

Ambientes Virtuais de Aprendizagem e Ambientes Imersivos: um estudo de caso utilizando tecnologias de computação móvel

Gleizer B. Voss¹, Felipe B. Nunes¹, Fabricio Herpich¹, Roseclea D. Medina¹

¹Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

{gleizer.voss, nunesfb, fabricio.herpich, roseclea.medina}@gmail.com

***Abstract.** This paper describes the use of mobile computing technologies in accessing Moodle VLE together with the OpenSim virtual world. The development of the work was based on a case study, where were used different models of mobile devices to perform activities using these technologies. The study sought contemplate the main tools available, identifying positives and negatives points about the use of the same in the educational context. The results were feasible and with great potential, using the Bootstrap theme for Moodle and Lumiya viewer for OpenSim, however some technical limitations need to be overcome for large-scale use.*

***Resumo.** Este artigo descreve a utilização de tecnologias de computação móvel no acesso ao AVA Moodle em conjunto com o mundo virtual OpenSim. O desenvolvimento do trabalho foi baseado em um estudo de caso, onde foram utilizados diferentes modelos de dispositivos móveis para a realização de atividades utilizando essas tecnologias. O estudo buscou contemplar as principais ferramentas disponíveis, identificando pontos positivos e negativos quanto à utilização das mesmas no contexto educacional. Os resultados mostraram-se viáveis e com grande potencial, com o uso do tema Bootstrap para o Moodle e o viewer Lumiya para o OpenSim, no entanto algumas limitações técnicas precisam ser superadas para o uso em grande escala.*

1. Introdução

O avanço tecnológico vivido nos últimos anos tem possibilitado o desenvolvimento de novas ferramentas e estratégias para serem aplicadas no contexto educacional. Dentre essas, destacam-se os ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs) e, mais recentemente os ambientes imersivos para educação (também conhecidos como metaversos ou mundos virtuais).

Conforme Nunes et al. (2012), os AVAs se apresentam como uma opção tecnológica para atender as novas necessidades educacionais, oferecendo ferramentas de interação para compartilhamento e aquisição de conhecimentos. Já os mundos virtuais, segundo Amaral et al. (2012), destacam-se por proporcionarem experiências de imersão fortemente realísticas, que envolvem e despertam nos estudantes a sensação de estarem dentro do ambiente virtual, permitindo o desenvolvimento de atividades práticas semelhantes àquelas realizadas em ambientes reais.

Por outro lado, o grande avanço das tecnologias de computação e telefonia móvel aumentou a mobilidade dos usuários, criando novas necessidades de se aplicar a computação móvel no contexto de ensino e aprendizagem. Dados da ANATEL¹ mostram um acentuado crescimento no uso de acessos móveis, totalizando quase 266 milhões de acessos em Junho de 2013, ou seja, praticamente o dobro do total de acessos registrado em Junho de 2008.

Neste sentido, Piovesan et al. (2011) destacam a necessidade de adequar os AVAs às características individuais dos estudantes, possibilitando o acesso aos recursos educacionais com total mobilidade e adaptação do sistema ao contexto computacional dos mesmos. No entanto, apesar dessa necessidade, ainda existem muitos percalços a serem superados no sentido de permitir o acesso a qualquer hora, em qualquer lugar e de qualquer dispositivo aos recursos educacionais. O grande desafio é desenvolver *softwares* compatíveis com os dispositivos móveis, atendendo as expectativas atuais de interação com interfaces simples, intuitivas e fáceis de usar (Cybis et al., 2010), bem como, adequar os sistemas aos limites computacionais desses dispositivos.

Diversos trabalhos têm sido desenvolvidos propondo a utilização de dispositivos móveis na área educacional. Por exemplo, Meirelles et al. (2004) apresentaram os primeiros passos na aplicação de pressupostos educacionais e tecnológicos na busca de um modelo pedagógico para um ambiente de aprendizagem *online* com suporte a mobilidade. No ano seguinte, Marçal et al. (2005) apresentam um *framework* para a implementação de programas em dispositivos móveis focados na aprendizagem utilizando tecnologias de computação móvel e realidade virtual. Além desses, outros trabalhos, tais como os de: Bartholo et al. (2009) e da Silva et al. (2013), apresentam alternativas para a utilização de dispositivos móveis no apoio aos processos de ensino e aprendizagem.

Assim, este trabalho apresenta um estudo de caso, demonstrando a utilização de tecnologias móveis no contexto do ensino de redes de computadores. Este estudo teve como objetivos principais apresentar a integração de um mundo virtual desenvolvido no OpenSim com o AVA Moodle e como se dá o acesso à esses ambientes a partir de dispositivos móveis. Deste modo, apontar as principais dificuldades enfrentadas atualmente no uso desses dispositivos no contexto do ensino e aprendizagem, ressaltando a importância dos desenvolvedores testarem e validar essas tecnologias de forma a não prejudicar ou limitar os usuários na utilização dos sistemas desenvolvidos.

O artigo está estruturado da seguinte forma: na seção 2 são apresentadas algumas considerações sobre ambientes virtuais de aprendizagem e mundos virtuais; na seção 3 é apresentada a metodologia utilizada no trabalho. Na seção 4 é apresentado o desenvolvimento e o estudo de caso integrando as principais soluções disponíveis para acesso via dispositivo móvel, bem como as principais dificuldades na utilização dessas. Por fim, são apresentados os principais resultados do trabalho e as considerações finais.

¹ Disponível em: <http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalInternet.do>

2. Fundamentação teórica

Esta seção tem como objetivo identificar os principais conceitos relacionados à utilização de ambientes virtuais de aprendizagem e da tecnologia de metaversos no apoio aos processos de ensino e aprendizagem.

2.1 Ambientes virtuais de aprendizagem

Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs), também conhecidos como LMS (do inglês, *Learning Management System*) são ambientes de gestão e construção integradas de informação, comunicação e aprendizagem *on-line* (Silva, 2005). Esses ambientes buscam aperfeiçoar a qualidade de ensino dos alunos, por meio da elaboração de atividades fora do ambiente das aulas presenciais.

Para esse trabalho foi escolhido o Moodle por se tratar de um ambiente de código aberto, livre e gratuito. Ao mesmo tempo, é uma ferramenta amplamente utilizada pela comunidade acadêmica e científica, contando com uma vasta comunidade de desenvolvedores em todo o mundo.

2.2 Ambientes Imersivos (metaversos ou mundos virtuais)

De acordo com Bainbridge (2010), os mundos virtuais são definidos como ambientes *on-line* persistentes gerados por computador onde as pessoas podem interagir seja para o trabalho ou lazer, de forma comparável ao mundo real. A interação nesses ambientes é realizada através de *avatares*, que são a representação virtual dos usuários.

Esses espaços surgem como importantes espaços para a colaboração, exploração e interação, permitindo a realização de uma série de atividades, entre elas, atividades de cunho educacional e de treinamento (da Silva, 2012).

Como exemplos desses ambientes imersivos destacam-se:

- Second Life: um mundo virtual tridimensional (3D) no qual os habitantes são representantes de pessoas reais e os lugares são construídos por essas pessoas (SecondLife, 2013). É um *software* proprietário, que permite o ingresso de forma gratuita dos usuários, mas para determinadas funcionalidades, como adquirir terrenos, exige que o usuário pague para ter acesso.
- OpenSimulator (ou OpenSim): é um servidor multi-plataforma de código aberto, que fornece um mundo virtual 3D semelhante ao Second Life. Por tratar-se de uma plataforma de código aberto, permite aos seus desenvolvedores personalizarem os seus mundos (OpenSim, 2013). Desenvolvido em C# e distribuído sob licença BSD (*Berkeley Software Distribution*), o OpenSim é compatível com uma série de *viewers*, conforme pode ser visualizado no trabalho de Nunes et al. (2013).
- OpenWonderland: um conjunto de ferramentas de código aberto, 100% desenvolvido em Java, para a criação de mundos virtuais 3D colaborativos. É um *software* em desenvolvimento ativo, não um produto final, conduzido pela organização sem fins lucrativos Open Wonderland Foundation, que conta com um time de desenvolvimento pequeno e depende de doações para manter o projeto ativo (OpenWonderland, 2013).

Para a proposta deste trabalho, será utilizado o OpenSim. Esta escolha se dá pela possibilidade de integração com o ambiente Moodle. Além disso, outros trabalhos desenvolvidos no grupo de pesquisa dos autores utilizam essa ferramenta.

2.3 Sloodle

Simulation Linked Object Oriented Dynamic Learning Environment (SLOODLE) é um projeto de código livre e aberto que integra os ambientes virtuais imersivos Second Life e/ou OpenSim com o Moodle (Sloodle, 2013). A integração desses ambientes pode oferecer aos educadores novas formas de explorar a aprendizagem colaborativa na Web por meio da utilização compartilhada dos ambientes virtuais 3D (Andreas et al., 2010).

No contexto deste trabalho, o Sloodle foi utilizado para prover a integração entre o OpenSim e o Moodle possibilitando que as atividades criadas no AVA sejam realizadas pelos estudantes, mesmo estando “imersos” no mundo virtual. Isso é possível, pois os *plug-ins* do Sloodle permitem a transferência de dados tanto de identidade quanto de atividade entre o AVA e o mundo virtual (Sloodle, 2013).

3. Metodologia

A fim de discutir e elucidar as principais características e dificuldades envolvidas no uso de tecnologias móveis na área educacional, mais precisamente utilizando o AVA Moodle e o ambiente imersivo 3D OpenSim, este estudo seguiu as seguintes etapas:

- a) Definição da infraestrutura tecnológica (i.e., ferramentas e dispositivos) necessária para a realização da pesquisa;
- b) Instalação e integração das ferramentas;
- c) Criação dos cenários (i.e., disciplina, atividades, etc.);
- d) Realização e documentação dos testes;
- e) Análise e discussão dos resultados;

Para a realização dos testes foram utilizados quatro dispositivos móveis com diferentes especificações (Tabela 1), que estão disponíveis no grupo de pesquisa dos autores, lembrando que o objetivo não foi avaliar o desempenho do dispositivo em si, mas sim a interação desses com as tecnologias selecionadas. Os testes foram realizados utilizando conexão 3G (operadora Vivo S.A.), onde por meio da ferramenta Simet² constatou-se uma velocidade média de 1,5 Mbps.

Tabela 1. Especificação dos dispositivos

Dispositivo	Galaxy Note	Galaxy S3 Mini	Tablet 10.1	iPad
Fabricante	Samsung	Samsung	Samsung	Apple
Modelo	GT-N7000	GT-I8190L	GT-N8000	iPad 4ª geração
Versão	Android 4.1.2	Android 4.1	Android 4.1.2	iOS 5
Ecrã	5,3”	4”	10,1”	9,7”
Memória	1 GB	1 GB	2 GB	1 GB
Processador	Dual Core 1,4 GHz	Dual Core 1 GHz	Quad Core 1.4 GHz	Dual Core 1 GHz

² Disponível em: <http://simet.nic.br/>

Referente à tabela, o item “Dispositivo” refere-se ao nome “popular” do dispositivo, enquanto o item “Modelo” informa o nome “técnico” do equipamento. O item “Versão” refere-se ao SO (Sistema Operacional) instalado no dispositivo. O item “Ecrã” informa o tamanho da tela (*display*) do dispositivo. O item “Memória” informa a quantidade de memória RAM (*Random Access Memory*) do aparelho. O item “Processador” informa a quantidade de núcleos e a velocidade do processador.

4. Desenvolvimento

Conforme Katz e Callorda (2013), em seu estudo realizado em cinco países da América Latina (Argentina, Brasil, Colômbia, Equador e México), só nas classes com renda considerada baixa (média mensal de US\$114), o total de acessos alcançou aproximadamente 150 milhões de pessoas. Esse mesmo estudo apontou que do total de 86 milhões de acessos banda larga registrados no Brasil em 2012, 66 milhões eram conexões de banda larga móvel. Dados mais recentes informam que o Brasil terminou o mês de Junho com 77,4 milhões de acessos banda larga móvel (Teleco, 2013).

Esses números reforçam a necessidade de se adequar tanto os ambientes virtuais de aprendizagem quanto os ambientes imersivos às tecnologias móveis. Para isso, podem ser utilizadas aplicações e *plugins* que permitem a adaptação dos mesmos aos diferentes modelos de dispositivos móveis.

O ambiente Moodle oferece inúmeras alternativas que permitem o acesso de forma otimizada, mesmo utilizando dispositivos móveis. Dentre essas, destacam-se o tema Bootstrap³, o MLE-Moodle⁴ e a versão Moodle Mobile⁵. Neste trabalho optou-se por utilizar o *plugin* Bootstrap, por se tratar de um *software* gratuito e de código aberto, que pode ser integrado ao Moodle sem a necessidade de alteração do endereço de acesso para os usuários como se faz necessário no MLE-Moodle, por exemplo. Ainda, o MLE-Moodle trabalha apenas com as versões 1.9.x do Moodle e não é compatível com as versões 2.x do ambiente.

Outro fator determinante para a escolha do Bootstrap, foi a adaptação automática oferecida por este *plugin*, que por meio de *design* responsivo adapta a interface de acordo com o dispositivo utilizado. Além disso, não necessita a instalação de uma aplicação específica para acesso ao Moodle como no caso do Moodle Mobile.

Quanto ao acesso aos mundos virtuais via dispositivos móveis, poucas opções de visualizadores (ou *viewers*) estão disponíveis. Assim, destacam-se o Lumiya⁶, o Mobile Grid Client⁷ e o Pixiewiewer⁸.

Para a realização dos testes foi utilizado tanto o Lumiya quanto o Pixiewiewer. Essa escolha se deu, devido principalmente ao fato do OpenGrid não permitir a

³ Disponível em: https://moodle.org/plugins/view.php?plugin=theme_bootstrap

⁴ Disponível em: <http://mle.sourceforge.net/>

⁵ Disponível em: <https://moodle.org/mod/forum/discuss.php?d=227988>

⁶ Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lumiyaviewer.lumiya&hl=pt_BR

⁷ Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.schlager.mgc&hl=pt_BR

⁸ Disponível em: <http://pixiewiewer.com/>

visualização gráfica do mundo virtual. Ressalta-se que, embora não permita a visualização gráfica, essa ferramenta possibilita ao aluno/usuário manter-se conectado ao ambiente, ou seja, o aluno pode verificar quem está *on-line*, acessar seu inventário, visualizar um mini mapa com a localização dos demais usuários/colegas e se teletransportar através das regiões desse mapa, além de permitir a troca de mensagens entre os usuários *on-line*.

Com relação aos visualizadores selecionados, o Lumiya destaca-se como a principal ferramenta de visualização a partir de dispositivos móveis, pois atualmente é a única que permite a visualização 3D tanto dos mundos virtuais OpenSim, quanto do SecondLife. Vale ressaltar que se trata de um *software* de licença proprietária, compatível apenas com a plataforma Android, comercializado na loja *online* do Google.

Já o Pixieweaver é um visualizador de ambientes virtuais 3D baseado em navegador, isto é, não necessita ser instalado e nem depende da instalação de qualquer *software*. Foi projetado para rodar em qualquer dispositivo (incluindo *tablets* e *smartphones*), e navegadores que suportam HTML5 como Firefox, Chrome, Safari, entre outros. Atualmente ele permite conectar-se somente ao *backbone* chamado Pixiegrid, mantido pela própria companhia, mas foi planejado e está sendo desenvolvido para permitir a interligação com mundos virtuais baseados no OpenSim (Pixie, 2013).

4.1 Estudo de caso

Para demonstrar a integração das tecnologias citadas, bem como apresentar/comprovar as dificuldades mencionadas, foi realizado um estudo de caso, o qual consistiu dos seguintes passos:

Em um primeiro momento, foi instalado o Moodle “2.5.1+”. Essa escolha ocorreu em virtude dessa ser a versão estável mais atual desse ambiente no período de realização dos testes, além disso, conta com recursos desenvolvidos especificamente para serem utilizados por meio de dispositivos móveis (i.e., módulos e *plug-ins*, temas, entre outros). Para permitir a adaptação desse ambiente, também foi realizada a instalação do *plugin* Bootstrap para acesso em dispositivos móveis.

Com relação à criação da disciplina no Moodle, denominada “Redes de Computadores”, foram utilizados os seguintes recursos: apresentação de *slides*, criação de questionários, inserção de arquivos textuais e de vídeo. Esses materiais tiveram como tema “Topologias de Redes”, quanto ao questionário foram utilizadas questões de concursos públicos que abordavam o tema em questão.

Seguindo o desenvolvimento do estudo, foi realizada a criação do mundo virtual no ambiente 3D OpenSim. Para tal, foi utilizado o servidor Wamp⁹, um ambiente de desenvolvimento que permite a utilização conjunta das tecnologias Apache, PHP e MySQL, essa instalação foi realizada em um servidor com endereço IP externo, para que fosse possível o acesso a partir de uma rede externa (3G) pelos dispositivos móveis.

O primeiro passo para o desenvolvimento do mundo virtual foi a construção de uma região, onde foi adicionada uma sala de aula contendo os mesmos recursos

⁹ Disponível em: <http://www.wampserver.com/en/>

disponibilizados no Moodle (i.e., apresentação de *slides*, vídeo, atividades, entre outros). Para isso foi necessário a utilização do Sloodle, que por meio do uso das ferramentas “Presenter” e “Quiz Chair”, permite a inserção dos mesmos vídeos e *slides* disponibilizados no Moodle, além de permitir aos alunos responderem o questionário, sendo que essas ações são gravadas em tempo real no Moodle pelo Sloodle.

O próximo passo foi a instalação do *viewer* Lumiya, para isso faz-se necessário criar uma conta no Google Play e realizar a compra do mesmo. Para a configuração do acesso ao mundo virtual, é necessário configurar o acesso ao servidor, inserindo o endereço e os dados de usuário cadastrados no mesmo. No caso do acesso ao Pixieweaver, não é necessário realizar nenhuma instalação, mas sim criar uma conta de usuário na página do desenvolvedor.

Por fim, foram realizadas algumas atividades utilizando os diferentes dispositivos móveis. Em um primeiro momento, acessou-se os ambientes (Moodle e OpenSim), com diferentes dispositivos móveis (conforme Tabela 1).

Posteriormente, foram visualizados os materiais disponibilizados e em seguida respondido um questionário com dez questões de múltipla escolha abordando o tema “Topologias de redes”. Foi verificado que para responder essas questões através do *viewer* Lumiya acessando o mundo virtual utilizando uma conexão 3G foram gastos em média 1,02 MB do pacote de dados enquanto através do *browser* Firefox acessando a versão do Moodle com o *plugin* Bootstrap (Figura 1a) foram gastos 3,31 MB. No entanto por meio do *viewer* Lumiya (Figura 1b) não foi possível responder todas as questões, mais especificamente aquelas que possuíam imagens no enunciado, isso explica, de certa forma, o menor consumo de dados utilizando essa tecnologia.

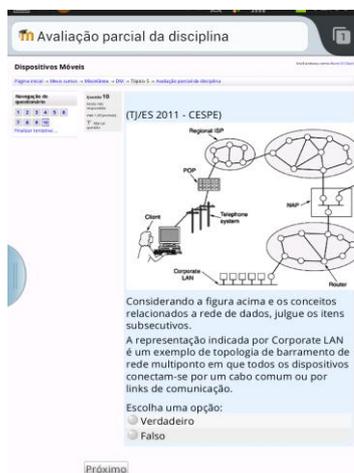


Figura 1a. Acesso via Moodle Bootstrap

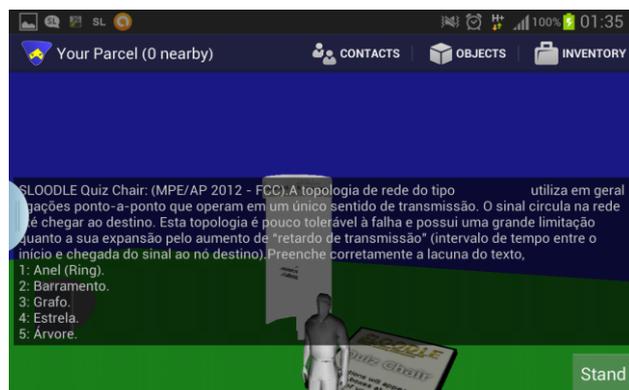


Figura 1b. Acesso via *viewer* Lumiya

Com relação aos testes do Pixieweaver, o acesso via dispositivo móvel só foi possível utilizando o tablet da Samsung (Figura 2a). Embora as especificações da página oficial da ferramenta informem que a mesma é compatível com qualquer dispositivo (i.e., *tablets*, telefones celulares), os testes práticos mostraram o contrário.

Ao utilizar o iPad, foi possível visualizar apenas uma tela preta, sem permitir a interação com o ambiente, já nos *smartphones* (Galaxy Note e S3 mini) a imagem do ambiente aparece apenas por alguns segundos (Figura 2b), e em seguida a aplicação interrompe a execução retornando à tela inicial do dispositivo.



Figura 2a. Acesso via tablet Samsung



Figura 2b. Acesso via Galaxy Note

Os testes realizados demonstraram que, apesar das tecnologias móveis permitirem a realização da maioria das atividades propostas, existe ainda algumas limitações tecnológicas que dificultam a utilização desses dispositivos no contexto educacional.

Como exemplos dessas limitações pode-se citar: a baixa oferta de *viewers* para mundos virtuais compatíveis com os equipamentos utilizados; a baixa velocidade de conexão oferecida pela operadora de telefonia móvel, que por vezes impediu o acesso tanto ao mundo virtual quanto ao Moodle utilizando a conexão 3G, mesmo na zona urbana da cidade; dificuldade de interação com o mundo virtual por meio principalmente dos smartphones, devido ao tamanho reduzido do *display*; além disso, a resolução oferecida pelo Lumiya nos dispositivos móveis é muito baixa, dificultando tanto a visualização dos objetos no ambiente quanto a movimentação do *avatar*.

Com relação ao Pixieviewer, apesar da página oficial informar a compatibilidade com a maioria dos dispositivos, a alta exigência de processamento para a renderização das imagens permitiu que o mesmo fosse acessado apenas com o *tablet* da Samsung, consequentemente o que tinha o processador mais rápido e com maior número de núcleos, além disso, essa ferramenta está em estágio recente de desenvolvimento e oferece um número muito limitado de opções de interação com o ambiente.

Por outro lado, os testes realizados com o ambiente Moodle mostraram que as adaptações oferecidas por este ambiente por meio da integração do tema Bootstrap, já atendem perfeitamente as necessidades dos usuários de dispositivos móveis. Além de oferecer uma quantidade razoável de opções de acesso, a adaptação do ambiente aos usuários se dá de forma transparente sem a necessidade de intervenção dos mesmos.

5. Considerações finais

O grande avanço na utilização de dispositivos móveis, como *tablets* e *smartphones*, tem possibilitado uma maior mobilidade dos usuários, permitindo que os mesmos realizem as mais diversas atividades (e.g., transações bancárias, leitura de *e-mails*, acesso à redes sociais, etc.). Na área educacional isso não é diferente, e essas tecnologias vêm agregar praticidade e conveniência na realização de tarefas que transcendem o contexto tradicional de sala de aula.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de verificar a viabilidade prática da utilização de ambientes virtuais de aprendizagem em conjunto com mundos virtuais para a educação por meio do uso de dispositivos móveis. Para isso, foi realizado um estudo de caso mostrando a utilização das principais ferramentas disponíveis atualmente (e.g., Moodle, OpenSim, Sloodle, entre outras), identificando alguns pontos positivos (e.g., adaptação aos dispositivos, flexibilidade de acesso, entre outros) e negativos (e.g., limitações da rede 3G, alta exigência de processamento, entre outros) das mesmas.

Foi possível concluir que, apesar da grande popularidade dos dispositivos móveis e do amplo investimento nas redes celulares, a utilização dessas tecnologias no âmbito da educação por meio dos mundos virtuais ainda tem muito a evoluir. Tanto os *softwares* que permitem a visualização desses ambientes (e.g., Lumiya, Pixieweaver, etc.) quanto os equipamentos de *hardware* (e.g., *smartphones*, *tablets*, etc.), apresentam carências que dificultam a realização de determinadas atividades. Assim, é fundamental que tanto os desenvolvedores quanto os educadores estejam cientes desses obstáculos, realizando testes e validações, para não prejudicar ou limitar os usuários na utilização dos seus sistemas.

No entanto, há de se destacar que muitos resultados positivos já foram obtidos e que o presente estudo comprova que utilizar as tecnologias dos mundos virtuais em conjunto com as tecnologias dos dispositivos móveis é uma possibilidade real. Como trabalhos futuros, pretende-se testar novas alternativas que vêm surgindo, bem como acompanhar o avanço no desenvolvimento de novas versões das tecnologias atuais. Além disso, realizar um estudo mais aprofundado, com uma variedade maior de dispositivos e sistemas operacionais, se possível com uma turma de alunos em uma situação de ensino real.

Referências

- Amaral, E., Ávila, B. G. e Tarouco, L. M. R. (2012) “Aspectos teóricos e práticos da implantação de um laboratório virtual no OpenSim”. Em: Anais do 23º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Rio de Janeiro. pp. 1-5.
- Andreas, K., Thrasyvoulos, T., Stavros, D. e Andreas, P. (2010) “Collaborative Learning in OpenSim by Utilizing Sloodle”. Em: 6th Advanced International Conference on Telecommunications (AICT). pp. 9-15.
- Bainbridge, W. S. (2010.) “Online Worlds: Convergence of the Real and the Virtual”, Springer-Verlag London Limited.
- Bartholo, V. F., Amaral, M. A. e Cagnin, M. I. (2009) “Uma Contribuição para a Adaptabilidade de Ambientes Virtuais de Aprendizagem para Dispositivos Móveis”. Revista Brasileira de Informática na Educação, Vol. 17, No. 2, pp. 36-47.
- Cybis, W., Betiol, A. H. e Faust, R. (2010) “Ergonomia e usabilidade: conhecimentos, métodos e aplicações”, Novatec Editora.
- da Silva, L. C. N., Neto, F. M. M. e Júnior, L. J. (2013) “MobiLE: A Mobile Learning Multi Agent Environment Based in Genetic Algorithm to Support Ubiquitous Learning”. Revista Brasileira de Informática na Educação, Vol. 21, No. 1, pp. 62-75.

- da Silva, T. G. (2012) “Jogos sérios em mundos virtuais: abordagem para o ensino aprendizagem de teste de software”. Dissertação de Mestrado em Computação. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).
- Katz, R. e Callorda, L. F. (2013) “Mobile Broadband at the Bottom of the Pyramid In Latin America”, Telecom Advisory Services, LLC.
- Marçal, E., Andrade, R. e Rios, R. (2005) “Aprendizagem utilizando Dispositivos Móveis com Sistemas de Realidade Virtual”. RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação, UFRGS, Vol. 3 No. 1. pp. 1-11.
- Meirelles, L. F. T., Tarouco, L. M. R. e Alves, C. V. R. (2004) “Telemática Aplicada a Aprendizagem com Mobilidade”. RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação, UFRGS, Vol. 2 No. 2. pp. 1-9.
- Nunes, C. S., Torres, M. K. L.; de Oliveira, P. C. e Nakayama, M.K. (2012) “O ambiente virtual de aprendizagem Moodle: recursos para os processos de Aprendizagem Organizacional”. Em: Anais do 23º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Rio de Janeiro. pp. 1-5.
- Nunes, F. B., Voss, G. B., Herpich, F., Mühlbeier, A. R. K., Possobom, C. C. e Medina, R. D. (2013) “Viewers para Ambientes Virtuais Imersivos: Uma Análise Comparativa Teórico-Prática”. RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação, UFRGS, Vol. 11 No. 1. pp. 1-10.
- OpenSim (2013) “What is OpenSimulator?”, http://opensimulator.org/wiki/Main_Page, jun/2013.
- OpenWonderland (2013) “About Open Wonderland”, <http://openwonderland.org/about/about-project-wonderland>, jun/2013.
- Piovesan, S. D., Amaral, E. M. H., Arenhardt, C. P. B., Possobom, C., Oliveira, T., Biazus, L. e Medina, R. D. (2011) “U-SEA: Um Ambiente de Aprendizagem Ubíquo Utilizando Cloud Computing”. Em: Anais do 22º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Aracaju. pp. 720-729.
- Pixie (2013). “Welcome to the Home of Pixiewviewer!”, <http://pixiewviewer.com>, jun/2013.
- SecondLife (2013) “What is Second Life?”, <http://secondlife.com/whatis/?lang=en-US>, jun/2013.
- Silva, M. (2005) “Internet na escola e inclusão”. Em: Almeida, M. E. B. e Moran, J. M. (Org.) “Integração das Tecnologias na Educação – Salto para o futuro”, Brasília, 2005 (MEC – Ministério da Educação), pp. 62-69.
- Sloodle (2013) “Página Oficial”, <http://www.sloodle.org/>, jun/2013.
- Teleco (2013) “3G: 3ª Geração de Celular no Brasil”, http://www.teleco.com.br/3g_brasil.asp, jul/2013.