

Adaptação de Objetos de Aprendizagem para Televisão Digital

Abstract. *The learning objects (LOs) have been important in educational scene, where the computational resources become increasingly present in the classroom. With the advancement of new computational devices, the reuse of LOs created for the web environment has become a difficult activity. The digital TV is an example of this scenario, the LOs created for the web environment can hardly be reused in this new environment because of the difficulties of content presentation on more restricted devices. To support LOs visualization in digital television this study purposes to develop a software architecture for content and metadata adaptation from an OA.*

Resumo. *Os objetos de aprendizagem (OAs) têm um papel importante no contexto educacional atual, onde os meios computacionais se tornam cada vez mais presentes em sala de aula. Com o avanço de novos meios computacionais a reutilização dos OAs disponibilizados em ambiente web se torna uma atividade difícil. A televisão digital é um exemplo deste cenário, os OAs criados para os ambientes de web dificilmente podem ser reutilizados neste novo ambiente devido às dificuldades de apresentação de conteúdo em dispositivos mais restritos. Para dar apoio à visualização de OAs na televisão digital brasileira o presente trabalho se propõe a desenvolver a uma arquitetura de software para adaptação de conteúdo e metadados de um OA.*

1. Introdução

Nos últimos anos o governo brasileiro tem investido e incentivado a criação e o compartilhamento de conteúdo de aprendizagem entre instituições de ensino. Com a informatização das escolas o material de ensino tem sido cada vez mais desenvolvido em meios digitais. Todo conteúdo desenvolvido para fins de aprendizado pode ser denominado como um Objeto de Aprendizagem (OA). Estes OAs muitas vezes são criados em computadores que, em sua maioria, possuem ótimos recursos de *hardware* e de *software* para visualização de conteúdos diversos, quando comparados a outros dispositivos computacionais mais limitados. Por serem utilizados atualmente somente em computadores, estes conteúdos, naturalmente se tornam uma opção inviável para outros ambientes devido a suas limitações, dificultando assim a utilização de determinados formatos de conteúdo em outros dispositivos. Desta forma, conceitos como o reuso e a adaptabilidade acabam sendo perdidos. A limitação no reuso e a falta de adaptabilidade deste conteúdo gera a perda de grandes oportunidades de aprendizado em outros meios computacionais mais utilizados. Permitir que estes conteúdos sejam visualizados em outros meios de forma adequada impulsionaria os investimentos em educação e levaria a educação a todas as pessoas a qualquer momento.

Apesar da disponibilidade de novos recursos computacionais a maioria dos sistemas de software e conteúdos multimídia não podem ser utilizados nos novos dispositivos ou não possuem um comportamento correto quando analisados em relação aos diferentes requisitos destes *hardwares* mais limitados. Dentre estes novos dispositivos, um novo ambiente tem surgido com grande potencial para fazer parte do dia a dia das pessoas, é a

televisão digital. Este novo ambiente tem poucas pesquisas quando o assunto é adaptação. Mesmo assim, a grande disseminação de aparelhos de televisão leva a crer que ao adicionar poder computacional, mesmo que limitado, a este ambiente, este venha a se tornar o ambiente computacional de maior uso no Brasil, podendo assim se tornar um grande meio de disseminação de conteúdos de aprendizado.

Com a televisão interativa a utilização de diversas formas de conteúdo em sala de aula pode se tornar mais interessante, tanto quanto o auto-estudo, na medida em que não será um processo linear, os aprendizes podem navegar pelos conteúdos conforme a sua necessidade durante ou fora da sala de aula.

Apesar destas novas possibilidades de inclusão social, existem muitas dificuldades técnicas no uso da plataforma de TV digital. Em particular, existem sérias dificuldades em relação ao reaproveitamento de conteúdo digital preparado para computadores pessoais e compatíveis com a Web, no contexto da TV digital. Tendo em vista este cenário de difícil reutilização de conteúdo este trabalho tem como objetivo principal permitir a visualização, de forma satisfatória, de diversos formatos de conteúdos de aprendizagem, em receptores de televisão digital do Sistema Brasileiro de Televisão Digital, o SBTVD. Para que isso seja possível pretende-se desenvolver de um sistema de *software* para adaptação de objetos de aprendizagem. Este objetivo principal pode ser desdobrado em alguns requisitos que acompanham o processo de desenvolvimento:

- Adaptar formatos de conteúdos específicos disponíveis atualmente nos repositórios de OAs do ambiente web (Ex.: *PDF, Word, Power Point*, etc.);
- Garantir a independência de intervenção humana para adaptar conteúdo de forma satisfatória;
- Permitir a integração com outras ferramentas de busca e gerenciamento de OAs, tais como: autoria, publicação e armazenamento;
- Utilizar repositórios públicos de OAs;

Através destes objetivos pretende-se permitir a visualização, nos dispositivos homologados pelo Sistema Brasileiro de Televisão Digital, de conteúdo educacional disponível atualmente na *web* e entregar uma opção mais rica para o aprendizado em uma plataforma altamente difundida.

2. Referencial Técnico

2.1. Objetos de Aprendizagem

Os objetos de aprendizagem são definidos pela IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) [IEEE 2002], como qualquer entidade digital ou não, que pode ser utilizada, reutilizada ou referenciada durante o aprendizado apoiado por computador. Também podemos reduzir o escopo do conceito para abranger somente objetos digitais, com o intuito de facilitar o entendimento Weley (2001) definiu os OAs como qualquer recurso digital que pode ser reusado para suportar aprendizagem.

Todas as definições estudadas se concentram no requisito da reusabilidade, fazendo deste um dos principais focos de trabalho e pesquisa. No entanto a comunidade de OAs também tem se concentrado no estudo de outros requisitos de grande importância como a acessibilidade e a interoperabilidade. Através da reusabilidade um conteúdo deve poder ser utilizado novamente em múltiplos contextos de ensino. O requisito de acessibilidade define que os OAs devem ser armazenados e referenciados através de

informações que o descrevam. Já para ter interoperabilidade é necessário que estes objetos sejam independentes do seu formato de visualização e dos sistemas de gerenciamento de conhecimento que os contém [Polsani 2003]. Estes requisitos são importantes para permitir resguardar os investimentos na produção de material educacional e compartilhar materiais de boa qualidade.

Com essa intenção de atender aos requisitos dos OAs diversos grupos de pesquisa tem conduzido pesquisas para promover padrões de empacotamento e descrição de conteúdo. Nestes padrões um objeto de aprendizagem é visto em dois níveis:

- Metadados: descrevem o conteúdo de forma não relacionada a formatos de conteúdo ou sistemas.
- Conteúdo: é o material de aprendizado em si, o qual o aprendiz irá visualizar para atingir determinado objetivo de uma lição.

Com a evolução dos padrões de metadados é possível desacoplar o conteúdo de sua descrição maximizando assim as possibilidades de reuso, acessibilidade e interoperabilidade. O reuso de OAs pelos diversos AVAs Ambientes Virtuais de Aprendizados disponíveis hoje se deve principalmente a existência de padrões de metadados e empacotamento. Estes padrões garantem uma forma unificada de busca, compartilhamento e manipulação destes objetos. Ao mesmo tempo em que um padrão fornece interoperabilidade entre plataformas, a existência de um grande conjunto de padrões de metadados para conteúdos multimídia e objetos de aprendizagem tornou a descrição destes objetos uma atividade complexa e dependente de um vasto conhecimento sobre estes padrões. Neste cenário, a criação de objetos de aprendizagem acaba se tornando um processo de escopo limitado, onde encontramos OAs desenvolvidos para diversos padrões distintos, fazendo com que o reuso do conteúdo disponível em um ambiente como televisão digital seja um objetivo distante para os objetos de aprendizagem e cheio de retrabalho, resultando em mais investimento financeiro e de tempo.

Para unificar o conhecimento existente nos padrões de metadados o Projeto OBAA produziu um padrão de metadados interoperável e aberto que é compatível com os padrões de metadados existentes no mercado atualmente: IEEE-LOM, Dublin Core e MPEG-7 [Viccari 2009a].

Através de um conjunto de metadados, denominado padrão OBAA, o projeto pretende propiciar a disponibilização objetos multimídia para o contexto de aprendizagem que seja facilmente adaptados e reutilizados em múltiplas plataformas. Dentre as características deste padrão estão às seguintes: acessibilidade; padrão aberto e flexível; enfoque em questões educacionais brasileiras e a interoperabilidade com plataformas Web, TV Digital e Móvel.

Com estas características podemos visualizar o padrão de metadados OBAA como uma escolha ideal para maximizar o reuso, o acesso e a interoperabilidade e ao mesmo tempo absorver novas necessidades não atendidas pelos padrões internacionais atuais.

2.3. Sistema Brasileiro de TV Digital

A computação tem evoluído rapidamente entregando novos dispositivos que cada vez mais se adequem as necessidades do usuário. Existem também muitos aparelhos que já fazem parte da vida das pessoas a décadas e recentemente tem ganhado capacidade

computacional. A televisão é um dispositivo que está a décadas no cotidiano das pessoas, mas com o recente desenvolvimento de padrões digitais ela ganhou capacidades computacionais que tornam este o aparelho computacional mais presente na residência das pessoas no Brasil [IBGE 2007].

Apesar dos padrões de interatividade estar em fase de implantação, o governo brasileiro já incentiva o desenvolvimento de aplicações para TV que propiciem a inclusão digital, sendo base para artigos que tem feito boas referências da aplicação da TV digital no contexto educacional [Sacchini 2008] [Silva 2008]. A disponibilização de objetos de aprendizagem para TVD se enquadra neste contexto.

Mesmo sendo a TV digital um ambiente em crescimento para o desenvolvimento de soluções no contexto educacional, as limitações dos dispositivos, padrões e arquiteturas deste novo ambiente é um desafio que inviabiliza a aplicação de muitos dos paradigmas de desenvolvimento de software que utilizamos atualmente. A arquitetura de sistemas para as televisões digitais, hoje, é diferente das arquiteturas para outros ambientes principalmente no que diz respeito às tecnologias de software (linguagens de programação e os componentes de interface com o usuário) e as características disponibilizadas pelos dispositivos. Para padronizar as características e tecnologias de software disponíveis nos aparelhos homologados para a televisão digital brasileira, o órgão que rege as diretrizes técnicas, denominado SBTVD (Sistema Brasileiro de Televisão Digital), em conjunto com a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), criou diversas normas. Dentre estas normas em [ABNT 2008] podemos verificar pontos importantes de como uma estação cliente pode se comportar em relação aos sistemas e que possibilidades de suporte ao desenvolvimento ela fornece.

A análise das características disponíveis no SBTVD do lado do cliente, os receptores, e do lado do servidor devem ser consideradas na arquitetura de qualquer sistema para a televisão digital brasileira. Quando analisamos as necessidades de visualização de conteúdos provenientes de outras plataformas como a *web* as diferenças se destacam e fazem que o processo de conversão de conteúdo seja necessário como veremos no próximo capítulo.

3. Adaptação de Conteúdo para o SBTVD

A adaptação de conteúdo para o ambiente de TV Digital deve levar em consideração o tipo de conteúdo e as linguagens de programação nas quais será possível encontrar suporte no receptor de TV Digital.

Os padrões de TV Digital existentes – DVB (Padrão Europeu), ATSC (Padrão Americano), ISDB (Padrão Japonês) – e agora mais recentemente o SBTVD (Padrão Brasileiro) não possuem as mesmas características. Às vezes, dentro do mesmo padrão, podem existir variações nas características dos receptores. Desta forma, desenvolver um conteúdo com Java ou XHTML (eXtensible HTML), não garante suporte em todos dispositivos do padrão europeu ou brasileiro. Tão pouco dentro de celulares ou dos receptores mais caros do mercado. Isto não acontece e nem irá acontecer a médio ou longo prazo. Muito devido à falta de suporte a interatividade, ou, nos casos em que o suporte existe, as linguagens de programação e componentes variam bastante.

A variação na capacidade e dos formatos de visualização disponíveis nos dispositivos computacionais é um aspecto muito importante para definição da forma de conversão dos conteúdos de aprendizagem. Desta forma, tendo como objetivo principal a

conversão de objetos de aprendizagem disponíveis na *web* para o ambiente disponibilizado pelo SBTVD, é importante analisar os recursos que diferenciam estas duas plataformas. Este comparativo é apresentado na tabela abaixo:

Tabela 3.1. Comparativo de Recursos das Plataformas [OBAA 2010].

Plataforma	Web	Televisão
Imagem	JPEG, PNG, BMP, SVG, Outros...	JPEG e PNG
Áudio	AAC, MP3, WAV, MP4, Outros...	AAC, MP4, WAVE e AAIFF.
Vídeo	Diversos formatos usando plug-ins.	H.264
Navegador XHTML	Sim	Sim
CSS	Sim	Sim
Linguagem Script	ECMA Script	Lua e ECMA Script
NCL	Não	Sim
Java	Sim	Sim (Perfil Avançado)
Flash	Sim	Não
PDF	Sim	Não

Através da análise dos formatos disponibilizados nos dois ambientes podemos categorizar os formatos de acordo com suas possibilidades de adaptação. Estas categorias são definidas neste trabalho como categorias de conteúdos para conversão e são definidas da seguinte forma:

1. Conteúdo gráfico animado não interativo: geralmente disponibilizado nos objetos de aprendizagem em formato Flash ou JavaScripts. O SBTVD permite utilização de JavaScript mas não possui suporte a tecnologia Flash.
2. Conteúdo de documento com estilos fixos: geralmente disponibilizado pelo usuário com um documento do Microsoft Office ou PDF. Estes formatos não tem suporte de visualização dentro do SBTVD.
3. Conteúdo de documento com estilos adaptáveis: geralmente disponibilizado em formato XHTML ou HTML. Tem suporte no SBTVD.
4. Conteúdo multimídia de vídeo ou áudio: Existe um grande número de formatos disponíveis na web e nem todos são suportados pelo SBTVD.

A partir destas categorias podemos ver que temos formatos de conteúdos de objetos de aprendizagem que não podem ser visualizados ambiente do SBTVD, ao contrario da plataforma *web*. As categorias 2 e 4 são ótimos exemplo desta situação, devido a falta de suporte a estes formatos estes objetos não serão visualizados no SBTVD sem adaptação. Dentro desta mesma situação podemos enquadrar o formato Flash da categoria 1. Os demais formatos e categorias podem ser visualizados dentro do SBTVD, mas a qualidade de interação, para o JavaScript, ou de visualização para o XHTML e o HTML nem sempre é o ideal. É importante, também, garantir a qualidade do material a ser visto pelos usuários no SBTVD. Desta forma é importante seguir recomendações de usabilidade para este ambiente sempre que possível. Para isto, na categoria que possui estilos adaptáveis podemos executar transformações no conteúdo de forma que estes se adequem as características da televisão. Alguns exemplos de alterações nos estilos podem ser encontrados em [OBAA 2010], dentre estas modificações podemos ver indicações de cores e tamanhos de fonte.

Para executar as adaptações de conteúdo o capítulo seguinte apresenta alguns estudos da literatura relacionada.

4. Adaptação de Conteúdo para Outras Plataformas

Encontrar exemplos de adaptação de conteúdo para TV Digital é um caso escasso. Este novo ambiente está surgindo aos poucos e por isso ainda tem muitos padrões distintos e pouco trabalho na aplicação de adaptação para este ambiente. Mesmo assim alguns trabalhos podem ser utilizados como base inicial para entendimento dos requisitos de adaptação.

Em [Im 2006] é possível verificar uma proposta de conversão de conteúdo para o padrão europeu, utilizando componentes Java. Esta proposta apresenta uma solução onde um arquivo HTML é transformado em componentes de interface Java. Apesar de uma boa solução o artigo pesquisado apresenta algumas limitações que devem ser consideradas para a proposta que está sendo desenvolvida. A solução apresentada no artigo analisado é baseada em funções com código fixo, dificultando a manutenção e a extensão da solução para outros formatos de conteúdo. Outro aspecto importante a ser considerado nesta solução é sua base no padrão europeu de TV Digital. Por ser desenvolvida baseada nos componentes visuais do padrão europeu é inviável visualizar o conteúdo transformado nos dispositivos receptores da TVD brasileira.

Um trabalho do projeto OBAA [Viccari 2009b] apresenta alguns exemplos de adaptação de conteúdo para a televisão digital. Dentre as implementações apresentadas neste relatório existe a descrição da adaptação de um site para múltiplos ambientes utilizando tecnologia chamada *Java Server Pages* (JSP). Esta tecnologia é baseada no processamento de *tags* em arquivos no lado do servidor para geração de conteúdo XHTML. Este exemplo é bem próximo do conteúdo que se pretende gerar pela solução de software aqui proposta, no entanto, é citado no texto que algumas modificações devem ser realizadas nos objetos de aprendizagem (como, por exemplo: mudança da folha de estilos, mudança no tamanho da fonte, inserção das tags, mudança de algumas figuras e vídeos etc.) para que a interoperabilidade seja alcançada, desta forma, é necessário que as páginas, que representam conteúdos de objetos de aprendizagem, sejam alteradas. Para resolver este problema o relatório apresenta a ferramenta SiteAdapter, que foi criada para adaptar todas as páginas automaticamente, mas na versão relatada este software faz algumas adaptações simples nos objetos de aprendizagem.

A intenção do trabalho aqui proposto é adaptar o conteúdo de forma mais automática possível, sem interação humana. Outro aspecto que este trabalho pretende cobrir é a adaptação de outros tipos de conteúdos comuns em material de aprendizado como, por exemplo, um objeto de aprendizagem com um arquivo PDF, ou documento do pacote Office. Nesta perspectiva verificamos que o SiteAdapter em conjunto com as tags JSP apresentadas em [Viccari 2009b] só atende conteúdo HTML e em sites mais complexos (com Script, flash, vídeo ou som) pode necessitar de algum nível de intervenção humana na adaptação.

Os exemplos de adaptação de conteúdo para a plataforma de TV Digital ainda são poucos, mas podemos ver os desafios de adaptar conteúdos para TV Digital como similares as situações encontradas na adaptação para dispositivos móveis. Isto é verificado pela diferenças e semelhanças entre os padrões e as capacidades computacionais dos dispositivos destes dois ambientes. Desta forma, podemos estudar os desafios e alternativas pesquisadas para o ambiente móvel para decidir sobre

estratégias e considerações importantes no desenvolvimento do sistema de adaptação multiambientes que será proposto.

Laakko (2005) fez uma proposta de adaptação fazendo considerações importantes sobre as informações relevantes para a adaptação de conteúdo e também apresentando estratégias de adaptação. Seu artigo cita que documentos HTML são comumente projetadas para computadores com conexões rápidas de rede, desta forma um processamento considerável e uma reorganização do documento pode ser necessária. O autor ainda cita que para devido a limitações de dispositivos de destino (como o display ou memória), o processo de adaptação deve, muitas vezes redistribuir os documentos de entrada da Web em unidades adequadas perceptível para melhorar a experiência dos usuários de dispositivos móveis. Ainda em [Laakko 2005] algumas técnicas de adaptação são apresentadas:

- Adaptação no lado do servidor: O principal benefício desta técnica é a possibilidade de aproveitar a grande quantidade de recursos disponíveis no servidor. Outro aspecto relevante é que o processo de adaptação do lado do servidor já deve prever algumas características do ambiente de destino.
- Adaptação intermediária: a adaptação intermediária é executada por meio de *proxies*. Este tipo de adaptação permite uma estratégia que naturalmente se encaixa com a heterogeneidade de clientes e provedores de conteúdo.
- Adaptação no lado do cliente: este tipo de adaptação diminui a importância da previsão de características do cliente, no entanto esta estratégia pode sofrer de graves problemas de eficiência devido à capacidade limitada encontrada nos dispositivos finais.

A escolha da técnica ainda não define completamente a arquitetura geral da solução. Em [Serrano 2008] os autores citam algumas estratégias de adaptação que facilitam a visualização de como fazer e o que deve ser adaptado, são elas:

- Adaptação baseada em redimensionamento: adapta o conteúdo conforme o tamanho da tela;
- Adaptação baseada em transcodificação: o conteúdo é transcodificado de um formato para outro.
- Adaptação baseada em redução: adaptar o conteúdo para permitir a sumarização de dados.
- Adaptação baseada em substituição: substituir uma seqüência de quadros estáticos, que são combinados para formar uma apresentação de slides.
- Adaptação baseada em integração: permite adaptar o conteúdo para um vídeo agrupando uma série de imagens geradas e áudio.

Estas informações devem estar presentes na proposição de um trabalho de adaptação, pois elas formam a base de conhecimento de como se pode desenvolver a adaptação de conteúdo.

5. Proposta de Trabalho

O presente trabalho tem como principal objetivo desenvolver uma solução de software para apoiar a adaptação de objetos de aprendizagem para a televisão digital brasileira. Conforme descrito no referencial técnico um objeto de aprendizagem atualmente pode ser visto como um artefato composto de duas unidades de software principalmente: os Metadados e o Conteúdo.

Para que seja possível reutilizar um objeto de aprendizagem em múltiplas plataformas é necessário que este seja adaptado tanto em relação aos seus metadados, quanto em relação ao seu conteúdo.

A adaptação de metadados requer um alto nível de conhecimento dos padrões existentes no mercado. Esta etapa de adaptação dos OAs por si só é um grande projeto de estudo e desenvolvimento. Felizmente muito deste trabalho de estudo e adaptação de metadados já estão contidos nas atividades conduzidas pelo projeto OBAA. A utilização deste padrão permite a aderência com padrões de mercado, ao mesmo tempo em que beneficia novos projetos com características importantes como a adaptabilidade para múltiplas plataformas, dentre elas a televisão digital.

Com o objetivo de maximizar a aderência com padrões e garantir a compatibilidade dos metadados ao ambiente de televisão digital, este trabalho irá utilizar somente objetos de aprendizagem descritos com o padrão OBAA. A utilização deste padrão garante o foco em outro grande objetivo do trabalho que é a visualização do conteúdo de objetos de aprendizagem na plataforma do sistema brasileiro de televisão digital.

Para desenvolver um protótipo de sistema que manipule os metadados do padrão OBAA e faça a adaptação do conteúdo relacionado será proposta uma arquitetura baseada nos trabalhos de referência.

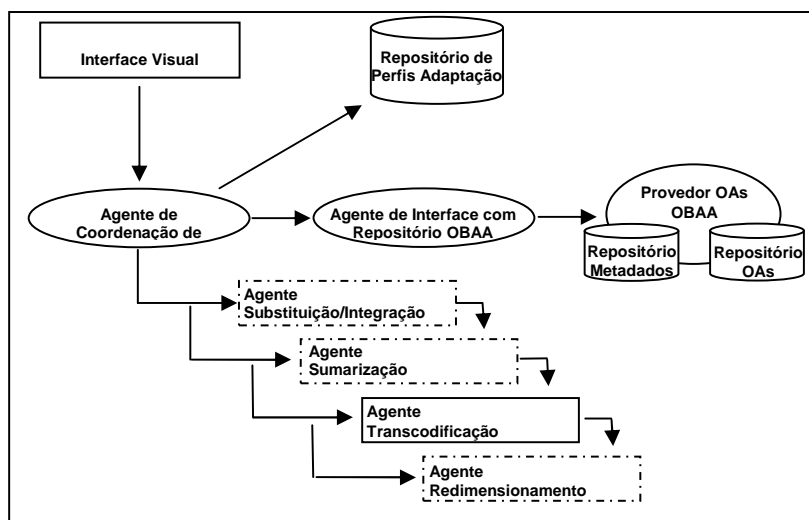


Figura 5.1 – Arquitetura da Solução Proposta

A arquitetura da aplicação proposta no artigo é composta de alguns componentes que executam seus papéis de forma atômica e autônoma, como devem ser os agentes. Os principais componentes da arquitetura são descritos nos parágrafos seguintes.

A interação com o usuário para que este solicite a adaptação de conteúdo se dá através de uma interface visual com o cliente, onde ele poderá consultar os objetos de aprendizagem disponíveis e solicitar sua adaptação para os dispositivos finais. Apesar de prover funcionamento isolado pela interface visual, o sistema também deve prover um serviço para outros sistemas se conectarem e solicitarem a adaptação de conteúdo.

O componente principal do sistema proposto é o agente de coordenação de adaptação responsável por obter as requisições de adaptação e disparar as tarefas definidas no perfil de cada dispositivo final selecionado. Este perfil é armazenado em um repositório de perfis de adaptação que armazena características dos dispositivos ou ambientes que

serão destino dos objetos de aprendizagem. Além das características que dão apoio a adaptação, este repositório também deve descrever as estratégias (sumarização, substituição/integração, transcodificação e redimensionamento) necessárias para cada perfil [Laakko 2005] [Serrano 2008] disponibilizar o conteúdo no formato desejado. Com a evolução dos dispositivos e das características é fácil prever que este repositório de perfis deve aumentar contendo várias estratégias e características para diferentes dispositivos, ou ambientes. Para descrever os perfis e as estratégias necessárias para adaptação de determinado conteúdo será utilizada uma ontologia. Em [Serrano 2008] e [Forte 2007] os autores apresentam as ontologias, provenientes do estudo da Web semântica, como solução para descrição e seleção de estratégia baseada em regras. Segundo os autores as vantagens desta linguagem de descrição incluem o fato de que elas são ideais para a representação de conhecimento estruturado em um alto nível de abstração, estes modelos de domínio podem ser disponibilizados na internet e compartilhados entre vários aplicativos.

Outro componente de grande importância é o agente de interface com repositórios de OAs realizando atividades CRUD (*Create, Retrieve, Update e Delete*) sobre estas bases de dados. Outro aspecto importante deste componente é utilização de ontologias e metadados definidas no padrão OBAA, para poder atualizar e inserir informações nos metadados e armazenar corretamente os conteúdos produzidos.

A solução proposta tem suas estratégias de adaptação encapsuladas em agentes, conforme verificado em [Ally 2005], o que facilita o desenvolvimento de novas estratégias e o encadeamento das mesmas de acordo com cada perfil criado.

Além componentização e a extensibilidade outro aspecto arquitetural relevante a ser analisado é a forma de comunicação dos componentes envolvidos. A forma de comunicação determina um protocolo que deve permitir a ligação dinâmica entre os componentes, devido à natureza genérica dos dispositivos envolvidos.

6. Considerações Finais

A literatura contém uma grande quantidade de exemplos de adaptação para ambientes móveis, mas pouco se fala em adaptação para TV Digital. Apesar disso o estudo de trabalhos de referência viabilizou a definição de uma arquitetura de alto nível para o protótipo de software que deve ser desenvolvido.

Esta arquitetura pretende viabilizar o desenvolvimento de um software de adaptação de objetos de aprendizagem que possa ser acoplada a uma solução maior que compreende um ambiente de autoria, recuperação e fornecimento de objetos de aprendizagem como proposto em [MILOS 2010] pelo projeto OBAA-MILOS. Desta forma a arquitetura baseada em agentes se enquadra perfeitamente, ainda mais quando se considera as necessidades de extensibilidade, alta coesão e baixo acoplamento.

Acredita-se que ao final deste trabalho será possível validar a aplicabilidade da proposta adaptando objetos de aprendizagem disponíveis em repositórios da *web*.

7. Referências Bibliográficas

ABNT (2008) “ABNT NBR 15604, Televisão digital terrestre — Receptores”, disponível em http://www.dtv.org.br/download/pt-br/ABNTNBR15604_2007Vc_2008.pdf.

- Ally, M., Lin, F., McGreal, R. e Woo, B. (2005) “An Intelligent Agent for Adapting and Delivering Eletronic Course Materials to Mobile Learners”.
- Forte, M., Souza, W. e Prado, A. (2007) Using ontologias and Web services for content adaptation in Ubiquitous Computing, to appear in Journal of Systems and Software.
- IBGE (2007) “Domicílios por posse de alguns bens duráveis - Televisão (%)”, disponível em http://www.ibge.gov.br/series_estatisticas/exibedados.php.
- IEEE Learning Technology Standards Committee. (2002) “Draft Standard for Learning Object Metadata”, New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers, disponível em: http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf.
- Im, S., Lee, S., Wu, X., Lee, M., Hwang, D. (2006) “Design and Implementation of SCORM Content Conversion for DiTV”, in Proceedings of the 2006 Internetal Conference on Hybrid Information Technology.
- Laakko, T. e Hiltunen, T. (2005) “Adapting Web Content to Mobile User Agents”, IEEE Internet Computing, Volume 9, Número 2, p.46-53.
- MILOS OBAA (2010) “Infraestrutura de Agentes”, disponível em http://obaa.unisinos.br/?pg=infraestrutura_de_agentes.html.
- OBAA (2010) “Recomendações de Interoperabilidade”, disponível em <http://www.portalobaa.org/obaac/padrao-obaa/recomendacoes-de-interoperabilidade>.
- Polsani, P. R. (2003) “Use and Abuse of Reusable Learning Objects”, Journal of Digital Information, Volume 3, Numero 4.
- Sacrini, M. (2008) “O uso da televisão digital no contexto educativo”, disponível em <http://www.fae.unicamp.br/etd/include/getdoc.php?id=859&article=299&mode=pdf>.
- Serrano, Mi., Serrano, Ma. e Lucena, C. (2008) “Framework for Content Adaptation in Ubiquitous Computing Centered on Agents Interoperability and Collaborative MAS”, em Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES 2008), Outubro 13 - 17, Campinas, SP, Brasil, pp. 1-12.
- Silva, M. (2008) “TV Digital Interativa: Uma janela educativa com perspectiva no sujeito da ação”, disponível em [http://www.ce.ufpb.br/ppge/Teses/teses08/MARIA%20DAS%20GRA%20C7AS%20AMARO%20DA%20SILVA/A%20Tese%20Final%20\(Revisada\)%20julho%202008.pdf](http://www.ce.ufpb.br/ppge/Teses/teses08/MARIA%20DAS%20GRA%20C7AS%20AMARO%20DA%20SILVA/A%20Tese%20Final%20(Revisada)%20julho%202008.pdf).
- Vicari, R.; et al. (2009) “Projeto OBAA - Relatório Técnico RT-OBAA-01 - Proposta de Padrão para Metadados de Objetos de Aprendizagem Multiplataforma”, UFRGS/CINTED, disponível em: <http://www.portalobaa.org/obaac/padrao-obaa/relatorios-tecnicos/RT-OBAA-01.pdf/view>.
- Vicari, R.; et al. (2009) “Projeto OBAA - Relatório Técnico RT-OBAA-02 – Grupo Video e Áudio – Mecanismos para criação de conteúdo interoperável entre Web, TV Digital e Móveis, Impacto de diferentes modelos de metadados na integração de tecnologias para Web, TV Digital e Móvel”, UFRGS/CINTED, disponível em http://www.portalobaa.org/obaac/padrao-obaa/relatorios-tecnicos/013_RT-OBAA-02.pdf/view.
- Wiley, David A. (2001) “Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: A Definition, A Metaphor, and A Taxonomy”, disponível em <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>.