

Mecanismos para criação, catalogação e recuperação de objetos de aprendizagem interoperáveis

Alexandro Bordignon, Fernando Varella, Rosa Maria Vicari, Valter Roesler
UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Av. Bento Gonçalves, 9500 – Bloco IV - CEP 91501-970 - POA/RS – Brasil
55 51 3308 6167

{abordignon, fvarella, rosa, roesler}@inf.ufrgs.br

RESUMO

Este artigo apresenta uma proposta para o desenvolvimento unificado de objetos de aprendizagem para acesso via TV digital, Web e dispositivos móveis, além de um conjunto de metadados que permite a catalogação e recuperação dos mesmos por essas plataformas. Inicialmente são descritos os formatos e linguagens comuns nos dispositivos das três plataformas, bem como os principais padrões de metadados existentes para as mesmas. Com base nesse estudo, apresenta-se uma proposta de formatos e linguagens de programação interoperáveis e uma proposta de metadados. A proposta apresentada foi validada e é parte integrante do padrão nacional OBAA [1], que busca a interoperabilidade através de técnicas de sistemas multiagentes.

ABSTRACT

This paper presents a proposal for unified development of learning objects, for access by digital TV, Web and mobile phones, yonder a metadata extension that allow cataloguing and recovery them by the same platforms. First, the common formats and programming languages available are described, such as the main metadata standards for each platform. As result, several recommendations for interoperability are presented. This proposal was validated and is part of OBAA brazilian standard [1], that researches interoperability using multiagent systems.

Categories and Subject Descriptors

H.4.3 [Information Systems Applications]: Communications

General Terms

Management, Measurement, Standardization.

Keywords

Multimídia, Interoperabilidade, Metadados, Objetos de Aprendizagem.

1. INTRODUÇÃO

O mundo, cada vez mais interconectado, proporciona à população o acesso a serviços digitais através de diversos mecanismos, como

Web, TV digital e aparelhos móveis. Dessa forma, independentemente de onde o usuário se encontre, tem possibilidade de acesso à tecnologia digital.

O objetivo deste artigo é apresentar uma proposta de desenvolvimento interoperável¹, onde se produz o conteúdo uma única vez e ele pode ser executado nas três plataformas, evitando a redundância na geração de conteúdo. Assim, o foco é na adaptação entre as diferentes plataformas ao invés da criação e manutenção de conteúdo de forma exclusiva para cada uma.

Em relação aos metadados, o objetivo é disponibilizar um conjunto de informações sobre os objetos de aprendizagem que permita utilizá-los também de forma unificada nas três plataformas. A dificuldade é que os padrões de metadados educacionais utilizados atualmente foram propostos inicialmente para a Web, sem prever o acesso de um mesmo objeto de aprendizagem por diferentes plataformas ou em diferentes formatos. Além disso, os padrões de metadados utilizados para a Web não são os mesmos utilizados para a TV digital.

Este artigo propõe conjuntos de metadados de extensão que, além de contemplar os requisitos educacionais, atendem também aos requisitos técnicos de cada plataforma e possibilitam a catalogação dos objetos de aprendizagem para acesso pelas três plataformas, tanto para objetos desenvolvidos seguindo as recomendações de interoperabilidade quanto para os que não seguem essas recomendações.

A seção 2 apresenta trabalhos relacionados. Na seção 3, são descritas as recomendações para interoperabilidade entre os padrões de mídia de cada dispositivo. A seção 4 apresenta os principais padrões de metadados existentes para Web e TV digital, enquanto que a seção 5 descreve as propostas de extensão para os padrões educacionais. Para validar o sistema, a seção 6 demonstra três aplicativos interoperáveis desenvolvidos e seus metadados associados. Por fim, a seção 7 traz as considerações finais.

2. TRABALHOS RELACIONADOS

Na área de interoperabilidade, a preocupação de construção de uma plataforma comum para acesso à informação por meio de diversos equipamentos não é um objetivo recente. Dentre os trabalhos da W3C, hoje a organização mais respeitada em termos

WebMedia'11: Proceedings of the 17th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web. Full Papers.
October 3 -6, 2011, Florianópolis, SC, Brazil.
ISSN 2175-9642.
SBC - Brazilian Computer Society

¹ Este artigo define interoperabilidade como a capacidade da utilização de uma linguagem, padrão ou protocolo comum, independente do dispositivo, de forma que um conteúdo possa ser utilizado em diferentes ambientes.

de padronização para a Web, está a meta “Interoperabilidade da Web”, que busca compatibilidade no acesso à Web por todos os dispositivos [2]. A iniciativa da Web Móvel do W3C tem como meta tornar o acesso à Web, a partir de qualquer tipo de equipamento, tão simples, fácil e conveniente quanto o acesso a partir de uma mesa de trabalho. Dessa forma, telefones celulares, *smartphones*, assistentes pessoais digitais, sistemas de televisão interativos, sistemas de resposta por voz, quiosques e até mesmo alguns eletrodomésticos podem acessar a Internet [2].

O presente artigo segue as recomendações de protocolos recomendados pela W3C para Web e móveis, mas vai além, analisando também o ambiente de TV digital e propondo formatos interoperáveis de mídia.

O foco de diversos trabalhos de pesquisa atualmente está relacionado à interoperabilidade entre celulares e televisão digital. É o caso do trabalho de Paulson [3], que faz uma análise das possibilidades de banda e tipos de padrões existentes para assistir TV nos dispositivos móveis. Cagenius [4] propõe uma abordagem onde o usuário transfere a visualização da TV digital para o celular, podendo também interagir através do dispositivo móvel. O trabalho de Liang [5] apresenta a padronização para cenários futuros envolvendo o padrão DVB-S, integrando TV digital, dispositivos móveis e Internet banda larga. O artigo aborda algumas necessidades de rede, como o uso de QoS e a padronização dos canais de retorno via satélite.

Os artigos relacionados vistos acima trabalham com a possibilidade do usuário assistir televisão no dispositivo móvel, e não na padronização da geração do conteúdo, buscando uma interoperabilidade e otimização nos recursos, como é o caso da proposta deste artigo.

Em relação a trabalhos relacionados à especificação de um padrão unificado de metadados, a maioria dos projetos e sistemas que utilizam padrões complexos formados por vários sub-padrões, como o MPEG-21, utilizam apenas uma parte desses padrões. Até mesmo padrões mais simples como o LOM (que será detalhado mais adiante) possuem diversos perfis onde cada perfil foi criado para atender a necessidades de um conjunto específico de aplicações. CanCore [6] é um perfil LOM para atender aos requisitos canadenses, enquanto que o UK LOM Core é um perfil para o Reino Unido [7]. Um ponto importante dos perfis é que os metadados que estão de acordo com um perfil também estão de acordo com o padrão do qual o perfil foi originado, uma vez que são sub-conjuntos do mesmo.

Em outros casos um único padrão não atende as necessidades de uma aplicação, por isso são feitas extensões e integrações de padrões. Esta integração ainda é uma área de pesquisa em aberto, porém algumas abordagens já foram propostas e implementadas.

Pfeiffer [8] integrou em uma arquitetura os padrões TV-Anytime e MPEG-7. Nesta arquitetura o padrão de metadados principal é o TV-Anytime, porém quando há a necessidade de descrever algumas características de um conteúdo áudio-visual, tal descrição é realizada utilizando o padrão MPEG-7. Portanto Pfeiffer definiu diretrizes e pontos onde deve-se usar o TV-Anytime ou o MPEG-7. Como alguns dados do MPEG-7 também aparecem no TV-Anytime, a definição de diretrizes implicitamente definiu perfis dos dois padrões que são combinadas de forma complementar. Dessa maneira são evitadas replicações de dados.

Durand [9] no projeto IST SAVANT (*Synchronised and Scalable AV content Across NeTworks*) teve como meta empregar simultaneamente *broadcast* e redes de telecomunicação de forma a possibilitar o uso da TV interativa através de aparelhos estáticos (televisão), portáteis (TabletPc) e móveis (PDA). Para isto foi explorada a integração do MPEG-7, MPEG-21 e TV-Anytime. O TV-Anytime foi utilizado como *framework* para, semanticamente, descrever serviços de TV digital, o MPEG-7 foi usado para descrever formatos de mídia e o MPEG-21 foi aplicado na definição de formas alternativas para exibição de conteúdo nas diferentes plataformas (aparelhos estáticos, portáteis e móveis).

Este artigo reutiliza a idéia proposta no projeto SAVANT, porém expande o mesmo contemplando também a plataforma Web e outros dispositivos móveis. Além disso, os metadados de adaptação do projeto SAVANT são combinados com o padrão MPEG-7, enquanto neste artigo os autores customizaram os mesmos para aderir ao padrão LOM, que é a base dos padrões educacionais existentes.

Em trabalhos efetuados pelos próprios autores, Roesler [10] apresenta a arquitetura geral para possibilitar a criação, gerenciamento e entrega de conteúdo para diferentes plataformas. Bordignon [11] apresenta uma proposta inicial de recomendações de usabilidade e de formatos de mídias de uso comum nas três plataformas, baseadas em acesso Web. Varella [12] apresenta o *framework* Web denominado Interop, uma biblioteca de *tags* para customização de conteúdo baseada na tecnologia *Java Server Faces* (JSF), para ser utilizada em servidores Web baseados em JavaEE (*Java Platform, Enterprise Edition*).

Este artigo aprofunda o estudo realizado em [11] e utiliza o *framework* Interop proposto em [12] para adaptação de páginas Web dos objetos desenvolvidos. Adicionalmente descreve a implementação do módulo “Armazenamento” da arquitetura apresentada em [10], através de uma proposta concreta de metadados.

3. DESENVOLVIMENTO INTEROPERÁVEL

Em termos de padronização, os autores trabalharam com o ISDB-Tb (*International System for Digital Broadcasting – Terrestrial – brazilian flavour*) para TV digital. No ambiente de dispositivos móveis, utilizou-se a plataforma de celulares, devido à grande utilização em relação aos demais equipamentos móveis. Em relação aos computadores pessoais, nenhuma restrição foi aplicada, pois seu poder de processamento e flexibilidade é muito maior que o dos outros dispositivos. Entretanto, os resultados podem facilmente ser transportados para outros padrões existentes.

As próximas subseções apresentam os padrões de diferentes aspectos de cada ambiente e apresenta as recomendações dos autores para os diversos níveis de padronização necessários para a interoperabilidade entre as três plataformas.

3.1 Interface com o usuário

Interfaces para dispositivos Web, móveis e de TV digital possuem diferentes recomendações de usabilidade, que refletem na construção da interface. Enquanto na Web e no celular, são sugeridas cores claras de fundo e cores escuras de fonte, na TV digital o inverso é recomendado (cor escura de fundo e cor de

fonte clara). Em relação ao padrão de fonte em si, cada *browser* de celular vem com sua própria definição de fontes. Para a TV digital são recomendadas Gill Sans, Tiresias e Frutiger, por ser fontes não serifadas e, portanto, mais legíveis [13]. Já na Web, várias fontes podem ser utilizadas. Em relação ao tamanho da fonte, na TV digital são sugeridos no mínimo 18 pontos para conteúdo texto [13], devido à resolução, e no celular 12 pixels devido ao tamanho de tela. Para a Web, no entanto, não foram encontradas recomendações nesse sentido. A Tabela 1 sumariza as principais recomendações de usabilidade.

Tabela 1. Principais recomendações de usabilidade.

Dispositivo	Web	TV Digital	Móveis
Cor da Fonte	Cores escuras	Cores claras	Mesmo da Web
Cor do Fundo	Cores claras	Cores escuras	Mesmo da Web
Fonte recomendada	Arial, Times, Verdana, Georgia, outras	Gill Sans, Tiresias e Frutiger	Família Sans-serif
Tamanho de Fonte	-	Título: 36 pt Menus: 20 pt Texto: 22 pt Botões: 18 pt	Título 1: 18 px Título 2: 16 px Texto: 12 px

3.2 Conteúdo Texto

Entre os conteúdos de tipo texto, a proposta deste artigo é a utilização da linguagem XHTML², juntamente com folhas de estilos CSS³ e linguagens Script, conforme detalhamento a seguir:

- *Extensible Markup Language* (XHTML) é uma linguagem de marcação que tem a mesma abrangência de expressão do HTML, mas segue as leis da sintaxe XML (*Extensible Markup Language*). Além de não consumir muito espaço, o XHTML é padronizado para a Web, TV digital e dispositivos móveis. Na TV digital, o XHTML é inclusive recomendado para interoperabilidade com os principais sistemas de TV digital existentes no mundo [14]. Além disso, com navegadores disponibilizados nos *set-top boxes*, os objetos de aprendizagem desenvolvidos poderão ser acessados sem novas modificações.
- *Cascading Style Sheets* (CSS): é bastante recomendado para resolver o problema da personalização da interface em cada ambiente, conforme descrito na seção 3.1. Dessa forma, o servidor de aplicação retorna um arquivo de estilo diferente dependendo do dispositivo que está requisitando a página web. O *web designer* define um arquivo de estilos para cada dispositivo somente uma vez e reutiliza o mesmo em todas as páginas posteriormente criadas. A identificação do tipo de dispositivo e da adaptação da folha de estilos é realizada pelo *framework* Interop, descrito nos trabalhos relacionados.
- *Script Languages*: tanto XHTML como CSS representam conteúdos estáticos, limitando a possibilidade de criação de lógica dinâmica, matemática e procedural no lado do cliente. Para superar essas limitações das linguagens de marcação usam-se linguagens de *script*. O padrão ECMAScript foi gerado a partir da harmonização de tecnologias, onde estão principalmente o JavaScript (Netscape) e o JScript (Microsoft). O ECMAScript estende as funcionalidades do XHTML na Web, celulares e TV digital, porém, com

diferentes versões. Na Web, o padrão mais comum é o ECMA-262, enquanto que dispositivos móveis e TV digital suportam subconjuntos desse padrão. Nos dispositivos móveis, o ECMAScript – Mobile Profile (ESMP) foi criado para dar melhor suporte à comunicação em baixas larguras de banda e clientes com poucos recursos. Nesse ambiente, sugere-se o uso de ESMP junto com o perfil de XHTML para celular, conhecido como XHTML-MP. Na TV digital, sua presença nos *set-top boxes* é opcional, mas pode ser utilizada a linguagem *Lua Script* em seu lugar.

3.3 Imagens

Quanto às imagens, para a TV digital os formatos PNG, JPEG e H.264/MPEG-4 AVC “I-Picture” são de suporte obrigatório em todos os receptores [14]. Nos dispositivos móveis, os formatos GIF, JPEG e PNG são suportados pela grande maioria dos dispositivos móveis atuais, conforme pode ser observado nas configurações dos celulares no site de seus fabricantes. Adicionalmente, o uso dos formatos GIF 89a e JPEG em conteúdos para Web móvel é uma recomendação W3C [15].

Com base nisso, para interoperabilidade de imagens, recomenda-se a utilização do formato JPEG, por ser padrão nos três ambientes. O formato PNG também pode ser utilizado. Embora não padronizado para dispositivos móveis, é amplamente suportado nos dispositivos existentes no mercado, e é padrão para TV e Web.

3.4 Vídeo

O padrão de compressão de vídeo definido para o sistema ISDB-Tb foi o H.264/AVC [14]. Nos dispositivos móveis, o formato 3GP com codificação H.263 é o mais utilizado e, por isso, recomendado pelos autores deste artigo. O padrão de vídeo mp4 é um *codec* de vídeo opcional em vários padrões recentes, no entanto, é amplamente suportado nos mais recentes dispositivos móveis disponíveis no mercado, juntamente com o H.263.

Na validação efetuada neste artigo, os vídeos foram armazenados em H.264 e para execução no celular foram convertidos para o formato 3gp com compressão H.263, uma vez que não existe um formato de vídeo comum para as três mídias.

3.5 Áudio

Em relação ao áudio, as normas ISDB-Tb definem como suporte obrigatório o formato MPEG-4 Áudio AAC-LC, e como opcionais os formatos MPEG-2 Áudio AAC LC/BC, PCM (AIFF-C), MPEG-1 áudio layer 3 (MP3) [14]. Para dispositivos móveis, são frequentemente utilizados diversos *codecs* de áudio, como AMR-NB, AMR-WB, *RealAudio Voice*, *RealAudio* 7, 8 e 10, MP3, AAC (MPEG-4 *Advanced Audio Coding*), AAC+ e eAAC+.

Por ser comum aos três ambientes, os autores recomendam a utilização do formato de áudio AAC.

4. PADRÕES DE METADADOS

Dentre os padrões básicos de metadados para Web e educacionais, figuram como mais conhecidos o *Dublin Core Metadata Initiative* (DCMI⁴) e o IEEE 1484.12.1 *Standard for Learning Object Metadata* [16], também conhecido simplesmente como IEEE LOM.

² <http://www.w3.org/TR/xhtml1/>

³ <http://www.ietf.org/rfc/rfc2318.txt>

⁴ <http://dublincore.org>

Definido na RFC 5013 [17], o *Dublin Core* é um padrão de metadados que se divide em duas classes de termos que são os elementos (nomes) e os qualificadores (adjetivos), especificando 15 elementos para descrição de recursos. Seu nome deriva de um *workshop* efetuado em Dublin, em 1995, onde se reuniram bibliotecários, pesquisadores de bibliotecas digitais, especialistas em conteúdo e linguagens Web. Eles definiram conjuntamente um núcleo de 15 metadados julgados imprescindíveis para os recursos. São eles: *Title, Creator, Subject, Description, Publisher, Contributor, Date, Type, Format, Identifier, Source, Language, Relation, Coverage e Rights*.

Na educação, o mais conhecido é o IEEE LOM, que é também utilizado como base para outros padrões mais abrangentes, como o IMS [18] e SCORM [19] e alguns sub-perfis (*application profiles*), que definem como obrigatórios apenas um subconjunto de metadados, como o *CanCore* [6] e o *UK LOM Core* [7]. O IEEE LOM é um padrão de metadados especificado pelo IEEE *Learning Technology Standards Committee* (LTSC), visando definir um conjunto mínimo necessário de atributos para o correto gerenciamento, localização e avaliação de objetos de aprendizagem. Prevê metadados para as diferentes categorias, disponibilizadas em grupos, a saber: *General, Life Cycle, Meta-Metadata, Technical, Educational, Rights, Relation, Annotation e Classification*.

O SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) define sistemas de gerência de aprendizado (LMS – *Learning Management Systems*) e conteúdo educacional de forma que eles interoperem entre diferentes sistemas que suportam o padrão. Basicamente, trata de dois grandes elementos: empacotamento de conteúdo e troca de dados em tempo de execução. O primeiro trata da forma que o conteúdo deve ser entregue no sentido físico, contendo no seu núcleo um documento chamado *imsmanifest*, que contém toda informação necessária para o LMS importar e lançar o conteúdo sem intervenção humana. O segundo trata da troca de dados, especificando como o conteúdo interage com o LMS em tempo de execução. Para descrição dos metadados do objeto de aprendizagem, utiliza o padrão IEEE LOM, citado anteriormente.

Na TV digital e conteúdo multimídia, outros padrões de metadados são utilizados, como as tabelas SI/PSI [20], MPEG-7 [21], MPEG-21 [22] e TV-Anytime [23]. As tabelas SI/PSI são os metadados básicos adotados pelos diversos padrões de TV digital em operação no mundo. Porém, não é objetivo das tabelas SI/PSI catalogar mídias, mas sim permitir ao terminal sintonizar os diferentes canais e fornecer ao usuário informações sobre a programação corrente e futura (*Electronic Program Guide*).

Os padrões MPEG-7 e MPEG-21 são voltados a conteúdo áudio-visual. O MPEG-7, formalmente chamado de *Multimedia Content Description Interface*, é um padrão ISO/IEC desenvolvido pelo *Moving Picture Experts Group* (MPEG), no ano de 2001. O objetivo do MPEG-7 é fornecer uma descrição de conteúdo áudio-visual, garantindo a interoperabilidade entre aplicativos multimídia em busca, indexação, filtragem e acesso de conteúdo [21]. Isso possibilita que aplicativos diversos possam trabalhar com metadados multimídia. O diferencial desse padrão, comparando-se a outros, é a flexibilidade em relação ao que pode ser descrito, permitindo tanto a descrição de informações semânticas e complexas, como estruturas mais simples. O formato MPEG-21, da ISO/IEC, define um padrão onde os diferentes elementos formam uma infra-estrutura permitindo que a entrega e

consumo de conteúdos de mídia trabalhem em conjunto. Além disso, busca diminuir a distribuição ilegal de arquivos entre usuários na Web. O MPEG-21 é formado por 17 partes, combinadas em quatro grupos. O primeiro grupo constitui a parte do *framework* dedicada à identificação, representação e controle de propriedade intelectual dos itens digitais. O segundo grupo constitui a parte preocupada com as questões de processamento e manipulação dos itens digitais. O terceiro grupo constitui a parte do *framework* voltada aos testes e validações da conformidade dos itens digitais com as especificações criadas pelo primeiro grupo. Por fim, o quarto grupo constitui a parte envolvida com a distribuição e persistência dos itens digitais.

O TV-Anytime é uma associação de organizações formada em uma reunião realizada em Newport Beach, Califórnia, EUA, no ano de 1999, visto a necessidade de acolher os diversos e novos serviços que o atual mercado tecnológico exige, como consumidores mais autônomos e no controle de captar, armazenar, verificar e distribuir conteúdo para suas próprias redes pessoais e outros ambientes digitais, além do compartilhamento com outras pessoas [24]. Jogos, informações, pacotes educativos e recreativos, *t-commerce* e serviços utilitários, como bancos, lojas e aplicações financeiras são outras opções. Junto a tudo isso, provedores preocupados em saber qual conteúdo é mais relevante para seus usuários e a capacidade de armazenar, monitorar, mover e redistribuir esse conteúdo, de forma gratuita ou licenciada. Essas especificações prevêm a procura, seleção, aquisição e uso legal de conteúdo particular armazenado local e/ou remotamente vindo por *broadcast* ou de serviços *online* (pelo canal de interatividade) [23]. Dessa forma, o TV-Anytime é atualmente o padrão de metadados mais completo para TV digital.

5. PROPOSTA DE EXTENSÃO PARA OS PADRÕES EDUCACIONAIS

O IEEE LOM é a base dos padrões de metadados utilizados para a educação e, por esse motivo, também foi utilizado como referência neste artigo, uma vez que o principal objetivo é a aplicação da proposta na área educacional.

Com base no estudo realizado sobre os diversos padrões de metadados, o objetivo neste capítulo é descrever algumas categorias de metadados ainda não previstos pelos padrões educacionais e que, além de importantes devido à inserção das novas mídias de TV digital e móveis, possibilitam a interoperabilidade dos aplicativos entre as diferentes plataformas.

As seções a seguir apresentam os dois conjuntos de metadados propostos como uma extensão ao padrão LOM, juntamente com a justificativa do porque cada grupo de metadados foi recomendado.

5.1 Metadados de Adaptação

Embora a situação ideal fosse aquela em que todo conteúdo ou mídia produzida pudesse ser transmitido e executado exatamente da mesma forma em qualquer tipo de dispositivo, algumas características específicas de cada um deles impedem que esse ideal seja alcançado.

Tomando como exemplo um curso educacional em vídeo. Esse vídeo deverá ser disponibilizado em pelo menos dois formatos (dois arquivos distintos): um para dispositivos móveis (com codificação H.263) e outro para a Web e TV (com codificação H.264). Embora sejam duas mídias, o objeto de aprendizagem é o

mesmo, apenas em formatos diferentes. Dessa forma, ambas as mídias terão o mesmo título, descrição, assunto, autor, palavras-chaves, etc, ou seja, são referentes ao mesmo objeto de aprendizagem.

Se essas mídias forem vistas como objetos de aprendizagem distintos, pelo menos dois problemas poderão ser observados: (a) o trabalho de geração dos metadados do OA será dobrado, pois mesmo com todos os dados descritivos sendo iguais, será necessário documentar repetidas vezes, uma para cada arquivo físico de metadados; (b) quando o usuário procurar pelo assunto do curso, os dois vídeos serão apresentados para o usuário e o ele precisará selecionar o vídeo adequado, dependendo do tipo de dispositivo que está utilizando.

Uma melhor solução é catalogar de forma unificada esse conteúdo e quando o usuário selecionar tal objeto, que o sistema identifique automaticamente o tipo de dispositivo e envie a mídia adequada, sem que o usuário necessite saber dessa diferenciação.

Essa funcionalidade pode ser atingida por meio de metadados de adaptação, onde apenas os metadados técnicos necessitarão ser repetidos (mas para cada tipo de dispositivo terá informações diferentes), enquanto os demais dados descritivos (título, descrição, etc) serão documentados uma única vez.

Como sugestão para adoção junto ao padrão LOM, optou-se por estender o grupo 4: *Technical*, incluindo novos metadados. A seguir serão descritos resumidamente os principais, e citados os demais por questões de espaço.

4.8: *SupportedPlatforms*: indica em quais plataformas o objeto de aprendizagem está apto a ser executado. Foram previstos três tipos básicos de plataformas digitais para disponibilização de OAs: Web, TV digital (*DTV*) e dispositivos móveis (*mobile*).

4.9: *PlatformSpecificFeatures*: Identifica os dados técnicos das mídias, da mesma forma que o item 4: *Technical*, porém aplicados a cada uma das plataformas para as quais o objeto de aprendizagem foi previsto. Esse novo grupo de metadados é opcional, caso os metadados técnicos gerais informados valham para as três plataformas (metadados 4.1 a 4.7 do LOM), mas pode ser repetido mais de uma vez, caso o valor de um ou mais metadados técnicos sejam específicos para determinada plataforma indicada no item 4.8: *SupportedPlatforms*.

4.9.1: *SpecificPlatform*: Tipo da plataforma digital à qual se aplicam os parâmetros. Utiliza o mesmo vocabulário de tipos de plataforma usado no item 4.8: *SupportedPlatforms*.

4.9.2: *SpecificFormat*: Formato da mídia criada para utilização na plataforma especificada no item 4.9.1. Segue as mesmas definições e regras do item 4.1: *Format* do LOM, porém aplicadas à mídia específica.

4.9.3: *SpecificSize*: Tamanho da mídia criada para utilização na plataforma especificada no item 4.9.1. Segue as mesmas definições e regras do item 4.2: *Size* do LOM, porém aplicadas à mídia específica.

4.9.4: *SpecificLocation*: Uma sequência de caracteres utilizada para acessar a mídia criada especificamente para utilização na plataforma especificada no item 4.9.1. Segue as mesmas definições e regras do item 4.3: *Location*, porém aplicadas à mídia específica.

Além desses, também foram definidos e especificados os seguintes:

- 4.9.5: *SpecificRequirement*;
- 4.9.5.1: *SpecificOrComposite*;
- 4.9.5.1.1: *SpecificType*;
- 4.9.5.1.2: *SpecificName*;
- 4.9.5.1.3: *SpecificMinimumVersion*;
- 4.9.5.1.4: *SpecificMaximumVersion*;
- 4.9.6: *SpecificInstallationRemarks*;
- 4.9.7: *SpecificOtherPlatformRequirements*.

Como se pode observar, os nomes adotados para os metadados 4.9.2: *SpecificFormat* até 4.9.7: *SpecificOtherPlatformRequirements* seguem a mesma nomenclatura dos itens correspondentes no LOM, porém precedidos do prefixo “*Specific*”. O objetivo de manter nomenclatura similar é facilitar a identificação dos campos correspondentes aos do item 4: *Technical* geral (ou seja, independente da plataforma) com o grupo 4.9 *PlatformSpecificFeatures* (dados técnicos específicos para uma determinada plataforma). O prefixo “*Specific*” foi utilizado para não haver duplicidade de nomes, conforme recomendação do próprio padrão LOM.

Mesmo com a padronização de nomenclatura adotada neste artigo, observa-se que a proposta é facilmente adaptável para estender outros padrões de metadados já existentes e que ainda não suportam tais recursos.

5.2 Metadados para Segmentação

Em arquivos multimídia, por exemplo, nem sempre um usuário se interessa por um vídeo por completo. Em algumas situações, pode se interessar por um determinado trecho ou alguns trechos relacionados a um determinado tema. Por exemplo, em um curso sobre televisão digital, o usuário queira ver apenas as partes que tratam dos aparelhos receptores. Isso pode ser viabilizado por metadados de segmentação.

Um segmento é um fragmento contínuo de um programa. Um segmento particular pode pertencer a um único programa, mas pode ser membro de vários grupos de segmentos. Um grupo de segmentos denota uma coleção de segmentos que são associados por uma finalidade particular ou devido a uma propriedade em comum. Um grupo de segmentos pode conter segmentos ou outros grupos de segmentos, de um ou mais programas [23].

O padrão LOM também foi estendido com um novo grupo de metadados, o 10: *SegmentInformationTable*, cujos metadados básicos originaram-se do padrão TV-Anytime [23], mas de forma adaptada para atender as necessidades educacionais. Com as modificações, esse conjunto de metadados possibilita segmentar, além de áudio e vídeo, outros formatos como texto, imagens ou até itens não digitais (como livros ou revistas). A lista de metadados sugerida como extensão ao LOM é descrita a seguir:

10: *SegmentInformationTable*: novo grupo que conterá o conjunto de informações referente a segmentação e grupos de segmentos dos objetos de aprendizagem.

10.1: *SegmentList*: lista de segmentos de um objeto.

10.1.1: *SegmentInformation*: Agrupamento das informações de um segmento.

10.1.1.2: *SegmentIdentifier*: Identificador único do segmento no objeto de aprendizagem.

10.1.1.3: *SegmentTitle*: Título do segmento.

10.1.1.4: *SegmentDescription*: Descrição do conteúdo do segmento.

10.1.1.6: *SegmentKeyword*: Palavras-chave referentes ao segmento.

10.1.1.7: *SegmentMediaType*: Classifica o segmento em *document* (conteúdo texto, nos formatos txt, doc, odt ou não digital), *hyperdocument* (hiperdocumentos no formato HTML ou XHTML), *audio*, *video* ou *others* (outros).

10.1.1.8: *Start*: indica o início do segmento no objeto de aprendizagem. Para tipo de mídia do segmento *document*, o início do segmento será a página e, opcionalmente, a linha de início. Se o tipo de mídia for *hyperdocument*, será o nome de uma página, uma seção ou *bookmark* da página, indicado pelo caractere “#”, ou ainda alguma mídia embutida na página (nesse caso, o segmento é a seção ou a própria mídia referenciada). Se o tipo de mídia for *audio* ou *video*, será informado o tempo em que inicia o segmento.

10.1.1.9: *End*: Localiza o final do segmento no objeto de aprendizagem. Para mídias do tipo *document*, *audio* ou *video*, segue a mesma sintaxe do item 10.1.1.8. Caso não seja especificado, o final do segmento será o final da mídia (digital ou impressa). Para os objetos do tipo *hyperdocument*, esse metadado não será preenchido, pois a seção indicada por 10.1.1.8: *Start* já indica por si só seu início e fim.

Além desses, também foram definidos e especificados os metadados de agrupamento dos segmentos:

- 10.2: *SegmentGroupList*;
- 10.2.1: *SegmentGroupInformation*;
- 10.2.1.1: *Identifier*;
- 10.2.1.2: *GroupType*: *highlights*, *bookmarks*, *themeGroup*, *preview*, *activities* ou *other*;
- 10.2.1.3: *Title*;
- 10.2.1.4: *Description*;
- 10.2.1.5: *Keyword*;
- 10.2.1.6: *Segments*;
- 10.2.1.6.1: *Identifier*: Identificador único do segmento.

6. IMPLEMENTAÇÕES PARA VALIDAR A PROPOSTA

Com objetivo de validar a proposta, foram convertidos três objetos de aprendizagem para formatos interoperáveis e gerados arquivos XML com os metadados para os mesmos. O primeiro objeto é um vídeo e os demais são compostos por páginas Web, imagens e vídeos, o que demonstra a flexibilidade da proposta.

6.1 Objeto de Aprendizagem “De onde vem a televisão?”

O primeiro objeto de aprendizagem, onde foram aplicados os metadados de extensão, é um vídeo chamado “De onde vem a televisão?”, originalmente disponível no repositório SACCA⁵ em

⁵ <http://cesta.cinted.ufrgs.br/sacca/player/dove/dove7.wmv>

formato *wmv*. Esse objeto de aprendizagem explica a origem da televisão, contando um pouco de sua história, além de explicar como é o funcionamento da transmissão de TV atualmente.

Esse vídeo foi convertido para o formato H.264/AAC e encapsulado num arquivo “.mp4” para execução na TV digital e Web, e para o formato H.263/AAC encapsulado em arquivo “.3gp” para execução nos dispositivos móveis. Logo, o vídeo é disponibilizado em dois formatos distintos, que permitem a execução do conteúdo nos três ambientes de testes, conforme ilustrado na Figura 1.



Figura 1. Objeto de Aprendizagem “De onde vem a televisão?”, apresentado nas três plataformas.

A Figura 2 ilustra alguns valores de metadados gerados para o grupo 4: *Technical*, já com a extensão proposta. Como se pode observar, o metadado *SupportedPlatforms* indica que este objeto de aprendizagem está disponível para as plataformas móvel, Web e de TV digital. O grupo *PlatformSpecificFeatures* aparece duas vezes, uma para móveis e uma para TV digital (indicado pelo metadado *PlatformType*). Para a plataforma móvel, descreve que o vídeo possui um formato, localização e requisitos específicos (indicado pelos metadados *SpecificFormat*, *SpecificLocation* e *SpecificOtherPlatformRequirements*, respectivamente). Já para TV digital, apenas especializa os metadados referentes aos requisitos específicos (*SpecificRequirements* e subitens), indicando que na TV digital necessita do *middleware* Ginga para executar esse vídeo, enquanto que na Web será executado diretamente de um *browser*. Uma vez que as demais informações, como formato e localização, são as mesmas dos metadados gerais (*Format* e *Location*, respectivamente), pode-se omiti-los, pois herda os valores informados no metadado geral equivalente (o de mesmo nome, porém sem o prefixo *Specific*).

```
<Technical>
  <Format>video/mpeg</Format>
  <Location>rtsp://143.54.132.100/dove7.mp4</Location>
  <Requirement>
    <OrComposite>
      <Type>Browser</Type>
      <Name>Mozilla Firefox</Name>
      <MinimumVersion>3.0</MinimumVersion>
    </OrComposite>
  </Requirement>
  <OtherPlatformRequirements>Plugin para vídeos</OtherPlatformRequirements>
  <SupportedPlatforms>Mobile</SupportedPlatforms>
  <SupportedPlatforms>DTV</SupportedPlatforms>
  <SupportedPlatforms>WEB</SupportedPlatforms>
  <PlatformSpecificFeatures>
    <PlatformType>Mobile</PlatformType>
    <SpecificFormat>video/3gp</SpecificFormat>
    <SpecificLocation>rtsp://143.54.132.100/dove7.3gp</SpecificLocation>
    <SpecificOtherPlatformRequirements>RealPlayer</SpecificOtherPlatformRequirements>
  </PlatformSpecificFeatures>
  <PlatformSpecificFeatures>
    <PlatformType>DTV</PlatformType>
    <SpecificRequirement>
      <SpecificOrComposite>
        <SpecificType>middleware</SpecificType>
        <SpecificName>ginga</SpecificName>
        <SpecificMinimumVersion>1.0</SpecificMinimumVersion>
      </SpecificOrComposite>
    </SpecificRequirement>
  </PlatformSpecificFeatures>
</Technical>
```

Figura 2. XML dos metadados de extensão ao grupo técnico.

A Figura 3, ilustra a catalogação de dois segmentos do vídeo. O primeiro segmento (que inicia no segundo 46 e finaliza no tempo 2 minutos e 32 segundos) conta a história da televisão, enquanto que o segundo segmento (que inicia no tempo 3 minutos e 29 segundos e termina nos 3 minutos e 53 segundos) fala sobre as novidades da TV digital.

```
<SegmentInformationTable>
<SegmentList>
<SegmentInformation>
<SegmentIdentifier>0001</SegmentIdentifier>
<SegmentTitle>História da Televisão</SegmentTitle>
<SegmentKeyword>Televisão</SegmentKeyword>
<SegmentKeyword>História</SegmentKeyword>
<SegmentMediaType>video</SegmentMediaType>
<Start>PT00H00M46S</Start>
<End>PT00H02M32S</End>
</SegmentInformation>
<SegmentInformation>
<SegmentIdentifier>0002</SegmentIdentifier>
<SegmentTitle>Televisão Digital</SegmentTitle>
<SegmentKeyword>Televisão</SegmentKeyword>
<SegmentKeyword>Digital</SegmentKeyword>
<SegmentMediaType>video</SegmentMediaType>
<Start>PT00H03M29S</Start>
<End>PT00H03M53S</End>
</SegmentInformation>
</SegmentList>
</SegmentInformationTable>
```

Figura 3. XML com dois segmentos do vídeo “De onde vem a televisão?”.

6.2 Objeto de Aprendizagem “Outras Infâncias”

Realizada a validação do primeiro objeto de aprendizagem composto por um vídeo, foi escolhido um segundo objeto de aprendizagem chamado “Outras Infâncias”, desenvolvido pelo NUTED⁶ (Núcleo de Tecnologia Digital Aplicada à Educação) da UFRGS. Esse foi escolhido por utilizar os textos e imagens, e foi escolhido por ser relativamente simples, sendo um bom estudo de caso para a validação inicial desses formatos de mídia, além de já ser validado pedagogicamente.

Seguindo as recomendações de interoperabilidade propostas, utilizou-se o formato XHTML para conteúdo texto, CSS para adaptar a exibição e JPEG para as imagens. Os arquivos XHTML permanecem iguais nas três plataformas. Porém, na TV digital, no *Ginga-NCL Virtual Set-top Box*, também foi necessária a criação de um documento NCL base, pois ele indicará ao *player* quais páginas serão exibidas. O resultado da adaptação é a versão ilustrada na Figura 4, onde se pode ver fotografias da implementação para Web, TV digital e celulares.

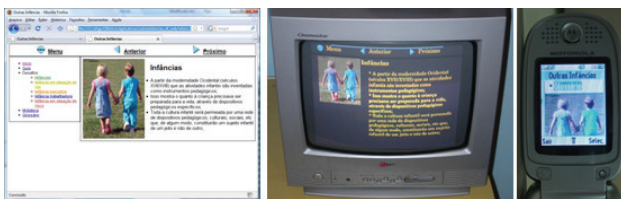


Figura 4. Objeto de aprendizagem reformulado e exibido nas três plataformas.

Em relação aos metadados, conforme ilustrado na Figura 5, o “Outras Infâncias” assim como o objeto anterior é suportado pelas três plataformas. Porém, para este objeto de aprendizagem, a localização é a mesma para as plataformas Web e móvel (a adaptação é realizada pelo servidor de aplicação e *framework* Interop), enquanto que para a TV digital foi disponibilizado um arquivo diferente, agrupado no formato *zip*, para ser

descompactado e executado a partir de um *pen drive* em qualquer *set-top box* que tenha o *middleware* Ginga.

```
<Technical>
<Format>XHTML</Format>
<Format>JPEG</Format>
<Location>
http://gia.inf.ufrgs.br/OBAI/faces/storage/OutrasInfancias/index.jsp
</Location>
<Requirement>
<OrComposite>
<Type>Browser</Type>
<Name>MS-Internet Explorer</Name>
</OrComposite>
<OrComposite>
<Type>Browser</Type>
<Name>Mozilla Firefox</Name>
</OrComposite>
</Requirement>
<SupportedPlatforms>Mobile</SupportedPlatforms>
<SupportedPlatforms>DTV</SupportedPlatforms>
<SupportedPlatforms>WEB</SupportedPlatforms>
<PlatformSpecificFeatures>
<PlatformType>DTV</PlatformType>
<Format>2IF</Format>
<Location>
http://gia.inf.ufrgs.br/OBAI/storage/OutrasInfancias/outrasinfancias_tvd.zip
</Location>
<SpecificRequirement>
<SpecificOrComposite>
<SpecificType>middleware</SpecificType>
<SpecificName>ginga</SpecificName>
<SpecificMinimumVersion>1.0</SpecificMinimumVersion>
</SpecificOrComposite>
</SpecificRequirement>
<PlatformSpecificFeatures>
</Technical>
```

Figura 5. XML com metadados técnicos do OA.

Em relação aos metadados de segmentação, aqui é exemplificado o uso dos metadados de agrupamento (neste caso por assunto), onde cada segmento é representado por uma página XHTML referente aquele assunto. A Figura 6 ilustra dois segmentos (páginas *i_trab.jsp* e *i_trab2.jsp*) e o agrupamento dessas páginas (metadados *SegmentGroupInformation*, *Segments* e *Identifier*). Por questão de espaço, foram descritos e agrupados apenas dois segmentos, mas podem ser incluídos tantos quantos necessário.

```
<SegmentInformationTable>
<SegmentList>
<SegmentInformation>
<SegmentIdentifier>itrab001</SegmentIdentifier>
<SegmentTitle>Infância Trabalhadora - Página 1</SegmentTitle>
<SegmentMediaType>XHTML</SegmentMediaType>
<Start>
http://gia.inf.ufrgs.br/OBAI/faces/storage/OutrasInfancias/i_trab.jsp
</Start>
</SegmentInformation>
<SegmentInformation>
<SegmentIdentifier>itrab002</SegmentIdentifier>
<SegmentTitle>Infância Trabalhadora - Página 2</SegmentTitle>
<SegmentMediaType>XHTML</SegmentMediaType>
<Start>
http://gia.inf.ufrgs.br/OBAI/faces/storage/OutrasInfancias/i_trab2.jsp
</Start>
</SegmentInformation>
</SegmentList>
<SegmentGroupList>
<SegmentGroupInformation>
<Identifier>grp001</Identifier>
<GroupType>themeGroup</GroupType>
<Title>Infância Trabalhadora</Title>
<Segment>
<Identifier>itrab001</Identifier>
<Identifier>itrab002</Identifier>
</Segment>
</SegmentGroupInformation>
</SegmentGroupList>
</SegmentInformationTable>
```

Figura 6. Exemplo dos metadados de agrupamento.

6.3 Curso Educacional “Viva Saudável”

Com o sucesso nas conversões anteriores, partiu-se para uma implementação do curso educacional “Viva Saudável”, cuja interface já foi originalmente projetada de forma interoperável.

Em relação à interoperabilidade, utilizaram-se os padrões recomendados. Para vídeo, o H.264/AVC, convertido para H.263 encapsulado em 3GP nos celulares. O áudio foi AAC-LC. O texto utilizou-se do XHTML e CSS, enquanto que as imagens foram geradas em JPEG.

A Figura 7 ilustra uma página de conteúdo do curso sendo exibida na Web, no celular Nokia E51 e na televisão por meio do *Ginga-*

⁶ <http://homer.nuted.edu.ufrgs.br/ei2007/infancias/index.html>

NCL Virtual Set-top Box. Pode ser observado que há algumas leves diferenças no leiaute, principalmente em relação à posição das imagens e tamanho das margens do corpo do índice, além de diferenças no tamanho e no tipo das fontes.

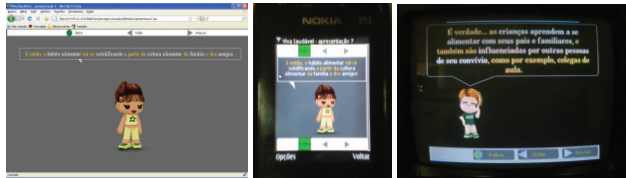


Figura 7. Exemplo de página de conteúdo do “Viva Saudável”.

Em relação aos metadados, como a catalogação é similar a dos objetos já apresentados, por se tratar basicamente dos mesmos tipos de mídias e por questão de espaço, os mesmos foram omitidos neste objeto de aprendizagem.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo apresentou um estudo visando padronização de mídias e linguagens para obter interoperabilidade entre TV digital, Web e dispositivos móveis. Efetuou-se um estudo dos padrões obrigatórios em cada plataforma, e gerou-se uma recomendação buscando unificar ao máximo o compartilhamento de mídias. Além disso, identificou ser necessária uma extensão nos padrões de metadados educacionais para contemplar os requisitos de interoperabilidade e segmentação de objetos de aprendizagem.

A extensão de metadados proposta neste artigo foi adotada como parte integrante do conjunto de metadados padrão nacional OBAA [1], enquanto que as diretrizes para desenvolvimento interoperável foram adotadas como recomendação.

A partir da base apresentada neste trabalho, muitas frentes de pesquisa se abrem, como a especificação de ferramentas de apoio à geração de conteúdo interoperável, validação nos novos dispositivos que são introduzidos no mercado e avaliação da linguagem Java para interoperabilidade, que poderá ser realizada assim que ambientes de testes forem disponibilizados para o ambiente de TV digital.

8. REFERÊNCIAS

- [1] OBAA. Portal OBAA. 2011. Disponível em: <<http://www.portalobaa.org/>>. Acesso em: abr. 2011.
- [2] W3C. About the World Wide Web Consortium. 2009. Disponível em: <<http://www.w3.org/Consortium/>>. Acesso em: abr. 2011.
- [3] PAULSON, L.D. TV comes to the mobile phone. In IEEE Computer, April 2006, v. 39, Issue 4, pp 13- 16.
- [4] CAGENIUS, T et al. Evolving the TV experience: Anytime, anywhere, any device. Ericsson Review. no. 03, 2006.
- [5] LIANG et al. Fusion of digital television, broadband Internet and mobile communications. In Wiley International Journal of Satellite Communications and Networking. Vol. 25. Issue 4. p. 409-440. 2007.
- [6] CANCORE. Página oficial. 2006. Disponível em <<http://www.cancore.ca/>>. Acesso em: out. 2009.
- [7] JISC CETIS. Centre for Educational technology & interoperability standards. 2009. Disponível em: <<http://jisc.cetis.ac.uk/>>. Acesso em: abr. 2010.
- [8] PFEIFFER, S.; SRINIVASAN, U. 2000. TV anytime as an application scenario for MPEG-7. In: Proceedings of the 2000 ACM Workshops on Multimedia. MULTIMEDIA '00. ACM, New York, NY, 89-92.
- [9] DURAND, G.; KAZAI, G.; LALMAS, M. A metadata model supporting scalable interactive TV services. In: Proceedings of the 11th International Multimedia Modeling Conference (MMM 2005).
- [10] ROESLER, V. et.al. Uma Proposta de Arquitetura Interoperável entre Web, TV Digital e Dispositivos Móveis. In: SBIE 2009. XX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Florianópolis, SC. 2009.
- [11] BORDIGNON, A. et.al. Mechanisms for interoperable content production among Web, Digital TV and Mobiles. In Proceedings of WCCE 2009: IX IFIP WORLD CONFERENCE ON COMPUTERS IN EDUCATION. 2009. Bento Gonçalves, Brazil.
- [12] VARELLA, F. et.al. Interop: um Framework para o Desenvolvimento de Conteúdo Web Interoperável entre TV Digital, Dispositivos Móveis e Computadores Pessoais. In: XX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE, 2009, Florianópolis-SC, 2009.
- [13] BBC. Designing for interactive television. 2006. Disponível em: <www.bbc.co.uk/guidelines/futuremedia/desed/itv/itv_design_v1_2006.pdf>. Acesso em: abr. 2011.
- [14] ABNT NBR 15606-2. Ginga-NCL para receptores fixos e móveis. 2008. Disponível em: <<http://www.forumsbtd.org.br/>>. Acesso em: abr. 2011.
- [15] W3C. Mobile Web Best Practices 1.0, Basic Guidelines. W3C Recommendation. 2008. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/mobile-bp/>>. Acesso em: abr. 2011.
- [16] IEEE. Standard for Learning Object Metadata. Learning Technology Standards Committee of the IEEE. 2002.
- [17] KUNZE, J. BAKER, T. The Dublin Core Metadata Element Set: RFC 5013. California: IETF, 2007.
- [18] IMS Global Learning Consortium. Página oficial. 2011. Disponível em: <<http://www.imsglobal.org>>. Acesso em: abr. 2011.
- [19] ADL. SCORM 2004 4th Edition Version 1.1. 2009. Disponível em: <<http://www.adlnet.gov/Technologies/scorm/>>. Acesso em: abr. 2011.
- [20] ABNT. ABNT NBR 15603-1. Multiplexação e serviços de informação (SI). 2008. Disponível em: <<http://www.forumsbtd.org.br/>>. Acesso em: abr. 2011.
- [21] ISO. MPEG-7 Overview (ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N6828). 2004.
- [22] ITEC. MPEG-21 Multimedia Framework. Disponível em: <<http://mpeg-21.itec.uni-klu.ac.at/cocoon/mpeg21/>>. Acesso em: abr. 2011.
- [23] TVA. TV-Anytime Forum. 2005. Disponível em: <<http://www.tv-anytime.org/>>. Acesso em: abr. 2011.
- [24] LUGMAYR, A.; NIIRANEN, S.; KALLI, S. Digital Interactive TV and Metadata: Future Broadcast Multimedia. Springer. 2004.