

Utilização de NTIC's Aplicadas a Dispositivos Móveis

Juarez Bento da Silva, *Member, IEEE*, Willian Rochadel y Roderval Marcelino, *Member, IEEE*

Title - Utilization of NICTs applied to mobile devices

Abstract—The inclusion of remote experiments on mobile devices is a reality. Combining mobility and remote experimentation, it is intended to minimize the space-time barrier, providing faster access to information and so seek to encourage these students to continue their studies in careers in technology and engineering. The technologies presented in this paper has implemented its architecture from the integration of learning management system (Moodle), 3D virtual worlds (3Di-OpenSim) and remote experimentation, resources are all based on open source and open hardware provided by the Laboratory of Remote Experimentation (RExLab) Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brazil.

Index Terms – Experimentação Remota; Dispositivos móveis; ambientes virtuais 3D; Processo ensino-aprendizagem

I. INTRODUÇÃO

AS mudanças vertiginosas que ocorrem em nível global, sobretudo nas áreas das comunicações e científicas geram profundas mudanças em todas as áreas do saber afetando de maneira direta os processos educativos, particularmente o ensino nas áreas científicas e tecnológicas, as quais requerem a mediação do docente com estratégias e recursos adequados para cada disciplina. Neste contexto, as Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC) tem revolucionado todos os campos do saber, inclusive, a educação.

A cada dia nos encontramos mais imersos em uma sociedade baseada na informação e no conhecimento. Conhecimento este que se deriva da interpretação e da contextualização da informação que acessamos graças a um uso mais fácil e intensivo das NTIC. No contexto desta sociedade do conhecimento o uso educativo das NTIC está se convertendo em um suporte fundamental para a educação. Porém não se deve associar tecnologia e educação com o objetivo de gerar melhorias de caráter quantitativo, ou seja, apenas a possibilidade de envolver mais alunos no processo. A verdadeira oportunidade que oferecem as NTIC nos processos de ensino-aprendizagem está relacionada com o seu potencial para atender as necessidades individuais do aluno, através da personalização e da interatividade criando um novo ambiente de relacionamento, fomentando a aprendizagem exploratória e colaborativa e, sobretudo, oferecendo uma metodologia criativa e flexível mais próxima da diversidade e das necessidades educativas reais de cada individuo. Marc Prensky [1] publicou em 2001 o artigo intitulado “Digital natives, digital immigrants” onde introduz os conceitos de nativos digitais e de imigrantes

digitais. Para este autor, os nativos digitais são os jovens que nasceram com a tecnologia e são fluentes na linguagem digital dos computadores, dos jogos de vídeo e da Internet, ou seja, a fotografia da vida das crianças, adolescentes e jovens que chegam a nossas salas de aula que está cercada por tecnologia: câmeras digitais, telefones celulares, computadores pessoais, mil e um objetos que estão sua disposição e que lhes desperta motivação e curiosidade. Se as NTIC estão integradas naturalmente à vida de nossos alunos, por que nós quebramos este processo quando estes chegam à escola? Não seria lógico usar as possibilidades dessas tecnologias para tornar mais interessante e implementar melhorias nos processos de ensino/aprendizagem nas salas de aulas?

Assim tem lógica pensar que nesta sociedade a incorporação das NTIC constitui-se em fator importante para transformar o processo de aprendizagem destes alunos. Neste contexto os dispositivos móveis começam a ganhar espaço dentro dos ambientes de ensino-aprendizagem. Segundo Castells [2] um dos principais agentes na mudança da sociedade nos últimos anos tem sido a “explosão” das tecnologias móveis, para este autor “um elemento chave da velocidade de difusão tem sido a ampla aceitação da tecnologia entre as gerações jovens, à medida que a densidade de usuários de dispositivos móveis alcança seu ponto mais alto”. Segundo a Agência Nacional de Telecomunicações do Brasil (ANATEL) o Brasil terminou o ano de 2011 com 242,2 milhões de celulares [3], ou seja, em torno de 1,2 aparelhos por habitante levando em conta os dados do Censo 2010 publicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) que contabilizou uma população de 190.732.694 [4]. Também no mesmo censo foi possível extrair a informação que 78% da população entre 10 e 15 anos e 91% da faixa etária de 16 a 24 anos dispõe de telefones celulares ou semelhantes. Observando os números acima se pode perceber o expressivo índice de difusão dos dispositivos móveis entre a população jovem brasileira que não é diferente do resto do mundo. Pode-se tentar explicar estes índices a partir de uma combinação de fatores que iniciam pela abertura dos jovens às novas tecnologias e passam pela sua habilidade em apropriar-se delas e utilizá-las para seus próprios propósitos.

Os números apresentados indicam que a generalização do uso e a posse de tecnologias móveis por parte de nossos jovens alunos é um processo consolidado coincidindo assim com a fala de Naismith [5] que disse que “não tem sentido, que um sistema educativo com recursos limitados de tecnologias da informação e da comunicação não tente tirar o máximo de partido do que as crianças trazem para as aulas”. Segundo Sharples [6], os educadores não devem pensar nos dispositivos móveis como inimigos, mas sim devem tentar explorar o potencial das tecnologias que os jovens lhes trazem e encontrar modos de dar-lhes um bom uso em benefício da prática da aprendizagem.

J. B. da Silva, W. Rochadel, R. Marcelino are with Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, SC, CEP 88900-000, Brazil. (e-mail: juarez.silva@ieee.org, willian.rochadel@ufsc.br, roderval@yahoo.com.br). DOI (Digital Object Identifier) Pendiente

Neste documento é apresentado o ambiente virtual de ensino-aprendizagem implementado pelo Laboratório de Experimentação Remota (RExLab) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) no Brasil. Ambiente este que utiliza os recursos open source do Sistema de Gestão de Aprendizagem MOODLE e as plataformas open hardware Arduino e microservidor (desenvolvido no RExLab). O ambiente implementado também disponibiliza um ambiente virtual 3D com acesso aos experimentos reais utilizando o SLOODLE (mashup do MOODLE com Second Life) e o servidor de mundos virtuais OpenSim. Para acesso aos dispositivos móveis ainda há um complemento em forma de plugin, o MLE-Moodle.

II. EDUCAÇÃO E DISPOSITIVOS MÓVEIS

A tecnologia móvel traz consigo um grande potencial para ser usada no processo de ensino-aprendizagem. Neste contexto surge a aprendizagem móvel (m-learning), originada na convergência digital da tecnologia móvel e do e-learning, em resposta às necessidades de aprendizagem de uma sociedade cada vez mais dinâmica onde o tempo disponível para a aquisição e construção de conhecimentos necessita de constante adaptação neste ambiente que se modifica continuamente.

Em geral utiliza-se a terminologia Mobile Learning (m-learning) quando se está fazendo referência a estudos/pesquisas que relacionam mobilidade, aprendizagem e dispositivos eletrônicos móveis. A m-learning é um campo de pesquisa relativamente novo, portanto, em evolução e no qual não há unanimidade sobre efetivamente o que é [7]. Para Winters [8] a definição de m-learning é complexa, pois, varia em função de sua origem já que “cada comunidade a define com base em suas próprias experiências, usos e antecedentes”. Para este autor o conceito de m-learning deve ser observado a partir de quatro perspectivas: a tecnológica que é centrada na mobilidade do dispositivo, a que relaciona o dispositivo com a e-learning como uma extensão do mesmo, a que relaciona o ensino formal em sua característica “face to face” e finalmente a centrada no aprendiz, que se focaliza na mobilidade deste. Sharples [9] centrou seus estudos na quarta perspectiva apresentada para buscar uma visão mais aprofundada onde considera que a m-learning é uma experiência combinada sobre cinco eixos principais, que são mobilidade no espaço físico, mobilidade da tecnologia, mobilidade em um espaço conceitual a partir de um interesse pessoal que evolui, mobilidade no espaço social nas diferentes dimensões sociais nas quais nos movemos e finalmente, aprendizagem dispersa no tempo, como um processo cumulativo que recolhe uma grande variedade de experiências em contextos formais e informais.

Seguindo esta linha de raciocínio podemos dizer que é o estudante que se move com e qualquer tecnologia móvel que leve consigo, porém, deve-se considerar esta não como um fim na m-learning e sim como um meio facilitador de oportunidades de aprendizagem, especialmente quando existe movimento físico. Assim o movimento em geral muda o contexto da aprendizagem visto que o processo de ensino-aprendizagem é construído no espaço e no tempo através das interações pessoais. Ao ampliar o espaço tradicional das aulas, proporcionando a aprendizagem em qualquer momento e lugar, o uso de tecnologias podem nos acompanhar em nossa vida diária proporcionando um modelo ubíquo de aprendizagem que permite a convergência de contextos reais e virtuais que permitem a personalização

da aprendizagem conforme os perfis dos estudantes quanto o acesso a conteúdos e atividades educativas sem restrição de tempo ou lugar.

Como vimos anteriormente a m-learning permite estender a aprendizagem além das limitações físicas de uma sala de aulas tradicional. Autores como Kukulska-Hume [10] citam como vantagens que a m-learning:

- Permite a aprendizagem em qualquer momento e lugar.
- Pode melhorar a interação didática nas formas síncrona e assíncrona.
- Potencializar a aprendizagem centrada no aluno.
- Permite o enriquecimento multimídia da aprendizagem.
- Permite a personalização da aprendizagem.
- Favorece a comunicação entre os alunos e as instituições educacionais.
- Favorece a aprendizagem colaborativa.

Diante da argumentação exposta nos parágrafos anteriores é idôneo afirmar que a m-learning pode agir com um elemento integrador da realidade aproveitando as habilidades próprias dos jovens da era digital. À medida que a penetração dos Smartphones, PocketPC e o incremento da largura banda e conectividade tornam-se disponíveis, o uso de dispositivos móveis para a aprendizagem terá uma progressão natural nas atividades educativas [11], o que torna importante a pesquisa sobre seu uso e impacto nos processos de ensino-aprendizagem. Os conteúdos educacionais desenvolvidos no contexto da m-learning podem transformar-se em ferramentas de uso pessoal. Poderão facilitar ao estudante a captação da realidade de forma imediata podendo analisá-la ou compartilhá-la sem restrições de tempo ou lugar e assim reforçar sua aprendizagem. A inclusão dos dispositivos móveis nos processos de ensino-aprendizagem também contribuirá para impulsionar mudanças metodológicas visando modelos mais atraentes para os ditos “nativos digitais”, pois permitem dar continuidade ao processo educativo fazendo uso de dispositivos pequenos, que em certo grau oferecem as mesmas funcionalidades que um computador do tipo “desktop” ou “laptop”. Os dispositivos móveis combinam a mobilidade geográfica com a virtual, a qual permite a aprendizagem dentro de um contexto, no momento em que se necessita e explorando e solicitando a informação precisa que se necessita saber. A partir disso pode-se entender m-learning como uma nova forma de aprendizagem pessoal que nunca termina, um novo modelo tecnológico-pedagógico que aponta para uma nova dimensão nos processos de educação que pode atender às necessidades urgentes da aprendizagem localizadas em cenários móveis e permitir processos altamente interativos. A m-learning deve ser entendida com um componente que agrega valor no processo de ensino-aprendizagem, pois, proporciona a interconectividade, que reduz a dependência de lugar ou espaço oferecendo a liberdade de capturar pensamentos e ideias de maneira espontânea, ampliando os limites da sala de aulas, permitindo acessar os recursos disponibilizados quando e onde o usuário necessitar e facilitando a possibilidade de implementar modos inovadores de ministrar aulas e de aprendizagem.

O surgimento da tecnologia móvel trouxe atrelada a esta uma grande quantidade de serviços aos usuários de dispositivos móveis, pois, em conjunto com as redes

“wireless” este dispositivo tem a capacidade de brindar poderosas aplicações diretamente ao usuário. Sua natureza portátil os torna muito adequados para uso em movimento e se estende até as fronteiras em que a pessoa tem acesso à informação digital. A ubiquidade é a principal característica da aplicação dos dispositivos móveis ao processo de ensino-aprendizagem, ou seja, uma aprendizagem em qualquer lugar e em qualquer momento que permite ampliar o ambiente educativo além das salas de aulas.

III. LABORATÓRIO DE ACESSO REMOTO PARA O ENSINO

Um dos aspectos fundamentais no ensino dentro das áreas tecnologias e das ciências naturais é a realização de trabalhos experimentais em laboratórios devidamente equipados, porém nem todos os alunos têm acesso a estes equipamentos. Nos diversos níveis do ensino existem atividades experimentais inseridas no período letivo das aulas onde os alunos devem “verificar teorias” a fim de possibilitar desta forma a convergência entre teoria e prática.

A baixa de disponibilidade de laboratórios e recursos para atividades experimentais nas áreas das ciências tem motivado a substituição destas por demonstrações realizadas pelo professor para toda a turma. Até alguns anos as práticas estavam limitadas a laboratórios clássicos, onde os custos de manutenção e aquisição de novos instrumentos podiam chegar a ser tão elevados tornando-se proibitivos para muitas instituições. Além disso, ao utilizar um laboratório presencial o número de alunos que podem acessar a este laboratório e os horários de práticas ficam bastante restritos.

Na literatura encontramos três diferentes tipos de laboratórios comumente utilizados no ensino das áreas científico e tecnológico: o laboratório presencial (hands-on), o laboratório de experimentação remota e o laboratório virtual. O laboratório presencial é aquele convencionalmente utilizado em cursos presenciais, no qual o aluno manipula diretamente os materiais dos experimentos no mesmo espaço e tempo que seus colegas e na presença do professor. O laboratório de experimentação remota é aquele que se encontra distante do aluno quando de sua utilização, porém, mesmo a distância permite que o aluno controle à distância os instrumentos e dispositivos que se encontram em lugar distinto daquele ocupado pelo por ele através de alguma interface que realiza a mediação entre o aluno e os dispositivos e equipamentos.

Por último, o laboratório virtual é aquele baseado em simulações no qual o aluno não interage com instrumentos e dispositivos, mas com representações computacionais da realidade. Para Corter [12] os laboratórios de experimentação remota e os simulados podem ser pelo

menos, tão eficientes quanto os tradicionais (presenciais) no ensino de conceitos específicos.

A utilização dos laboratórios de experimentação remota iniciou-se nas áreas de engenharia, com laboratórios para controle e automação de experiências recebeu um forte impulso a partir dos anos noventa e atualmente são encontrados em centros como o MIT nos U.S.A. a Universidade de Siena na Itália, entre outros. Devido à necessidade de acesso aos equipamentos de forma remota, as experiências começaram a ser adaptadas para acesso virtual, inclusive com a utilização de robôs na manipulação de aparelhos, posteriormente seu uso foi ampliado para implementação de novos recursos destinados a colaborar de forma efetiva na resolução dos problemas de acesso aos laboratórios clássicos, com o objetivo de:

- Incrementar as atividades práticas em um curso (Os alunos podem acessar os experimentos em qualquer dia e horário),
- Reduzir os custos de gestão e manutenção dos laboratórios (Mais pessoas utilizam o laboratório e menos pessoas fazem a manutenção),
- Permitir o uso dos mesmos de qualquer ponto geográfico de forma que se reduzam ou minimizem os custos de deslocamento, assim como a qualquer hora, permitindo desta forma resolver o problema dos fusos horários com outras zonas geográficas, e,
- Integrar em um mesmo ambiente práticas docentes, simulações e acesso a equipamentos e dispositivos.

Atualmente em muitas Instituições de Ensino Superior (IES) as aulas expositivas nas áreas das ciências, tecnologia e engenharias são frequentemente complementadas por laboratórios de experimentação remota onde os estudantes podem observar fenômenos dinâmicos que são muitas vezes difíceis de explicar através de material escrito. Além disso, no mundo real interativo as plantas de experimentação aumentam a motivação dos alunos e também desenvolvem uma abordagem realista para resolver problemas. Diferentemente dos laboratórios virtuais, onde todos os processos são simulados, o laboratório de experimentação remota possibilita a interação com processos reais permitindo ao utilizador uma análise dos problemas práticos do mundo real. Isto faz com que estes laboratórios levem certa vantagem em relação aos laboratórios virtuais, pois segundo Casini [13] os “laboratórios remotos permitem ao estudante interagir com processos reais”. Em relação aos laboratórios remotos, conclui-se que são aqueles em que os elementos são reais, seu acesso é virtual e as suas experiências reais. Segundo Nedic [14], encontramos as seguintes vantagens nos laboratórios remotos:

- Há interação direta com equipamentos reais;
- As informações são reais;
- Não há restrições nem de tempo e nem de espaço;
- Possui um custo médio de montagem, utilização e manutenção;
- Há feedback do resultado das experiências on-line.

IV. ARQUITETURA IMPLEMENTADA NO REXLAB

O ambiente virtual de aprendizagem implementado incorpora recursos tecnológicos como o MOODLE¹, Open Simulator e experimentação remota, todos para uso

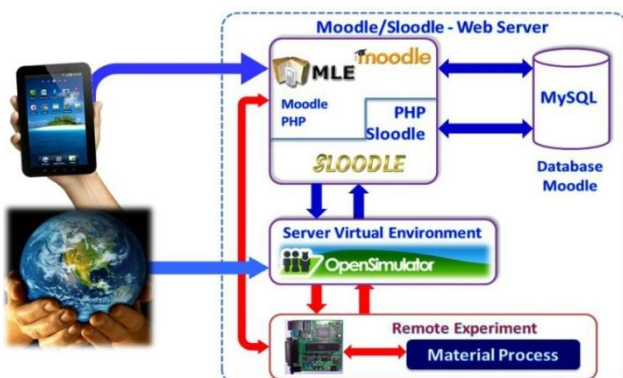


Figura 1. Arquitetura implementada pelo REXLab.

¹ Disponível em: <http://moodle.org/>

educacional nas áreas científico-tecnológicas. A figura 1 apresenta a arquitetura do ambiente virtual de aprendizagem proposto e implantado pelo RExLab.

O OpenSimulator [15] é um servidor de “mundos virtuais” derivado do chamado VirtualWords Server com Licença BSD que pode ser utilizado para criar e desenvolver Ambientes Virtuais em 3D. O OpenSimulator pode ser utilizado para criar um ambiente semelhante ao Second Life(tm) capaz de rodar em modo *standalone* ou conectado à outras instâncias do OpenSimulator através da tecnologia de “grid” embutida. Um ambiente virtual tipo o Open Simulator pode prover estrutura para o fortalecimento de práticas educativas e de processos comunicacionais que solidifiquem o diálogo e a cooperação em grupo para uso pedagógico além de contribuir para o aprendizado em grupo e para o processo de colaboração intelectual. Segundo Senge [16], o aprendizado em grupo tem como objetivo principal estimular a capacidade para o diálogo: “para os gregos dialogo denotava o livre fluxo de significado em grupo, permitindo novas ideias e percepções que os indivíduos não conseguiriam ter sozinhos”.

O nome Moodle é um acrônimo do termo Modular Object Oriented Developmental Learning Environment e é um sistema de gestão de cursos (Course Management System – CMS) através da Internet. Uma das suas principais vantagens é ser open source, ou seja, possui código aberto, permitindo que qualquer utilizador com conhecimentos de programação modifique e adapte o ambiente de acordo com as suas próprias necessidades.

Este ambiente de aprendizagem é composto de diversas ferramentas para adicionar conteúdos e atividades que permitem a interatividade e interação entre os participantes de um curso virtual, pois possui algumas características que o destacam em relação a alternativas. Uma delas é que foi fundamentado em filosofias docentes e que não foi concebido a partir do ponto de vista tecnológico e sim a partir de consulta à Comunidade Educativa. Desde o início de seu desenvolvimento se baseia no paradigma de aprendizagem construtivista social, isto é, no que a base da aprendizagem é a construção do conhecimento para os demais de forma colaborativa, onde todos os membros de uma comunidade se beneficiam, ao serem criadores e, por sua vez, receptores do conhecimento, aumentando significativamente os benefícios de um enfoque construtivista puro.

Estas possibilidades disponibilizadas pelo Moodle facilitam a produção e distribuição dos materiais de ensino, os recursos integrados a um banco de dados MySQL ainda permite a gestão de aprendizagem, avaliação dos alunos, controle de acesso e suporte pedagógico.

O plugin Mobile Learning Engine do Moodle (MLE-Moodle²) é um módulo também open source, gratuito e customizável que possibilita acesso aos recursos do Moodle, sendo instalado no mesmo servidor e sem a necessidade de instalar nenhum recurso adicional no dispositivo móvel. [17]

Este plugin provê a camada de adaptação que interage com a proposta de [18] nas situações:

- Documentação e Informação: download e upload de arquivos, oferecendo suporte no uso do AVA e apresentação adaptada do material didático, do conteúdo e das informações institucionais.
- Comunicação: adaptação das informações de forma



Figura 2. Experimento Remoto em um Apple iPhone 3G

síncrona e assíncrona em relação à necessidade do dispositivo.

- Gerenciamento pedagógico e administrativo: perfis diferentes para acesso e visualização do desempenho, das avaliações ou consultas, dependendo do tipo do usuário.
- Produção: desenvolvimento e resolução das atividades ou problemas dentro do ambiente.

O material didático que pode ser baixado do RExLab em dispositivos móveis são em *Portable Document Format* (.pdf) e as apresentações em formato *PowerPoint* (.ppt), formatos que a maioria dos dispositivos móveis pode visualizar e se adequam aos diferentes formatos de tela. Estes conteúdos são simples para não tornar a leitura cansativa, com diversos exemplos e destaque para os pontos mais importantes.

Outro interessante recurso que pode facilitar o compartilhamento e o acesso a estes conteúdos online é o QR-code, um código de barras em 2D que, quando escaneado, é convertido para um link.

Apontando a câmera do aparelho para uma figura com o código, o usuário tem acesso ao portal RExLab adaptado para dispositivos móveis, a partir deste, com um login e senha, é acessado o MLE-Moodle, tendo as funcionalidade principais do AVA, material de ensino, atividades sincronizadas com o banco de dados e acesso aos experimentos remotos, que serão abordados no tópico à seguir.

Esta arquitetura implementada pelo RExLab proporciona uma poderosa ferramenta de ensino, facilitando o acesso a importantes laboratórios que dificilmente poderiam fazer parte da realidade das escolas públicas e que, desta forma, podem ser compartilhados entre estudantes e professores, aproximando-os da visualização dos efeitos práticos contextualizando o ensino.

V. EXPERIMENTOS REMOTOS INTERATIVOS

Os experimentos remotos são experiências reais, com elementos físicos que interagem por comandos virtuais, sendo assim, não há restrições nem de tempo e nem de espaço, as interações são diretas com equipamentos reais, tem-se o feedback em tempo real dos resultados das experiências online e, um ponto fundamental, o baixo custo de montagem, utilização e manutenção [19].

Assim, o usuário pode ativar as experiências disponibilizadas remotamente através do browser do próprio aparelho e com uma conexão wireless com acesso à internet. O site é desenvolvido em PHP e utiliza o JavaScript para a

² Disponível em: mle.sourceforge.net/



Figura 3. Interface do MLE acessando o Moodle do RExLab.

interface, possibilitando a interação com os experimentos que estão ligados à microsistemas WEB ou placas Arduino com porta ethernet.

Ao interagir com o experimento pela internet, são encaminhados dados para estes dispositivos que acionam relés, estes por sua vez, controlam atuadores e fazem o experimento funcionar fisicamente.

O usuário pode observar em tempo real os efeitos através do streaming de vídeo de uma câmera IP direcionada.

Assim, o ambiente remoto possibilita controlar diferentes dispositivos como motores, circuitos, sensores e sistemas de segurança, enquanto observam-se os efeitos dinâmicos muitas vezes complexos de serem explicados, mas compreensíveis em abordagens realistas para resolver problemas.

Como importante atrativo tecnológico ainda, a interface adaptada ao touchscreen proporciona um melhor controle e maior realidade, mesmo mediada à distância. Os mais simples dispositivos já contam com este recurso, sendo facilmente adaptados às interfaces que utilizam o mouse para interagir.

A Fig. 3 mostra a visualização em um Apple iPhone 3G iOS 4.2 da interface do MLE-Moodle (Mobile Learning Engine Moodle).

A facilidade de reprodução proporciona ainda a ampliação da utilização dos equipamentos e demonstração exibindo as conquistas do grupo de pesquisadores destes laboratórios. Desta forma, há uma diversificação e prolongamento dos proveitos das experiências, integrando experimentos que permitam a demonstração de mais conceitos estudados nas aulas de ciência em sala e as vantagens práticas de entendê-los, então beneficiando a aprendizagem dos alunos.

VI. CONCLUSÃO

As NTICs desempenham um papel fundamental no processo global de mudança experimentado pela sociedade. Diante disso, é necessário considerar as opções tecnológicas a serem aplicadas pelo professor no processo de ensino, especificamente para as áreas das ciências e tecnologia.

O uso de dispositivos móveis está em rápido crescimento e seu uso na educação é um fato que tem implicações importantes no processo de ensino-aprendizagem. Uma delas é a aprendizagem móvel que se caracteriza por sua capacidade de entregar conteúdos de aprendizagem sem fronteiras de tempo nem espaço através de dispositivos móveis, tais como telefones celulares, agendas eletrônicas,

pequenos computadores e/ou todos os dispositivos de mão que tenha alguma forma de conectividade wireless com a finalidade de maximizar os tempos disponíveis para a aprendizagem. Assim a aprendizagem móvel representa uma nova possibilidade para acessar a diversos recursos de aprendizagem de qualquer lugar a qualquer momento, dando oportunidades aos estudantes de aprender no instante, cenário e contexto mais adequado em relação ao seu objetivo e estilo de aprendizagem.

Os estudantes podem aproveitar as possibilidades que os dispositivos móveis permitem proporcionar dentro da educação, pois, a presença destes recursos é uma realidade cotidiana e uma constante para os estudantes que crescem rodeados pelas NTICs. Estes recursos ampliam de modo significativo os contextos de aprendizagem para uma total ubiquidade espacial e temporal. Qualquer cenário, real ou virtual, graças às NTICs e especialmente aos dispositivos móveis representa um espaço potencial para a aprendizagem.

Ao possibilitar o acesso aos experimentos remotamente o laboratório de experimentação remota proporciona interatividade com um ambiente tecnológico e científico para os usuários. Ambiente este caracterizado pela realidade, com necessidades de espaço e dispositivos, similar aos laboratórios "hands-on", porém, diferenciado pela separação geográfica.

A interação do aluno com os experimentos reais diferencia a experimentação remota das simulações virtuais, pois nestes os resultados são programados e não refletem perfeitamente os efeitos físicos reais. Interagindo e visualizando o resultado prático dos experimentos um RExLab possibilita ao aluno desenvolver melhor os conceitos e a acessibilidade destes recursos depende apenas de dispositivos conectados com a Internet. A usabilidade dos laboratórios informatizados e dispositivos móveis tende a proporcionar um recurso extra no enriquecimento do ensino-aprendizagem, com baixo custo para um maior grupo de usuários, representado uma maneira de compartilhamento de recursos.

Uma aplicação prática e interativa, com layout adequado atrai a atenção para o estudo e, neste caso, interagindo com experimentos reais, tende a aumentar o interesse por toda a tecnologia envolvida, o controle destes fenômenos vistos até então apenas na teoria.

REFERÊNCIAS

- [1] M. Prensky. (2001, Oct.). "Digital Natives, Digital Immigrants". *On the Horizon*, Vol 9, No 5. [Online] Available: <http://www.marcprensky.com/writing/prensky%20-%20digital%20natives,%20digital%20immigrants%20-%20part1.pdf>
- [2] M. Castells, M. Fernández-Ardèvol, J.L. Qiu, A. Sey, R. Cheta. "Mobile Communication and Society: A Global Perspective", 1th, Ed. Calouste Gulbenkian, Coimbra, Portugal, 2009.
- [3] A.P. Ribeiro. (2012, Jan.). Mobile: Number of new lines in 2011 is the highest in the last 12 years. Info Money [Online]. Available: <http://www.infomoney.com.br/comprar-um-celular/noticia/2314932-celulares+numero+novas+linhas+2011+maior+dos+ultimos+anos>
- [4] Social Communication. (2010, Nov.). Results of the Census 2010. IBGE [Online]. Available: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1766
- [5] L. Naismith, P. Lonsdale, G.N. Vavoula, M. Sharples (2004, ?.). Literature Review in Mobile Technologies and Learning, Futurelab Series, Report 11. [Online]. Available: www.futurelab.org.uk/research/lit_reviews.htm
- [6] M. Sharples. Disruptive Devices: Mobile Technology for Conversational Learning. *International Journal of Continuing*

- Engineering Education and Lifelong Learning*, 12, 5/6, pp. 504-520, 2003.
- [7] J.G. Caudill. The growth of m-learning and the growth of mobile computing: Parallel developments. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 8(2), 1–13, 2007.
- [8] N. Winters. What is mobile learning?, en Sharples (Ed.) Big Issues in Mobile learning. *Report of the workshop by the kaleidoscope network of excellence mobile learning initiative*, 2007.
- [9] M. Sharples. Big Issues in Mobile learning. *Report of the workshop by the kaleidoscope network of excellence mobile learning initiative*, 2007.
- [10] A. Kukulska-Hulme. (2007, Aug.). Current Uses of Wireless and Mobile Learning, Landscape Study in Wireless and Mobile Learning in the post-16 sector. [Online]. Available: http://www.jisc.ac.uk/uploaded_documents/Current%20Uses%20FIN AL%202005.doc
- [11] W. Richardson, (2009). Blogs, wikis, podcast, and other powerful tools for classrooms. 2nd Edition. Ed. Corwin Press. CA. USA.
- [12] J. E. et al. Constructing reality: a study of remote, hands-on, and simulated laboratories. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*. Vol 14, No 2, agosto 2007.
- [13] M. Cassini, D. Prattichizo. “E-Learning by Remote Laboratories: a new tool for controle education .” *The 6th IFAC Conference on Advances in Control Education*, Finland, 2003.
- [14] Z. Nedic, J. Machota, A. Nafalski. “Remote laboratories versus virtual and real laboratories”. *Presented at 33rd annual frontiers in education conference*. Boulder, CO, 2003.
- [15] Opensim “The Open Simulator Project”, <http://opensimulator.org>. Acessado em 20/06/2011.
- [16] P.M. A quinta disciplina. 7.ed. São Paulo: Best Seller, 2000.
- [17] R. S. Patric, M. D. Roseclea. (2009, Dec.). “Mobile Learning Engine Moodle (MLE - Moodle): das funcionalidades a validação em curso a distância utilizando dispositivos móveis”. *Renote* [Online]. Available: <http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/14026>
- [18] A. C. Pereira, “Virtual learning environments” in *Virtual learning environments in different contexts*, 1th, Ed. Ciência Moderna, Rio de Janeiro, RJ, 2007, pp. 5.
- [19] Z. Nedic, J. Machota, A. Nafalski. “Remote laboratories versus virtual and real laboratories”. *Presented at 33rd annual frontiers in education conference*. Boulder, CO, 2003.



Juarez Bento da Silva (IEEE Member nº 91214064) é Professor da Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente é responsável pelo Remote Experimentation Lab – RexLab da UFSC. (Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1594563006260546>)



Willian Rochadel é estudante de Tecnologias da Informação e Comunicação na Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente é pesquisador no Remote Experimentation Lab – RexLab da UFSC. (Lattes <http://lattes.cnpq.br/4089874234122761>)



Roderval Marcelino (IEEE Member nº 92317751) é Professor da Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente é pesquisador pelo Remote Experimentation Lab – RexLab da UFSC. (Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0122916218414168>)