
A Utilização de Dispositivos Móveis com Ambientes Tridimensionais como Ferramenta para Favorecer o Ensino de Hardware

Edgar Marçal¹, Luciana de Lima¹, Melo Júnior¹, Windson Viana², Rossana Andrade³, Júlio Wilson Ribeiro³

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

² Laboratoire d'Informatique de Grenoble - Université Joseph Fourier Grenoble I 621
Avenue Centrale - Domaine Universitaire, Grenoble – France

³ MDCC - Universidade Federal do Ceará
Campus do PICI, Bl. 910, Fortaleza, Ce, Brasil, CEP 60.455-760

{edgarmarcal, Luciana, melojr}@virtual.ufc.br, carvalho@imag.fr,
rossana@ufc.br, juliow@uol.com.br

Abstract. *Nowadays, in computer science universities, the learning of hardware lectures presents some difficulties, mainly, due to both the high costs for building hardware labs and the student's lack of motivation, since they are more interested on lectures related with software design. In this paper, we present an alternative in order to bypass these inconveniences by combining three-dimensional environments and m-learning methods. We aim with this approach at providing students with 3D tutorials, which can run in mobile devices, as a way for increasing the cognitive development of hardware learning. In order to demonstrate the viability of our proposition, a prototype is also presented. It simulates a printer by using a three-dimensional model that can be visualized and controlled in a mobile phone.*

Resumo. *Nos cursos da área de computação, o ensino de hardware encontra, hoje, certo número de dificuldades, principalmente, ligadas aos altos custos para a montagem de laboratórios e devido à falta de motivação dos alunos que apresentam maior interesse nas disciplinas ligadas a software. Nesse artigo, apresenta-se uma alternativa para contornar esses inconvenientes através da utilização de ambientes tridimensionais combinados com técnicas provenientes do paradigma m-learning. O objetivo é desenvolver e aplicar tutoriais 3D, executáveis em dispositivos móveis, de forma a favorecer o ensino e a aprendizagem de hardware. A fim de demonstrar a viabilidade da proposição, foi criado um protótipo que simula uma impressora através de um modelo tridimensional que pode ser visualizado e manipulado em telefones celulares.*

Palavras-chave: *Mobile Learning, Ensino de Hardware, Ambientes Tridimensionais.*

1. Introdução

Aumentar o interesse do aluno de graduação em cursos na área de computação para aprendizagem de hardware constitui uma tarefa desafiadora. Em geral, a maioria desses cursos se caracteriza por uma forte ênfase de formação em conteúdos de software, relegando o ensino de hardware para as graduações em engenharia ou cursos técnicos. Entretanto, a capacitação em hardware é um objeto de crescente demanda por parte do mercado de trabalho, principalmente devido à expansão da área de eletrônica embutida.

Outra dificuldade no ensino de hardware advém da indisponibilidade em alguns cursos dos equipamentos físicos necessários à aprendizagem. Em outros casos, o custo do hardware simplesmente inviabiliza o aprendizado prático, por exemplo, no estudo de alguns tipos de equipamentos de redes. Esse último problema se torna mais evidente quando o uso individualizado do hardware se faz obrigatório. Outro problema no ensino de hardware, já apontado por Martins *et al.* (2001), é a falta de motivação dos alunos para o estudo da teoria de hardware e a não aplicação dos conhecimentos adquiridos em atividades práticas realísticas.

Uma forma de motivar o aluno é a utilização de novas tecnologias e mídias. Dentre elas, se destaca o *mobile learning (m-learning)*, técnica que emprega dispositivos móveis (telefones celulares, *smartphones*, *palmtops* etc) no processo de aprendizagem. A ubiquidade e a redução dos custos destes equipamentos, sua integração com tecnologias de comunicação sem fio e o crescente aumento das suas capacidades de memória e processamento tornaram os dispositivos móveis plataformas ideais para o desenvolvimento de aplicações que ofereçam conteúdo a toda hora e em todo lugar [Viana *et al.* 2008].

Assim, a ubiquidade da informação beneficia diretamente o processo de aprendizagem. Tarouco *et al.* (2004) afirmam que o *m-learning* pode ser utilizado como uma estratégia para a educação continuada de adultos, através de sistemas de aprendizagem capazes de montar conteúdos sob demanda, para prover aos estudantes situações de aprendizagem e apoio adequados às suas necessidades.

Além do *m-learning*, atualmente os ambientes em três dimensões (3D), onde o aluno pode ver e manipular objetos como no mundo real, constituem interessantes ferramentas de apoio ao processo educacional, à disposição dos educadores e alunos. Ao incorporar os recursos dos ambientes 3D às aplicações de *m-learning*, é possível demonstrar didaticamente o funcionamento de equipamentos físicos, através de simulações, seja no laboratório de uma instituição de ensino onde se encontra o estudante ou mesmo em sua própria residência. Com isso, o estudante pode instalar, por exemplo, em seu telefone celular, tutoriais (conteúdo com explicação passo a passo sobre a realização de determinada tarefa) sobre o funcionamento de componentes físicos de uma placa mãe ou de um microprocessador.

Focando em tal contexto, o presente artigo apresenta uma abordagem direcionada ao desenvolvimento de software para uso em dispositivos móveis e uma proposta de aplicação em sala de aula que visem favorecer o ensino e o desenvolvimento cognitivo da aprendizagem de hardware, utilizando-se ambientes tridimensionais.

Mais especificamente, o presente trabalho propõe o desenvolvimento de softwares tutoriais para o ensino de conteúdos de hardware e a aplicação destes em sala

de aula, possibilitando a transformação dos dispositivos móveis em ferramentas pedagógicas de apoio à aprendizagem, seja no ambiente escolar, residencial ou em qualquer outro local julgado necessário.

Um importante aspecto também considerado neste trabalho é o favorecimento do processo cognitivo de construção de conhecimentos embasado na teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel e uso de mapas conceituais, associados ao uso pedagógico de software educativo (Ribeiro *et al.* 2008), o que permite ao aluno realizar interações com o ambiente virtual promovendo um ciclo de ação, reflexão e depuração.

Assim, na seção 2 deste trabalho, são apresentadas utilizações pedagógicas dos dispositivos móveis e dos ambientes 3D. A seção seguinte caracteriza a proposta metodológica do desenvolvimento da pesquisa. A seção 4 apresenta os resultados parciais do material desenvolvido. Por último, são apresentadas as considerações finais e algumas perspectivas para futuros trabalhos.

2. Referencial Teórico

O paradigma *m-learning* surgiu da possibilidade de se utilizar a disponibilidade de dispositivos móveis e para suprir algumas das necessidades específicas de educação e treinamento (Nyiri 2002).

O instituto de pesquisa SRI (*Stanford Research Institute*) realizou um trabalho sobre a utilização de dispositivos móveis nas escolas (Crawford *et al.* 2002). Foram pesquisadas mais de 100 instituições de ensino nos Estados Unidos, durante os anos de 2000 a 2002. Tal estudo concluiu que os dispositivos móveis podem oferecer benefícios únicos aos alunos, e os professores participantes demonstraram uma grande aceitação da computação móvel em sala de aula, conforme descrito a seguir nos indicadores que demonstram essa aceitação:

- 89% dos professores disseram haver descoberto nos dispositivos móveis eficientes ferramentas de ensino;
- 93% dos professores acreditam que os dispositivos móveis podem ter um impacto positivo na aprendizagem dos alunos;
- 90% dos professores pretendem continuar a utilizar os dispositivos móveis em suas aulas;
- 75% dos professores que permitiram aos alunos levar os dispositivos móveis para casa, constataram um aumento na conclusão dos trabalhos de casa;
- Entre os alunos, 66% acharam confortável o uso do dispositivo móvel.

Quase a totalidade dos professores afirmou que a utilização de softwares educativos apropriados e acessórios foi de fundamental importância na aprendizagem, ao complementar os recursos básicos dos dispositivos móveis. Por exemplo, alunos podem utilizar sondas acopladas a um PDA (*Personal Digital Assistant*) para medir e registrar a qualidade da água dos rios de uma determinada região. Em geral, a maioria dos professores afirmou que a introdução da computação móvel na sala de aula aumentou a motivação para aprender, a colaboração e a comunicação entre os estudantes.

Já Lehner *et al.* (2002) citam que, em particular, dispositivos de comunicação sem fio oferecem uma extensão natural da educação a distância via computadores, pois contribuem para a facilidade de acesso ao aprendizado auxiliando, por exemplo, na obtenção de conteúdo específico para um determinado assunto, sem hora e local pré-estabelecidos.

Já por outro lado, a Realidade Virtual é uma técnica de interface homem-computador que busca simular, de maneira realista, uma realidade alternativa para o usuário, através do uso de ambientes 3D, podendo ser aplicada a diversos fins. É importante ressaltar que aplicações na educação têm ganhado destaque especial, seja a partir do emprego de complexos sistemas colaborativos imersivos de visualização científica [Kyoung *et al.* 2000] ou mesmo através de modelos simplificados para o ensino de engenharia [Manseur 2005].

Como um ambiente de apoio à aprendizagem, os sistemas de realidade virtual disponibilizam aos educadores, a oportunidade de possibilitar aos alunos o aprendizado por experimentação. Nestes sistemas, o aluno poderá movimentar-se, ouvir, ver e manipular objetos como se estivesse no mundo real, favorecendo assim o processo cognitivo de construção de novos conhecimentos.

Em síntese, a realidade virtual, quando aplicada a ferramentas educacionais, permite a manipulação de modelos tridimensionais com maior grau de realismo, de acordo com o poder computacional disponível. Estes modelos podem ser interativos e dotados de comportamentos pré-determinados. Desta forma, é possível simular elementos do mundo real com melhor nível de controle e a um baixo custo relativo.

3. Proposta para o Ensino de Hardware

Segundo Marçal *et al.* (2005), a utilização de ambientes tridimensionais nas aplicações de *m-learning* pode propiciar um incremento na aprendizagem ao fornecer os seguintes benefícios:

- possibilitar a demonstração do funcionamento de equipamentos, através de simulações, para auxiliar na resolução de problemas técnicos no momento do atendimento, funcionando como um manual tridimensional portátil;
- melhorar a compreensão sobre determinado objeto ou experimento, através de uma maior aproximação e de uma visualização sob diferentes ângulos;
- permitir a simulação e a análise de experiências recém vivenciadas, seja na própria sala de aula, no laboratório ou em passeios educativos;
- apoiar e motivar o aprendizado em excursões, fornecendo cenários virtuais semelhantes aos reais, acrescidos de informações complementares.

Diante disso, este trabalho propõe uma abordagem de desenvolvimento na qual os softwares contenham características específicas, expressas a seguir:

- **utilização de recursos multimídia.** Além da utilização de ambientes 3D, a abordagem proposta também prevê a utilização de imagens, vídeos, textos e sons para a apresentação do conteúdo que está sendo estudado. O aluno pode, por exemplo, possuir em seu celular um tutorial que demonstre o funcionamento de um robô utilizando textos, imagens e vídeos para apresentação do conteúdo

teórico e um ambiente tridimensional para que o usuário simule o comportamento deste robô.

- **independência da localização para utilização.** Aproveitando-se do paradigma “anytime/anywhere” (uso a qualquer hora e em qualquer lugar) proporcionado pela computação móvel [Perry *et al.* 2001], as aplicações desenvolvidas possibilitam que a aprendizagem ocorra em diferentes lugares, como, por exemplo, a sala de aula, a casa do aluno ou uma biblioteca.

- **múltiplas formas de instalação.** A aprendizagem pode ocorrer em locais variados, sendo somente necessário instalar aplicações específicas. Estas devem poder ser instaladas segundo formas diversas e que levem em consideração a localização do aluno. Por exemplo, se o aluno estiver distante do local onde a aplicação está armazenada, a instalação pode ser realizada via internet. Caso contrário, o estudante poderá instalar a aplicação em seu dispositivo móvel utilizando uma tecnologia sem fio, como *Bluetooth* ou *Wi-Fi*, ou mesmo fazendo uso de um cabo de dados.

A Tabela 1 apresenta um resumo das características estabelecidas para os softwares desenvolvidos de acordo com a abordagem proposta.

Tabela 1. Resumo das características dos softwares segundo a abordagem proposta

Recursos	Utilização	Instalação
Ambientes 3D Vídeos Imagens Textos Sons Interação	Laboratórios de Hardware Salas de Aula Casa “Anytime/Anywhere”	À distância via Internet Local via Cabo, <i>Bluetooth</i> ou <i>Wi-Fi</i>

A abordagem proposta neste trabalho prevê que, após a construção dos aplicativos, esses sejam aplicados e que, posteriormente, seja feita uma avaliação dos ganhos obtidos com o emprego dos dispositivos móveis no ensino de conteúdos de hardware. Assim, a metodologia de execução da abordagem pode ser dividida em três fases: Fase 1- Construção; Fase 2- Aplicação e Fase 3- Avaliação.

Na Fase 1 são desenvolvidas as aplicações tutoriais para auxiliar na compreensão e simulação virtual do manuseio do hardware estudado. Esta fase consiste na implementação das soluções que vão rodar nos dispositivos móveis, envolvendo as etapas comuns de desenvolvimento de software, desde o levantamento de requisitos até a implantação e o possível treinamento do usuário.

Na Fase 2, as aplicações tutoriais são aplicadas no contexto educacional em cursos de nível médio e superior com caráter técnico e tecnológico. Primeiramente os professores de disciplinas específicas são contatados e recebem uma formação básica sobre o uso de dispositivos móveis no ensino com foco no tutorial desenvolvido. Em seguida, sessões didáticas são planejadas juntamente com os professores, considerando-se o perfil das turmas, necessidades específicas e objetivos a serem avaliados. A aplicação dos tutoriais desenvolvidos junto a alunos e professores em sala de aula considera este planejamento previamente estabelecido.

Esta fase contempla elementos de pesquisa experimental. A coleta de dados se realiza em duas turmas de alunos diferentes. Em uma delas o conteúdo abordado pelo professor considera o tutorial desenvolvido e inserido nos dispositivos móveis. Na outra, o conteúdo abordado é o mesmo, porém, não há a utilização do recurso tecnológico. A primeira turma é considerada de aplicação e a segunda, de controle. São utilizados como instrumentos de coleta de dados: observação das sessões didáticas, registros escritos ou digitais das atividades desenvolvidas pelos alunos e entrevista semi-estruturada com os participantes da pesquisa (alunos e professores).

Na Fase 3, a análise dos resultados acontece primeiramente separando-se os dados coletados em cada turma por meio de triangulação metodológica dos instrumentos utilizados. A comparação dos resultados obtidos nas turmas de aplicação e de controle caracteriza esta fase.

Já de um modo geral, em relação às questões de cunho funcional e tecnológico, pretende-se avaliar parâmetros como velocidade de processamento gráfico e execução geral, além da produtividade nos processos de desenvolvimento das aplicações.

Em relação aos aspectos pedagógicos, pretende-se observar como os alunos utilizam os dispositivos móveis para aprender conteúdos técnicos, as dificuldades enfrentadas pelos alunos tanto na utilização do tutorial quanto em sua compreensão e o ganho de aprendizagem proporcionado pela introdução dos dispositivos móveis.

A Figura 1 ilustra, por meio de um mapa conceitual, a organização da abordagem proposta. A proposta foi hierarquicamente estruturada segundo caixas de conceitos e frases de ligação. Isto permite interagir gradativamente com a informação, segundo organizadores prévios, que facilitam os mecanismos de análise, compreensão e síntese.

É importante ressaltar que se pretende orientar o desenvolvimento de softwares educacionais de cunho complementar ao modelo de ensino de hardware presencial ou a distância. As aplicações desenvolvidas consistem em recursos de apoio pedagógico para incrementar e motivar o aprendizado dos alunos.

4. Resultados parciais

Com relação ao exercício prático da abordagem proposta neste trabalho, até o presente momento já foi desenvolvida uma aplicação tutorial para auxiliar na compreensão e simulação virtual do manuseio de uma impressora. Optou-se por esse equipamento pelo mesmo se tratar de um hardware muito utilizado, cujo funcionamento deve ser amplamente conhecido pelos alunos dos cursos de computação, tornando-se simples a construção e posterior avaliação da aplicação. Apesar da simplificação, a abordagem pode ser utilizada como base para o desenvolvimento de aplicações com maior grau de complexidade e de acordo com as necessidades individuais de cada curso.

O protótipo desenvolvido utiliza um ambiente tridimensional para simular uma impressora e seu funcionamento. De uma forma geral, o tutorial mostra um passo a passo para a troca de cartuchos, além de permitir a visualização da descrição dos componentes da impressora. O aplicativo desenvolvido se caracteriza como uma ferramenta móvel de apoio à aprendizagem técnica, com recursos diferenciados, merecendo destaque a utilização do ambiente tridimensional para simulação de uma impressora real. Através da representação virtual, o aluno tem acesso a uma aplicação educacional interativa, podendo visualizar a impressora de diferentes ângulos, simular

os passos para a troca de cartuchos e obter detalhes das peças. Toda a interação do software é feita utilizando o teclado do telefone celular, sendo possível manipular a posição da câmera que visualiza o modelo 3D ou o próprio modelo.

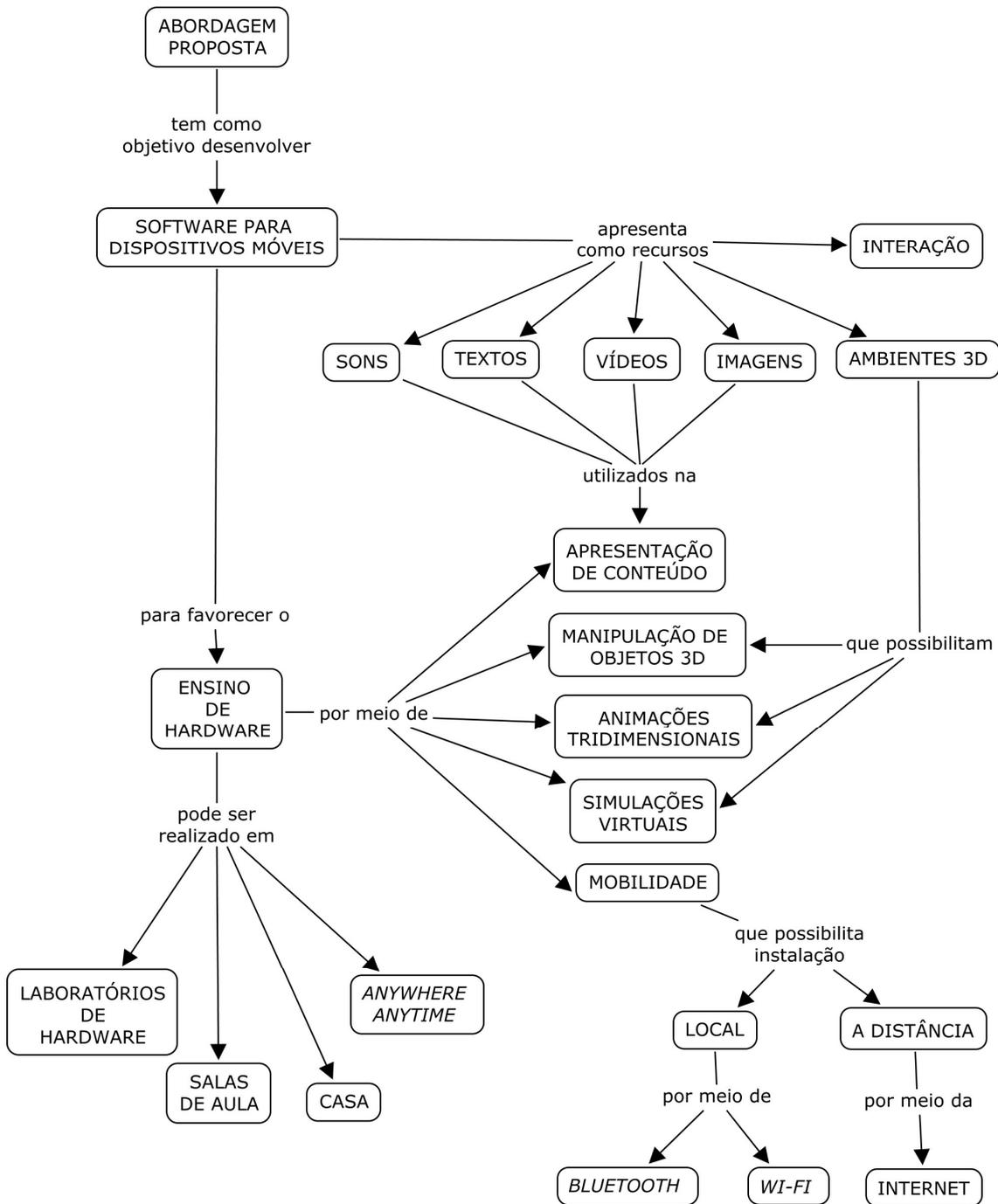


Figura 1. Mapa conceitual da abordagem proposta para o ensino de hardware

Utilizando-se menus específicos, o usuário pode visualizar os passos da simulação da troca de cartuchos, reposicionar a impressora para a posição inicial e obter descrições de componentes. As figuras 2 e 3 apresentam imagens do protótipo

desenvolvido, capturadas a partir do simulador de aplicações móveis Java Wireless Toolkit.

A construção do protótipo foi dividida em três etapas principais: modelagem tridimensional, elaboração do conteúdo e desenvolvimento da aplicação. O modelo 3D foi construído no software 3D Studio Max [3ds Max 2009], utilizando-se técnicas para diminuição da quantidade de polígonos dos objetos 3D, a fim de minimizar o esforço computacional a ser empregado pelo dispositivo móvel utilizado. As texturas gráficas necessárias também foram simplificadas, a fim de não se sobrecarregar o modelo 3D. Nesta etapa, porém, optou-se por manter um mínimo de qualidade possível, a fim de não se perder a sensação de realismo.

Uma animação da impressora foi construída para simular o processo completo da troca de cartuchos. Para isso, foram desenvolvidos modelos 3D de cartuchos de diferentes cores para demonstrar as respectivas trocas. O aluno poderá visualizar a animação completa ou em partes, que são: levantamento da tampa da impressora, retirada do cartucho vazio e colocação do cartucho cheio.

Na etapa de elaboração do conteúdo, foi construído um arquivo XML que contém as informações da impressora, de seus componentes e instruções relacionadas aos passos do tutorial. A partir do modelo 3D e do arquivo XML desenvolvidos nas etapas anteriores, é possível implementar o tutorial.

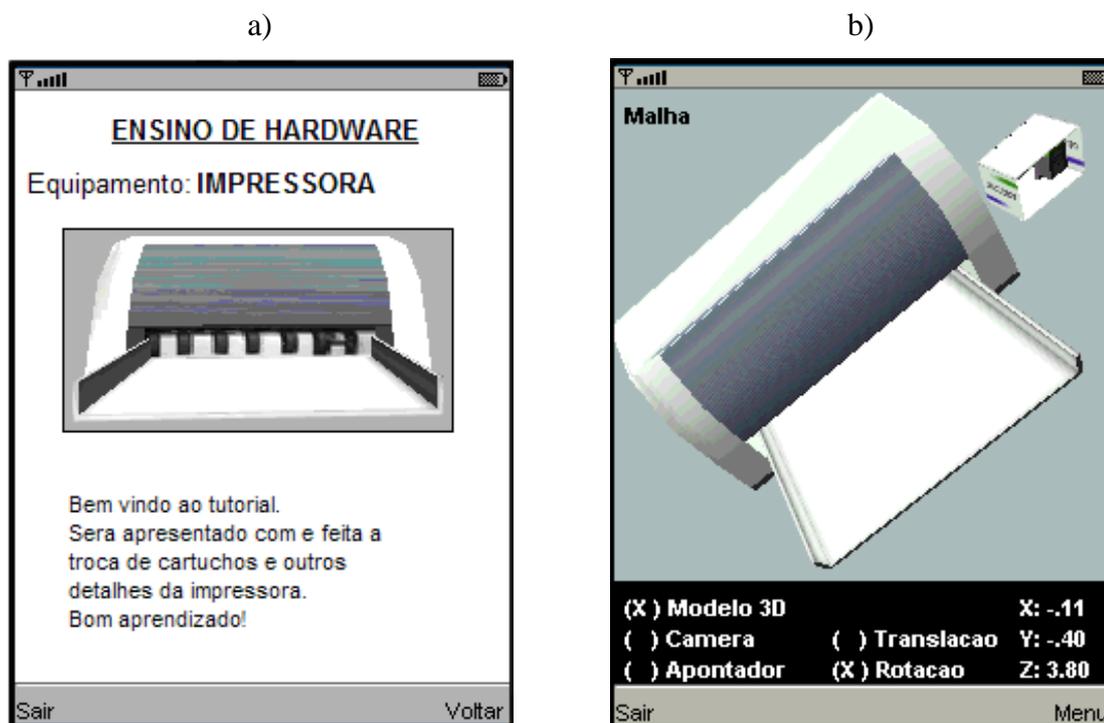


Figura 2. a) Tela de introdução da aplicação. b) Uma visão com a impressora após uma aproximação e uma rotação.

Note-se que, apesar de utilizar um equipamento de fácil manuseio, o protótipo apresenta características desejáveis a uma aplicação de ambientes 3D para a educação, como simulação de ambientes reais e interatividade.

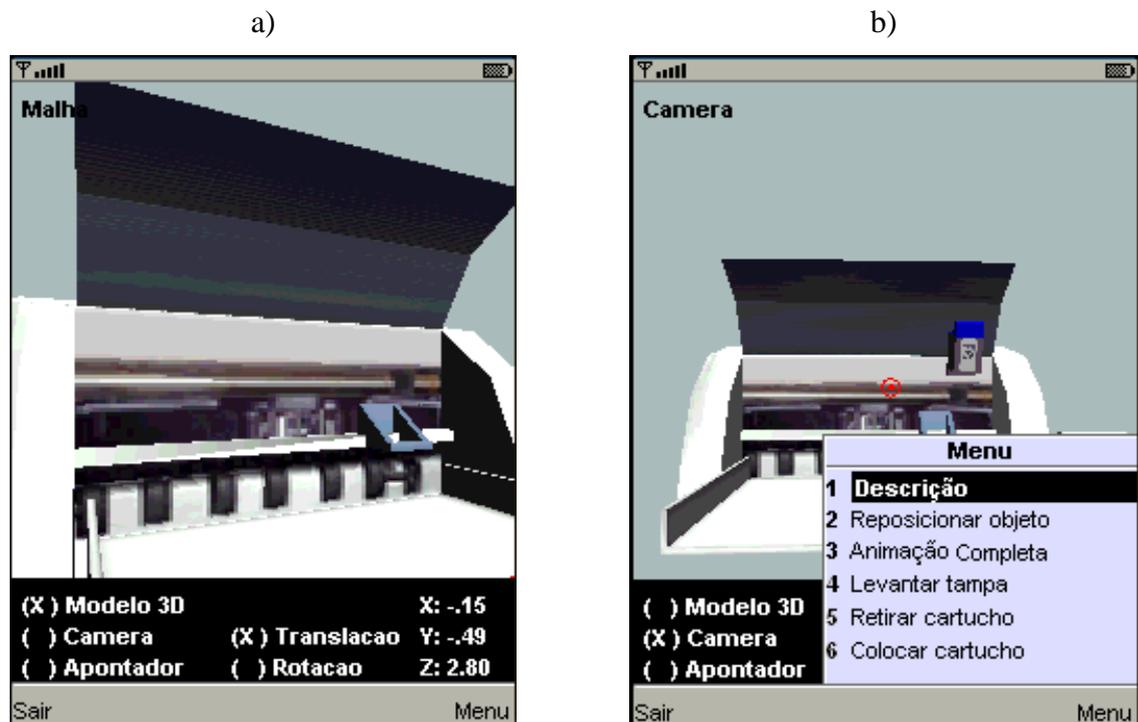


Figura 3. a) Uma visão aproximada da impressora com a tampa aberta. b) Uma visão da impressora mostrando o menu com as opções.

5. Conclusões e Trabalhos Futuros

Este trabalho teve como objetivo principal propor, discutir e exemplificar o desenvolvimento e a aplicação de softwares tutoriais que mesclam recursos de *m-learning* e modelos 3D interativos. Foi desenvolvido até o presente momento um protótipo do software de aplicação. Neste protótipo uma impressora é simulada através de um modelo 3D que pode ser visualizado e manipulado através de um telefone celular. É permitido ao usuário intervir na apresentação do processo de troca de cartuchos desta impressora, demonstrado através de uma animação interativa em três dimensões.

Tal abordagem, por fazer uso combinado de diversos recursos, mostra-se como uma alternativa às atuais técnicas de ensino de hardware. A possibilidade de visualizar e interagir com o modelo simulado do dispositivo e fazer uso da aplicação virtualmente em qualquer lugar e a qualquer hora apontam novas possibilidades para a aprendizagem. Particularmente, reduz-se consideravelmente a necessidade da prática real. Tal necessidade, aliás, passa a ser complementada por uma proposta educacional de mais baixo custo – um dos grandes problemas do ensino de hardware.

Como trabalho futuro, espera-se avaliar a aceitação da abordagem proposta neste trabalho junto a alunos, com dispositivos móveis reais, em instituições de ensino ainda a serem definidas. Para tanto, são necessárias mais pesquisas envolvendo tecnologia educacional e metodologias de ensino e aprendizagem.

Da mesma forma, também será testado e avaliado o emprego dos recursos de comunicação por *Bluetooth* ou SMS (*Short Message Service*, mensagens de texto enviadas a partir de telefones celulares) para a troca de mensagens entre alunos e professores, como meio de compartilhar e discutir idéias em tempo real.

Com base neste trabalho, espera-se estar contribuindo para a difusão da idéia do uso combinado de recursos de *m-learning* e modelos 3D interativos, fomentando a geração de novas aplicações tutoriais, envolvendo conceitos mais complexos, e a discussão de novas mídias como ferramentas educacionais.

Referências Bibliográficas

- 3ds Max (2009) "Autodesk 3ds Max", Disponível em: <<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?id=5659302&siteID=123112>>. Acessado em 26 de fevereiro de 2009.
- Crawford, V.; Vahey, P. (2002) "Palm Education Pioneers Program: March, 2002 Evaluation Report", In SRI International, Estados Unidos.
- Kyoung S. P., Yong J. C., Naveen K. K., Chris S., Michael J. L., Jason L., Andrew E. J. (2000) "CAVERNsoft G2: a toolkit for high performance tele-immersive collaboration", In Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology.
- Lehner, F., Nösekabel, H. (2002) "The Role of Mobile Devices in E-Learning — First Experiences with a Wireless E-Learning Environment", In IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education.
- Manseur, R. (2005) "Virtual reality in science and engineering education", In Proceedings 35th Annual Conference IEEE Frontiers in Education.
- Marçal, E., Andrade, R., Rios R. (2005) "Aprendizagem utilizando Dispositivos Móveis com Sistemas de Realidade Virtual", In: Revista Novas Tecnologias na Educação V. 3 Nº 1, Maio, Brasil.
- Martins, C. A., Corrêa J.B., Góes L.F., Ramos, L.E., Medeiros T. H. (2001) "Método de aprendizado de arquitetura de microprocessadores baseado em projetos e validação usando simulação funcional", In: Anais do IX WEI, CSBC'2001, Fortaleza/CE.
- Nyiri, K. (2002) "Towards a philosophy of m-Learning", In Proceedings of WMTE Conference.
- Perry, M., O'hara, K., Sellen, A., Brown, B., Harper R. (2001) "Dealing with mobility: understanding access anytime, anywhere", In ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI) - Volume 8 , Issue 4
- Ribeiro, J. W., Freitas, D. B., Costa, M. J. N., Valente, J. A., Lima, I. P. (2008) "O Computador e Aprendizagem Significativa na Execução de Práticas Experimentais de Ciências". In Silvia Elizabeth Moraes. (Org.). Currículo e Formação Docente, p. 347-363. Campinas, SP: Mercado de Letras.
- Tarouco, L. M. R., Fabre, M. C. J. M., Grando, A. R. S., Konrath, M. L. P. (2004) "Objetos de Aprendizagem para M-Learning", In Congresso Nacional de Tecnologia da Informação e Comunicação, Florianópolis-SC.
- Viana, W.; Andrade, R. M. C. (2008) "XMobile: A MB-UID environment for semi-automatic generation of adaptive applications for mobile devices", In Journal of Systems and Software 81(3): 382-394. 2008. DOI:10.1016/j.jss.2007.04.045