer níveis de serviço, possibilitando maior segurança na utilização das aplicações juntamente com a continuidade dos ambientes.

Usabilidade [Parsons et al. 2006, Ozdamli and Cavus 2011, Hsu and Ho 2012, Zervas 2011, Pan et al. 2010, Economides 2008]: a interface de qualquer software é um dos pontos fortes para aceitação por parte dos clientes. No contexto de ambientes de aprendizagem, principalmente para dispositivos móveis, a interface deve ser fácil de aprender, facilitando o reconhecimento e a lembrança, por parte dos usuários, de todas as suas funções. Além disso, é aconselhável que seja simples e fácil de operar, lembrando ainda que podem existir usuários com faixas etárias diferentes.

Segurança [Al-Hmouz et al. 2009, Parsons et al. 2006, Ozdamli and Cavus 2011, Economides 2008, Nestel et al. 2010, Zhuang and Yan 2009]: trata-se de uma característica importante para ambientes de aprendizagem móvel em virtude de sua aplicabilidade e utilização. Devido ao fato que seu acesso é feito via web (ou seja, acesso remoto), existem aspectos que devem ser garantidos para uma maior segurança.

Desempenho [Laine et al. 2010, Nestel et al. 2010, Zare 2011, Sharp et al. 2003, Outtagarts 2009, Hsu and Ho 2012]: pode apresentar significados diferentes em contextos diferentes. Dentro do escopo de ambientes de aprendizagem móvel, o desempenho está relacionado ao tempo de resposta, expansibilidade (capacidade de adicionar novos serviços ao sistema) e escalabilidade (capacidade de prover o acesso a diversos usuários ao mesmo tempo), capacidade de processamento, capacidade de memória livre, consumo de bateria e capacidade de entrada/saída.

Portabilidade [Sharp et al. 2003, Economides 2008, Ayala and Castillo 2008, Al-Hmouz et al. 2009, Young 2008]: as pesquisas mostram que a aprendizagem através de um dispositivo móvel é muito mais cômoda e flexível do que a utilização de livros, papeis, e outros materiais. Desse modo, o aprendiz deve conseguir interagir com os objetos de aprendizagem móvel a qualquer hora e em qualquer lugar, garantindo maior comodidade durante o ensino. O aprendiz passa a utilizar seu dispositivo móvel com o objetivo de extrair e inserir conhecimento independente do tempo e do lugar.

Suporte [Pocatilu and Boja 2009, Glavinic et al. 2009, Ayala and Castillo 2008, Economides 2008, Al-Hmouz et al. 2009]: pode ser considerado um diferencial de qualidade para os ambientes de ensino. Todo o serviço proporcionado deve ter um suporte eficiente aos seus usuários, de maneira a possibilitar questionamentos, esclarecimento de dúvidas e notificações de eventuais problemas ao ambientes.

Comunicação [Ayala and Castillo 2008, Pan et al. 2010, Outtagarts 2009, Economides 2008, Al-Hmouz et al. 2009, Reis et al. 2012, Sharp et al. 2003]: comunicação é uma característica fundamental no ensino e aprendizado, sobretudo em ambientes de *e-learning*. Os ambientes de aprendizagem móvel, por possuírem objetivos semelhantes, também necessitam prover uma comunicação eficiente através dos aprendizes e tutores. Toda comunicação é realizada através de dispositivos móveis, sendo ela assíncrona e dependente da internet.

Em adição aos resultados obtidos, verificou-se que os ambientes de aprendizagem móvel devem atender necessidades ligadas a quatro domínios básicos, sendo eles [Economides 2008]: (1) Técnicos; (2) Educacionais; (3) Econômicos; e (4) Sócio-Culturais. Os resultados da pesquisa, sintetizados na Figura 2, ilustram a convergência e a relação das características identificadas no presente trabalho juntamente com os domínios relevantes à aprendizagem móvel.

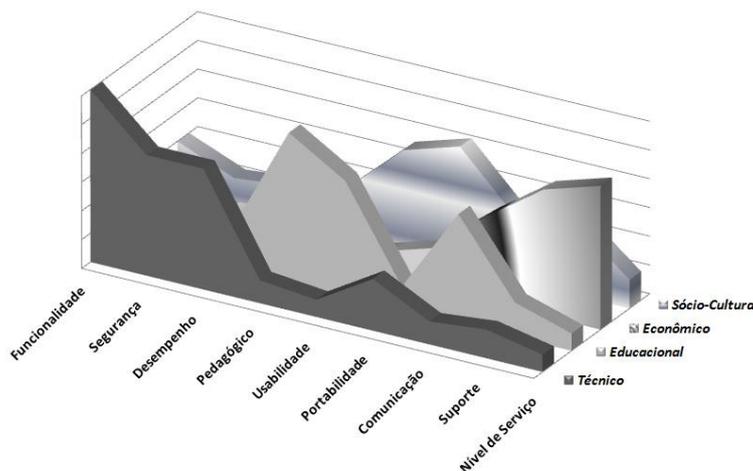


Figura 2 – Relação entre Características e Domínios Específicos da Aprendizagem Móvel.

De acordo com a Figura 2, verifica-se uma correlação de aspectos de funcionalidade, segurança e desempenho frente ao domínio técnico. No domínio educacional existe uma ligação com diretrizes pedagógicas e de usabilidade (motivando e cativando os aprendizes). O lado econômico mostra a necessidade e a preocupação com aspectos de níveis de serviço e suporte, garantindo o custo x benefício das aplicações. Por fim, no domínio sócio-cultural verificou-se o relacionamento com tendências culturais e sociabilidade através de critérios de usabilidade, portabilidade e comunicação.

5. Conclusão

Este artigo apresentou um conjunto de características e requisitos específicos para ambientes de aprendizagem móvel, estabelecido através da condução de uma Revisão Sistemática. A principal contribuição deste trabalho baseia-se no fato de que não há

indícios de um conjunto de características e requisitos bem formulado no contexto de desenvolvimento de ambientes de aprendizagem móvel. Com isso, ressalta-se a necessidade de se definir criteriosamente características e requisitos de desenvolvimento, facilitando assim a elaboração de arquiteturas e padrões para a construção destes ambientes.

O conjunto proposto neste trabalho, ainda que preliminar, consiste em uma primeira tentativa de abordar parâmetros importantes que afetam o desenvolvimento de ambientes para aprendizagem móvel. As características e requisitos identificados podem ajudar na concepção e desenvolvimento destes ambientes, proporcionando a descoberta de novos recursos e oportunidades educacionais. Os resultados obtidos podem ajudar na definição de testes confiáveis evidenciando limitações, desvantagens e ambiguidades em relação às práticas educacionais. Por fim, o conjunto preliminar de características também pode servir de guia para as organizações adotantes, garantindo adequação e satisfação às necessidades dos aprendizes, considerando não apenas requisitos técnicos, mas também educacionais, perspectivas sócio-culturais e econômicas.

Ressalta-se, ainda, que as características e requisitos definidos no presente trabalho podem ser contempladas durante a fase de elicitação de requisitos juntamente com a sua modelagem, garantindo funcionalidades que irão atender de forma flexível as atividades educacionais vinculadas aos aprendizes e tutores.

Como trabalhos futuros, a partir do conjunto de características preliminar proposto, pretende-se definir um catálogo (conjunto) de requisitos de qualidade de forma hierárquica, subdividindo-o em critérios, requisitos e descrições de qualidade. Para tal construção, é necessária a realização de priorizações das características por parte de especialistas da área, através de *checklists*, estabelecendo de forma estatística, os critérios relevantes para o contexto de ambientes de aprendizagem móvel.

Agradecimento

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

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, pages 34–43. Springer.
- Ayala, G. And Castillo, S. (2008). Towards Computational Models for Mobile Learning Objects. Paper presented at the Fifth IEEE International Conference on Wireless, Mobile, and Ubiquitous Technology in Education (WMTE'05), Tokushima, Japan.
- Economides, A. A. (2008). Requirements of Mobile Learning Applications. International Journal of Innovation and Learning 5(5), 457–479.
- Glavinic, V., Ljubic, S., Kucec, M. (2009). On Efficiency of Adaptation Algorithms for Mobile Interfaces Navigation. Stephanidis, C. (ed.) UAHCI 2009. LNCS, vol. 5615, pp. 307–316. Springer, Heidelberg.
- Hsu, C. and Ho, C. (2012). The design and implementation of a competency-based intelligent mobile learning system. Expert Systems with Applications, Volume 39, Issue 9, July, p 8030–8043.
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. Relatório Técnico, Keele University and NICTA.

- 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).
- Martin, S. M. (2010). M2Learn: Towards a homogeneous vision of advanced mobile learning development. *Education Engineering (EDUCON)*, IEEE, p 569 – 574.
- 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*.
- Outtagarts, A. (2009). Object Oriented vs. Agent-Based Oriented Ubiquitous Intelligent Mobile Managed e-Learning Environment. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, VOL.9 No.11, November.
- Ozdamli, F., Cavus, N. (2011). Basic elements and characteristics of mobile learning. *World Conference on Educational Technology Researches*, Volume 28, p 937–94.
- Pan, Y., Li, L., Zhamg, X. (2010). Learning can happen Anytime and Anywhere: the Application of M-learning in Medical Education. *Education Technology and Computer Science (ETCS)*, 2010 Second International Workshop on Education Technology and Computer Science, vol 3, p 508 – 511.
- Parsons, D., Ryu, H. and Cranshaw, M. A Study of Design Requirements for Mobile Learning Environments. *Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies 2006 (ICALT)*. 2006, 96-100.
- Parsons, D., Ryu, H., Cranshaw, M. (2007). A Design Requirements Framework for Mobile Learning Environments, *A Design Requirements Framework for Mobile Learning Environments*.
- Pocatilu P. and Boja C. (2009). Quality Characteristics and metrics related to m-learning process. *Amfiteatru Economic*, Year XI, June, No. 26, pp. 346-354.
- Quinta, M. R., Lucena, F. (2010). Problemas e soluções em u-learning e adaptação de conteúdo de objetos de aprendizagem para diferentes dispositivos. *XXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*. João Pessoa – PB.
- Rachid, L. C., Ishitani, L. (2012). m-tutorial: ferramenta de autoria para desenvolvimento de tutoriais voltados para o m-learning. In: *Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE)*, v.20, n.1.
- Reis, R., Escudeiro, P., Escudeiro, N. (2012). Educational Resources for Mobile Wireless Devices: A Case Study. *IEEE International Conference on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education*.
- Schepman, A., Rodway, P., Beattie, C., Lambert, J. (2012). An observational study of undergraduate students' adoption of (mobile) note-taking software. *Computers in Human Behavior*, 28(2), 308-317.
- Sharp, H., Taylor, J., Lober, A., Frohberg, D., Mwanza, D., Murelli, E. (2003). Establishing user requirements for a mobile learning environment. Paper presented at the *Eurescom Summit, Evolution of Broadband Services*, Heidelberg, Germany, 2003.
- Yen, J. C. and Lee, C. Y. (2011). Exploring problem solving patterns and their impact on learning achievement in a blended learning environment. *Computers and Education*, 56(1), 138-145.
- Young, C. P. (2008). Study of M-learning System for Middle School. This paper appears in: *Industrial Engineering and Engineering Management*. IEEM.
- Zare, S. (2011). Personalization in Mobile Learning for People with Special Needs. *UAHCI'11 Proceedings of the 6th international conference on Universal access in human-computer interaction: applications and services - Volume Part IV*, p 662-669.
- Zervas, P. (2011). Tools for Context-Aware Learning Design and Mobile Delivery. *Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies.
- Zhuang, L., and Du Yan, C. X. (2009). Mobile Learning Applied Research Based on 3G Technology. *Seventh ACIS International Conference on Software Engineering Research, Management and Applications*. pp. 173-175. Haikou, China. 2-4 December.