

# Problemas e soluções em u-learning e a adaptação de conteúdo de objetos de aprendizagem para diferentes dispositivos

Marcelo Ricardo Quinta, Fábio Nogueira de Lucena

<sup>1</sup>Instituto de Informática - Universidade Federal de Goiás  
Caixa Postal 131 - 74001-970 - Goiânia - GO

**Abstract.** *The increasing of mobile technology usage popularity for internet access enables educational content access in anyplace, anytime. However, the use of this flexibility requires considerable effort, because the content sponsor must produce not just one material version, but as many ones as the number of different devices used. This article discusses problems associated with the use of different devices to access educational content and presents the Odin solution, that offers transparency on automatic adaptation of audio, video image and text for suitable adhibition of adapted content in different machines. Odin also offers SCORM [SCORM 2010] support and can be added as an extension in learning management systems servers.*

**Resumo.** *O aumento da popularidade do emprego de tecnologias móveis para acesso a internet viabiliza o acesso a conteúdo educacional em qualquer lugar, em qualquer instante. Contudo, usufruir desta flexibilidade exige esforço considerável, pois o responsável pelo conteúdo deve produzir não apenas uma versão do material, mas tantas quanto forem o número de dispositivos diferentes empregados. O presente artigo discute problemas associados ao emprego de diferentes dispositivos para acesso a conteúdo educacional e apresenta a solução Odin, que oferece transparência na adaptação automática de áudio, vídeo, imagens e texto para emprego adequado do conteúdo adaptado para diferentes dispositivos. Odin oferece suporte ao SCORM [SCORM 2010] e permite ser adicionado como extensão em servidores de aplicações para ensino a distância.*

## 1. Introdução

A internet é acessada cada vez mais por dispositivos diferentes de laptops ou computadores de mesa convencionais, como celulares, PDA's e settop-boxes de TV digital. Pensando nisso, várias soluções vem aproveitando dessa nova realidade para suplementar as tecnologias de ensino existentes, objetivando atingir mais estudantes por meio da oferta de oportunidades adicionais de interação fora da sala de aula, em “qualquer hora e lugar”, através de dispositivos inteligentes. Tal característica é denominada U-learning, que engloba, inclusive, a integração entre o e-learning convencional e o apoiado por dispositivos móveis (m-learning) e TV (t-learning).

Tal mudança de paradigma somada aos fatos de tais dispositivos estarem inseridos em diferentes ambientes (com diferentes especificidades) e a realidade de que a maioria dos conteúdos na rede está projetada somente para computadores de mesa [H. et al. 2006],

o uso desses aparelhos se torna mais difícil nas instituições de ensino. Certos serviços são atualmente inviáveis, porém adaptações podem ser feitas em muitos casos e até novas funcionalidades podem ser inseridas [Trifonova and Ronchetti 2003].

Conforme ressaltado em [de Oliveira and Medina 2007], ao mesmo tempo que o uso de dispositivos móveis na educação é algo inovador, ele defronta inúmeros obstáculos a serem vencidos pelos ambientes de ensino. Cabe às plataformas prover soluções para cada uma das restrições para que o aluno se sinta motivado a utilizar tal canal, usufrua mais dos recursos existentes e tenha experiências que tornem sua formação mais completa.

Um dos problemas enfrentados na área de u-learning é a facilitação da entrega de conteúdo para diferentes usuários com diferentes aptidões, definido como Acesso universal [H. et al. 2006]. Isso inclui a criação do objeto de aprendizagem (LO) propriamente dito e a correspondente personalização para cada meio empregado. A criação de conteúdo já é parte do processo comum do trabalho de professores. Contudo, a personalização para vários tipos de dispositivos exige habilidades, conhecimento e esforço significativos. Cada aparelho possui peculiaridades que devem ser conhecidas e empregadas corretamente no processo de criação do LO personalizado. O professor pode consumir tempo valioso personalizando seu conteúdo para um certo dispositivo a ser contemplado. E ainda há o risco da escolha não ser apropriada, ocasionando consequências negativas para a qualidade na aprendizagem e interesse de seus alunos.

Este artigo aborda as restrições relacionadas à provisão de material instrucional aos alunos, mais precisamente as clássicas mídias estáticas, como texto, imagens, áudio e vídeo. Além disso, apresentamos os detalhes do Odin, uma solução de conversão automática de arquivos existentes em bases de dados de objetos de aprendizagem para exibição em diferentes dispositivos. O Odin oferece acesso a tais arquivos personalizados com transparência tanto para o dispositivo de estudantes quanto para o de docentes.

## **2. Problemas e soluções em u-learning**

Há muitas restrições relacionadas ao u-learning. Muitas delas são similares às existentes no e-learning, como falhas de comunicação professor-aluno e aderência ao modelo de ensino. Outras são relacionadas ao modelo de ensino em si, pois no caso da aprendizagem ubíqua o aluno pode estar realizando duas atividades ao mesmo tempo e o local onde ele se encontra (que pode estar em constante mudança) pode oferecer muitas distrações.

Focando especificamente nas restrições tecnológicas aplicáveis a criação de conteúdo voltado a ubiquitous learning, podemos citar alguns problemas principais. Para cada um deles pode haver uma solução.

### **2.1. Tamanho da tela**

O uso de recursos visuais pode ser comprometido, pois o tamanho da tela geralmente varia de um dispositivo para outro. Pode-se ter como cliente da aplicação desde um celular de tela pequena (cerca de duas polegadas) até um televisor full HD de 50 polegadas, passando por um leitor de livros digitais (cerca de 9 polegadas). Pior do que isso, muitos aparelhos não tem a capacidade de renderizar o conteúdo para o tamanho da tela.

A solução geralmente utilizada para esses casos é converter os recursos, diminuindo a escala (tamanho em pixels) nos casos em que a tela for menor que o arquivo

original ou aumentando-a, nos casos em que a tela é maior. Neste último cenário, só há resultado satisfatório se a mídia estiver vetorizada, tendo a capacidade de aumentar de tamanho sem muita perda de qualidade.

## **2.2. Quantidade de cores suportadas**

O uso de recursos predominantemente ligados a cor pode arruinar a experiência em usar um aparelho porque nem todas as máquinas tem a capacidade de mostrar todas as cores do espectro visual. Cada uma dá suporte a exibição de uma quantidade limitada de cores, dentro de uma escala. Existem hoje desde aparelhos que exibem duas cores (Preto e Branco) até outros com capacidade de mostrar bilhões de tonalidades.

Não há atualmente uso de soluções que aumentem a quantidade de cores, pois pode-se comprometer o objetivo do material. Já para os casos em que o espectro de cores do aparelho é menor do que o do material original, sugere-se criar uma versão cujas cores podem ser visualizadas na máquina. Essa conversão geralmente falha nos casos em que a cor do original tem peso importante no entendimento do recurso.

## **2.3. Capacidade de processamento**

O uso de diferentes tipos de dispositivos de tamanhos e finalidades diferentes implica em se preocupar com as capacidades computacionais de cada um, no que diz respeito ao processador. Podemos ter algum aparelho com processador similar a um computador de mesa, bem como podemos ter uma máquina cujo processamento se equipare a um celular antigo.

Geralmente esse problema gera alguns outros, como a falta de suporte a formatos de mídia e tempo de vida de bateria. Por isso, na maioria dos casos não é tratado diretamente: ataca-se as restrições geradas por esse problema.

## **2.4. Capacidade de armazenamento**

Muitos dispositivos modernos tem boa capacidade de armazenamento e até a capacidade de ter sua memória estendida. Porém, outros tem a memória física muito pequena e não extensível. Nesses casos, a solução mais utilizada atualmente é prover os recursos por demanda em streaming de dados ao invés de envio completo do arquivo. O usuário consome a mídia sob demanda, não necessitando gravar arquivos maiores em sua pequena memória. Uma outra abordagem é mudar o formato do arquivo para outra extensão suportada cujo tamanho do arquivo seja menor.

## **2.5. Tempo de vida de bateria**

Em u-learning, deve-se preocupar com o uso de aparelhos que nem sempre estão ligados a alimentação de energia. Dessa forma, quanto menos tempo em atividades que consomem muita bateria, melhor. Recomenda-se não produzir recursos que durem mais de cinco minutos [Traxler 2007] e que não estabeleçam muitas conexões, pois o tráfego de dados com outras redes é a funcionalidade que geralmente mais consome energia.

## **2.6. Mecanismos de interação limitados**

Dispositivos móveis geralmente não tem a mesma acessibilidade de um computador comum, assim como um controle de TV. Interagir com eles é mais complicado, pois cada um

tem especificidades quanto a usabilidade. A simples entrada de dados textuais em um objeto de aprendizagem pode se tornar uma tarefa árdua para um estudante, principalmente se o aluno tiver limitações. Por isso, recomenda-se a criação de mídia instrucional que não necessite de muita interação. Caso o objetivo do objeto de aprendizagem seja ensinar através da interação com o usuário, sugere-se converter o recurso exatamente para o(s) dispositivo(s) homologado(s) em questão. Assim, há a necessidade de uma nova versão para cada aparelho, o que pode ser feito tanto por um conversor do computador como por um agente humano [de F. Bartholo et al. 2009].

### **2.7. Baixa largura de banda e alto custo de planos de dados para internet**

No Brasil, o custo dos planos de dados para internet móvel estão ficando cada vez mais baratos, mas ainda não estão acessíveis à grande massa e tem disparidade em relação à internet comum, oferecida para computadores robustos. Assim, a largura de banda que os dispositivos usam pode ser um obstáculo para acessar objetos de aprendizagem geralmente voltados para computadores comuns.

Para resolver esse problema, recomenda-se converter o objeto para um formato compatível com o aparelho, mas de tamanho (em bits) menor.

### **2.8. Falta de padronização no suporte a mídia dos aparelhos**

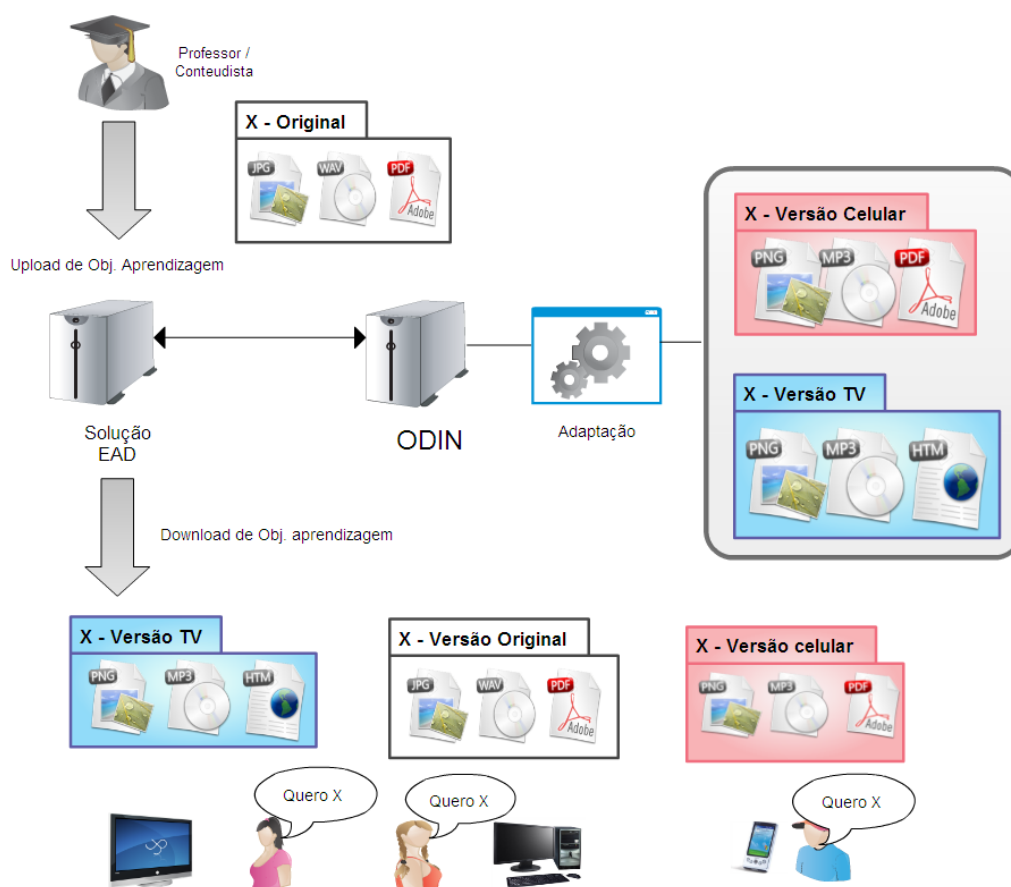
Por haver diferentes limitações de hardware (processador, arquitetura da máquina, etc) e conflitos de interesses comerciais dos fabricantes de aparelhos, a falta de padronização no suporte a mídias é um dos maiores obstáculos a serem transpostos no oferecimento de recursos de qualidade para diferentes dispositivos simultaneamente. Dessa forma, o responsável pela produção do conteúdo deve ter conhecimento específico dos seus aparelhos homologados para não entregar ao usuário arquivos que não possam ser executados.

Existem muitas soluções para o problema. A mais simples é não entregar o arquivo ao usuário caso o dispositivo não seja compatível com o aparelho. Porém, pode-se também converter o arquivo para outro formato suportado pelo dispositivo, desde que exista conversor que transforme a mídia original para a extensão da mídia destino. Tal conversão pode ser automática (via serviço computacional) ou via agente humano. Deve-se lembrar que neste último caso, o agente humano deve conhecer exatamente qual é o dispositivo em questão e seus atributos, o que demanda conhecimento adicional.

## **3. Odin - Adaptação e acesso a conteúdo transparente aos usuários**

O Odin é uma ferramenta para adaptação de conteúdo educacional para diferentes dispositivos, que funciona através da conversão de arquivos via agente humano ou computacional e é oferecida como um serviço a ser utilizado pelas plataformas de ensino existentes, como um proxy para a base de dados de objetos educacionais. Seu objetivo é oferecer transparência tanto na conversão de arquivos para vários dispositivos, desonerando o professor/conteudista, quanto no download de objetos educacionais personalizados, tornando a experiência do u-learning para o aluno algo mais agradável.

A solução é implementada com tecnologias Java aliadas a ferramentas open-source e trabalha com o conceito de descoberta de contexto e subsequente adaptação de conteúdo para os dispositivos homologados. Veja na figura 1 uma visão de alto nível da arquitetura de funcionamento do Odin.



**Figura 1. Upload, adaptação e download de conteúdo no Odín.**

Há três maneiras principais de uso dos dispositivos como ferramenta para o e-learning [Orr 2010]: acesso a mídia, comunicação ou ambas. O foco do Odín é somente tratar dos casos de acesso à mídia, ou seja, não trata da adaptação de dados ou interface para soluções baseadas na interação entre os usuários.

Em tempo, Odín é nome do deus nórdico da sabedoria e organizador da Terra, que observava todos os mundos e nunca errava um golpe com sua lança [Escola 2010].

### 3.1. Trabalhos relacionados

A adaptação de conteúdo é uma das áreas da computação sensível ao contexto. Uma das suas principais aplicações está na educação, onde existem muitos trabalhos.

Dos trabalhos estrangeiros podemos destacar o recente trabalho de [Xinyou ZHAO and Okamoto 2010], que apresentou um ambiente de adaptação em contextos com muitas variáveis. Além deste, [Reveiu et al. 2008] apresentou uma arquitetura projetada para adaptação de conteúdo multimídia.

Dentre os trabalhos brasileiros, podemos citar [de F. Bartholo et al. 2009] e [Barbosa et al. 2007]. O primeiro estabeleceu elementos e diretrizes para apoiar a adaptação de ambientes virtuais de aprendizagem para dispositivos móveis. O segundo apresentou um estudo sobre aplicação da computação móvel e ubíqua no contexto de um curso de graduação. O projeto Amadeus [Lobato et al. 2008] também oferece adaptação

de conteúdo via celular e futuramente pretende oferecer tais funcionalidades via TV Digital, bem como [Roesler et al. 2009].

### 3.2. Suporte a arquivos

O Odin dá suporte a quatro principais classes de arquivos, escolhidas por serem as mais utilizadas pelos professores da Instituição A na elaboração de seus objetos de aprendizagem: imagens, áudio, vídeo e texto. Cada uma delas precisa levar em consideração atributos específicos do aparelho, presentes na Tabela 1.

**Tabela 1. Tipos de arquivos e atributos relevantes do aparelho.**

Mídia	Atributo	Descrição
Imagem	resolucao	Largura e comprimento do display, se houver.
	tipo-armazenamento	Método de armazenamento de dados de imagens.
	list-formatos	Extensões de arquivos de imagem suportados.
	animacao	Suporte a visualização de imagens animadas.
Áudio	bitrate	Taxa de bitrate máximo.
	samplingrate	Taxa de samplingrate máximo.
	list-codec	Lista de codecs de áudio existentes.
	list-formatos	Lista de formatos de áudio suportados.
	stereo	Existência de alto falante estéreo.
Vídeo	resolucao	largura e comprimento do display, se houver.
	bitrate	Taxa de bitrate máximo.
	samplingrate	Taxa de samplingrate máximo.
	framerate	Taxa de frameRate máxima suportada.
	audio-config	Configuração de áudio suportada.
	list-codec	Lista de codecs de vídeo existentes.
	list-formatos	Lista de formatos de vídeo suportados.
Texto (inclui slides)	resolucao	largura e comprimento do display, se houver.
	list-formatos	Lista de formatos de texto suportados.

### 3.3. Conversão transparente e download de objetos de aprendizagem

Basta que o professor envie o objeto educacional dentro do sistema computacional de gerenciamento de ensino da instituição para que o Odin o capture e crie as versões para os dispositivos homologados. Dessa forma, todo o processo de conversão dos arquivos fica transparente ao professor, desonerando-o de criar novas versões do seu material e de necessitar conhecer as especificidades de cada aparelho homologado pela instituição.

Após o objeto educacional ter suas versões criadas e disponibilizadas pelo Odin, basta que o aluno o requisite para que o Odin automaticamente escolha a melhor versão a ser entregue e inicie o envio para o discente. Dessa forma, o aluno não precisa procurar qual tipo de versão do objeto educacional deve fazer download.

### 3.4. Descoberta do contexto

A descoberta do contexto consiste na etapa onde o dispositivo é identificado para que seja tratado de maneira especial. No Odin, são oferecidas duas formas não exclusivas e configuráveis para a realização de tal etapa:

- **Cabeçalho HTTP (Hypertext Transfer Protocol):** A maioria das requisições na internet são feitas por pacotes HTTP, que contém em seu cabeçalho algumas informações que identificam quem está fazendo a requisição. A maneira de identificação do perfil do cliente que acessa o Odin é utilizando o cabeçalho user-agent [de F. Bartholo et al. 2009], que é então comparado ao banco de dados existentes, reconhecendo o perfil de dispositivo. A base de dados na aplicação é alimentada por um arquivo XML de configuração, mais precisamente a base WURFL [WURFL 2010], que é atualizada diariamente pela comunidade. Ela contém o identificador do dispositivo e seus atributos.
- **Web Services:** Em certos contextos do u-learning, somente a identificação do dispositivo não basta, pois são necessárias informações adicionais, como local onde o usuário está, suas condições físicas ou qualquer outro atributo que o servidor de aplicação tenha interesse. Para esses casos, o Odin oferece uma interface de identificação do contexto via Webservice REST [Fielding 2000], em que o estudante tem acesso a uma aplicação específica que o permite enviar uma requisição que contenha parâmetros personalizados. Após o recebimento de uma requisição GET do Webservice, o Odin lê as informações estabelecidas pelo administrador da aplicação e, assim, identifica o contexto específico.

### 3.5. Adaptação do conteúdo

A adaptação de conteúdo acontece depois da identificação do dispositivo. Com a identidade do aparelho-alvo em mãos, o Odin tem como objetivo entregar o conteúdo alvo ao cliente, respeitando os limites da rede e dos dispositivos.

#### 3.5.1. Tipo de adaptação

Segundo [Reveiu et al. 2008], existem três tipos de adaptação: estática, dinâmica e híbrida. A adaptação estática é caracterizada pela conversão dos arquivos antes das requisições. Já a adaptação dinâmica é caracterizada pela conversão durante o processo de requisição do usuário. A híbrida é a realização dois tipos de adaptação, cooperativamente ou não.

O Odin aplica a adaptação estática, pois apesar dela alocar mais espaço físico no servidor, tem menor custo computacional do que a dinâmica e oferece menos atrasos aos usuários, tornando-o mais focado no estudo. Por exemplo, converter um vídeo Full HD para FLV em tempo de requisição demoraria tanto tempo que frustraria o estudante.

#### 3.5.2. Local de adaptação

Existem três locais onde os sistemas atuais realizam a adaptação de conteúdo: no servidor, no cliente ou em um proxy [Reveiu et al. 2008]. O Odin atua exatamente como um proxy de adaptação, evitando que o servidor se sobrecarregue e que o cliente não consiga adaptar o conteúdo por falta de capacidade. Dessa forma, a adoção da solução em um sistema de e-learning desafoga os principais envolvidos.

O servidor, ao receber o arquivo a ser adaptado, repassa a tarefa para o Odin através de seu endereço/porta, podendo acompanhar o status da adaptação para cada apa-

relho homologado: Aguardando início, Em andamento, Pronto para uso. Por este motivo, a solução pode ser adicionada em outras plataformas de ensino, atuando cooperativamente, mas de forma independente da aplicação de e-learning principal.

### **3.5.3. Forma de adaptação**

Segundo [Reveiu et al. 2008], existem três formas de adaptar uma mídia: escala, mudança de formato, e mudança de modo. Na escala, alguns atributos do arquivo (ou parte dele) são modificados para atender certo nível de qualidade. Na mudança de formato, o arquivo é decodificado e posteriormente codificado em formato diferente do inicial. Na mudança de modo, o arquivo é transformado em um ou mais tipos de mídia diferentes.

O Odin, por padrão, trabalha somente com as duas primeiras formas de conversão, inclusive combinadas. Porém, não realiza, por exemplo, transformação de uma animação em uma sequência de imagens. Porém, caso o implantador queira realizar tal forma de conversão, basta que ele adicione na aplicação um conversor que atenda a API do Odin e que troque o tipo da mídia.

### **3.5.4. Conversores e perfis de dispositivo**

O Odin trabalha com uma gama de dispositivos (ou contextos) homologados, que têm suas configurações gerenciáveis pelo administrador do sistema. Além disso, é escolhido um conversor para cada mídia do dispositivo.

Existem dois tipos de conversores: humano e computacional. O humano é um conteudista que tem experiência em criar mídias especiais para os dispositivos. A cada requisição de adaptação cujo conversor for humano, é gerada uma tarefa para que o profissional realize a criação da novas versões para os dispositivos homologados. Já os conversores computacionais são programas de computador que realizam as operações estabelecidas na API do Odin. Dessa forma, novos conversores podem ser criados e adicionados à solução, acompanhando a evolução das mídias. A cada requisição de adaptação cujo conversor for computacional, um novo processo é criado na máquina do Odin, convertendo os arquivos solicitados.

É importante ressaltar que há gerência na criação de novos processos computacionais de conversão, feito por um pool de threads, para garantir o bom funcionamento do computador.

## **4. Conclusões**

Esse artigo discute alguns dos problemas relacionados a adaptação automática de conteúdo para vários dispositivos. Baseado nesses problemas, o artigo apresenta a solução Odin, que desonera usuários da recriação de conteúdo adaptado para cada dispositivo no qual se deseja acessá-lo. O Odin torna a operação de visualização de arquivos menos frustrante (mais qualidade), já que o material será automaticamente personalizado para o aparelho com o qual estiver conectado.

Como diferenciais da solução, podemos destacar a flexibilidade quanto aos conversores (agente humano ou computacional) e a possibilidade de ser acessado por qual-



quer sistema de gerenciamento de ensino, atributo o qual não foi encontrado em outras soluções pesquisadas.

Adicionalmente, como o Odin não exclui conteúdo já criado, ele abre a perspectiva de reutilização da enorme base de objetos educacionais disponíveis para uso em outros dispositivos, diferentes daqueles para os quais foram criados. Dessa forma, muitas bases atuais podem usar a aplicação para já oferecer novas versões dos seus recursos para os alunos.

#### 4.1. Trabalhos futuros

Como trabalhos futuros de implementação, pretendemos concluir o suporte ao padrão SCORM, pois a padronização dos objetos de aprendizagem favorece ainda mais a reutilização dos mesmos. Além disso, pretendemos finalizar a implementação dos Web Services para definição de contextos mais específicos, como o acesso de deficientes visuais via celular.

Como experimentos futuros, pretendemos implantar o Odin em um sistema de ensino que ofereça simultaneamente suporte à TV Digital e celulares mais simples, com o objetivo de validar o sistema em um ambiente o mais heterogêneo possível, principalmente na perspectiva dos discentes.

#### Referências

- Barbosa, J., Hahn, R., Rabello, S., Pinto, S. C. C. S., and Barbosa, D. N. F. (2007). Computacao movel e ubiqua no contexto de uma graduacao de referencia. *Revista Brasileira de Informatica na Escola*, 15(3).
- de F. Bartholo, V., Amaral, M. A., and Cagnin, M. I. (2009). M-ava: Modelo de adaptabilidade para ambientes virtuais moveis de aprendizagem. In *Simposio Brasileiro de Informatica na Escola*.
- de Oliveira, L. R. and Medina, R. D. (2007). Desenvolvimento de objetos de aprendizagem para dispositivos moveis:uma nova abordagem que contribui para a educacao. *RENTE: Revista Novas Tecnologias na Educaçãõ*, 5.
- Escola, I. (2010). Odin â infoescola. <http://www.infoescola.com/mitologia/odin/>.
- Fielding, R. T. (2000). *Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures*. PhD thesis, University of California.
- H., S. J., Yang, I., and Chen, Y. (2006). Universal acess and content adaptation in mobile learning. In *6th International Conference on Advanced Learning technologies*.
- Lobato, L. L., de Sousa Monteiro, B., da Silva, H. T. C. R., de Luna, F. C., and Gomes, A. S. (2008). Novos estilos de interacao em sistemas de gestãõ de aprendizagem. In *Workshop de Informatica na Escola*.
- Orr, G. (2010). A review of literature in mobile learning: Affordances and constraints. In *Wireless, Mobile and Ubiquitous Technologies in Education (WMUTE), 2010 6th IEEE International Conference on*, pages 107 –111.

- Reveiu, A., Smeureanu, I., and Dardala, M. (2008). Content adaptation in mobile multimedia system for m-learning. In *Mobile Business, 2008. ICMB '08. 7th International Conference on*, pages 305–313.
- Roesler, V., Barbosa, M. L. K., Varella, F., and Bordignon, A. (2009). Uma proposta de arquitetura interoperavel integrando web, tv digital edispositivos moveis. In *Simposio Brasileiro de Informatica na Escola*.
- SCORM (2010). Adl scorm. <http://www.adlnet.gov/Technologies/scorm/default.aspx>.
- Traxler, J. (2007). Defining, discussing and evaluating mobile learning: the moving finger writes and having writ... *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, 8.
- Trifonova, A. and Ronchetti, M. (2003). A general architecture for m-learning. *Journal of Digital Contents*, 2:31–36.
- WURFL (2010). Wurfl: The most exciting mobile community on the planet. <http://wurfl.sourceforge.net/>.
- Xinyou ZHAO, W. W. and Okamoto, T. (2010). Adaptive content delivery in ubiquitous learning environment. In *6th international conference on wireless, mobile and ubiquitous technologies in education*.