

# Uma proposta de adaptação de objetos de aprendizagem no âmbito da educação móvel e ubíqua\*

**Márcia Abech**

Universidade do Vale do Rio dos  
Sinos (UNISINOS)  
Brasil  
marcia.abech@gmail.com

**Cristiano André da Costa, Jorge**

**Luis Victória Barbosa,**  
Sandro Rigo  
Universidade do Vale do Rio dos  
Sinos (UNISINOS)  
Brasil  
{cac, jbarbosa, rigo}@unisinis.br

**Valderi Leithardt**

Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul (UFRGS)  
Brasil  
vrqleithardt@inf.ufrgs.br

## ABSTRACT

With the popularity of Internet access and the spread of mobile devices is now possible to access educational content anywhere and anytime without the need to be present in an educational institution. But the educational content, designed to be viewed only in desktops, not having a version designed for the mobile device. Manually adjust these educational content, requires considerable effort on the part of educators and technological knowledge to suit the subject, because the content available in the repositories do not always agree with the device and with the student's profile. Based on this, this paper aims to propose a model and a prototype system adapting learning objects for mobile devices. The model allows students to receive Learning Objects (OA) appropriate to the context that is composed of mobile device features and the learning profile of the student.

## KEYWORDS

Aptation, Learning Objects, Mobile and Ubiquitous Computing, U-Learning.

## RESUMO

Com a popularidade de acesso a internet e com a disseminação de dispositivos móveis possível acessar conteúdos educacionais em qualquer lugar e em qualquer momento sem a necessidade de estar presente em uma instituição de ensino. Porém, os conteúdos educacionais foram projetados para serem visualizados apenas nos desktops, não possuindo uma versão destinada para o dispositivo móvel. Adaptar manualmente esses conteúdos educacionais, requer um esforço considerável por parte dos educadores e conhecimento tecnológico para adequar o objeto, pois o conteúdo disponível nos repositórios nem sempre estão de acordo com o dispositivo e com o perfil do aluno. Com base nisso, este trabalho contribui propondo um modelo e um protótipo de um sistema de adaptação de objetos de aprendizagem para dispositivos móveis. O modelo permite que alunos recebam Objetos de Aprendizagem (OA) adequados ao contexto que é composto por características do dispositivo móvel e pelo perfil de aprendizagem do aluno.

## PALAVRAS CHAVES

Adaptação, Objetos de Aprendizagem, Computação Móvel e Ubíqua, U-Learning.

## INTRODUÇÃO

Com a crescente utilização de dispositivos móveis como *laptops*, *tablets* e *smartphones* no cotidiano dos alunos, é importante prover alternativas para proporcionar uma maior disponibilidade de atrativos educacionais fora do ambiente escolar fornecendo um conhecimento independentemente do lugar e do momento.

Através da internet é possível prover conteúdos educacionais e integrá-los com o sistema de ensino a distância (EAD). Essa modalidade de ensino, conhecida como *e-learning* (Aprendizado Eletrônico), permite que os alunos possam interagir com os seus tutores via internet, sem a necessidade de se locomover até a instituição de ensino [13].

Com o avanço das tecnologias móveis, surge uma nova categoria de aprendizado a *m-learning*. Nessa categoria, os alunos podem acessar o conteúdo disciplinar em qualquer lugar e em qualquer momento, através dos dispositivos móveis e redes sem fio [21]. Entretanto, o acesso a partir de um dispositivo móveis é ainda algo muito simples, visto que nesse modo, o aluno adota uma forma de aprendizagem dependente do material disponível do professor e em muitos casos esse material não está adaptado ao perfil educacional (estilo de aprendizagem) do aluno.

Na internet é possível encontrar objetos de aprendizagem de diversos assuntos, espalhados em vários repositórios destinados a armazenar estes conteúdos. Porém, a maioria desses objetos é destinada para a plataforma *desktop* sendo que a grande quantidade desses objetos não é compatível com os atuais dispositivos móveis.

Com objetivo de aumentar a experiência de aprendizado e torna-la mais completa, outras informações são necessárias para agregar ao sistema e proporcionar a personalização de conteúdos à realidade do usuário para que o aprendizado ocorra em qualquer hora, local e situação. Características estas, de um modelo *u-learning* (*ubiquitous learning*).

Além do perfil aprendizagem e do contexto do aluno, o conteúdo educacional também é um fator importante para proporcionar uma melhor experiência educacional.

Os conteúdos educacionais com recursos multimídias cresceram em um número expressivo com a popularização da internet, proporcionando assim uma maior eficácia no processo educacional[7]. Esses conteúdos chamados de Objetos de Aprendizagem possuem metadados com as características da mídia (conteúdo educacional) de forma a permitir a realização de busca e a recuperação da mídia, bem como a reutilização do objeto em outros meios.

Neste contexto, o presente artigo, propõe um modelo de um sistema que possibilite a entrega de objetos de aprendizagem (OA) adaptados de acordo com o perfil de aprendizagem do aluno e que estejam de acordo com o dispositivo móvel que o aluno está utilizando e no momento mais adequado.

A principal contribuição desse trabalho é proporcionar aos alunos um modo para desenvolver seu conhecimento através de sistemas móveis em qualquer lugar e em qualquer momento.

Para melhor compreensão o artigo está dividido com a seguinte estrutura: A seção 2, são apresentados os conceitos que envolvem a adaptação na computação ubíqua. Na seção seguinte, é apresentado uma visão global sobre os termos envolvidos no modelo, bem como, os trabalhos relacionados que motivaram esta pesquisa. Na seção 4, é apresentado o modelo proposto para este trabalho e uma breve descrição do método utilizado para adaptar conteúdo. Na seção seguinte, é detalhado o protótipo para dispositivos móveis, desenvolvido para a plataforma iPhone IOS. E por fim, são descritas as considerações finais e trabalhos futuros.

## ADAPTAÇÃO NA COMPUTAÇÃO UBÍQUA

Na Computação Ubíqua, a adaptação é compreendida como um processo reativo causado por um evento específico ou um conjunto de eventos em um contexto, com o objetivo de aprimorar a qualidade do serviço percebido pelo usuário final.

Segundo definições apresentadas em [10], um sistema adaptável ao conteúdo deve possuir a habilidade de alterar e se auto reconfigurar como resultado de alterações contextuais para entregar os mesmo serviços de diferentes modos quando requisitados em diferentes contextos.

É cabível também dizer, que adaptação é um processo de seleção, geração e modificação de conteúdo. Esse processo consiste em adequar o objeto para diversos ambientes computacionais, contexto do ambiente e no momento em que está sendo utilizado. A adaptação também deve ser invisível e não bloqueante, devendo entregar ao usuário o conteúdo de forma personalizada.

A seguir serão detalhados alguns *Tipos de Adaptação*, que definem o *quando* a adaptação deve ocorrer; *os Locais de Adaptação*, que indicam o local onde a adaptação ocorre;

A *Necessidade de Adaptação* que descreve o *quê* deve ser adaptado e por fim as *Formas de Adaptação* que descrevem *como* a adaptação é realizada.

### Tipo de Adaptação

Conforme descrito em [8], é citado alguns tipos de adaptações, dentre estas as mais importantes:

- **Estática:** as adaptações ocorrem antes das requisições. Esse tipo de adaptação demanda um maior processamento do servidor e maior alocação de espaço físico, mas de certa forma é mais vantajosa para o usuário já que, a conversão estará pronta no servidor;
- **Dinâmica:** Na adaptação dinâmica, a conversão ocorre durante o processo de requisição realizada pelo usuário;
- **Composicional:** Esta técnica utiliza inserções e substituições de unidades funcionais. Essas unidades funcionais, são componentes ou conjuntos de componentes e serviços.

### Locais de Adaptação

De acordo com [17], os locais de adaptação podem ser classificados como:

- **Fornecedor (Servidor):** O servidor recebe recursos com os parâmetros para o processamento do contexto a ser retornado. Porém, o fato de ser unificado no servidor, pode causar lentidão devido a inúmeras requisições momentâneas;
- **Receptor (Cliente):** O aplicativo cliente é responsável por realizar a adaptação. De acordo com o autor, não é recomendado resolver a adaptação no cliente, pois, a adaptação poderia gerar erros, visto que o dispositivo pode não ter capacidade para o processamento necessário ou talvez não haja vazão de rede suficiente para a atividade;
- **Adaptação em nível de Rede:** É um método na qual o sistema de transporte é responsável pela adaptação do contexto. Toda a adaptação é realizada através da troca de mensagens, que são mais rápidas, pois, utilizam *caching* e são menos onerosas se compararmos á outras duas técnicas.

### Necessidade de Adaptação

Em alguns casos, devido ás restrições de desempenho ou de software, as adaptações são necessárias e em outros, a versão adaptada do contexto já existe e não faz sentido desperdiçar processamento e/ou armazenamento. Para a decisão da necessidade de conversão, existem duas alternativas: a *trivial* e a não *trivial* [16]. Na alternativa trivial ele leva em conta a existência ou não da versão adequada para o contexto do usuário. Se a versão existe, é simplesmente entregue, senão a conversão é realizada. Já na Alternativa não trivial: temos como alternativa o uso de algoritmos de decisão, tais como a árvores de decisão para o auxílio na busca pela melhor forma para entregar o objeto para o usuário final [16].

### Formas de Adaptação

Em [16] são descritos os tipos de adaptações possíveis, tais como: *escala*, *mudança de formato* e *a mudança de modo*.

A adaptação por escala consiste, praticamente na redução ou ampliação do conteúdo sem alterar o mesmo. A mudança de formato é a transformação de conteúdo em uma dada codificação

para outra, compatível com as aplicações destino. E por fim, a mudança de modo, que consiste em transformar o arquivo em algum outro tipo ou na união de vários arquivos. Esta é uma adaptação complexa, pois pode haver a necessidade de intervenção humana.

Artigo	Características	Objetivos	Metodologia	Resultados	Conclusões
1	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...
3	...	...	...	...	...
4	...	...	...	...	...
5	...	...	...	...	...
6	...	...	...	...	...
7	...	...	...	...	...
8	...	...	...	...	...
9	...	...	...	...	...
10	...	...	...	...	...
11	...	...	...	...	...
12	...	...	...	...	...
13	...	...	...	...	...
14	...	...	...	...	...
15	...	...	...	...	...
16	...	...	...	...	...
17	...	...	...	...	...
18	...	...	...	...	...
19	...	...	...	...	...
20	...	...	...	...	...

Tabela -1- Tabela Comparativa dos artigos abordados

## NÚCLEO TEÓRICO

Esta seção apresenta os trabalhos relacionados que motivaram este esforço, bem como, a revisão bibliográfica dos fundamentos desta pesquisa.

### Trabalhos Relacionados

Nesta subseção, serão apresentados trabalhos relevantes que foram importantes na construção desta pesquisa e que visam à adaptação de conteúdo ou da aplicação. Os trabalhos foram selecionados levando em consideração características como utilização de dispositivos móveis e os métodos de adaptação envolvidos.

Em [11] é proposto um sistema, chamado *SECAS* que tem como objetivo garantir uma adaptação com o mínimo de esforço, ou seja, sem a necessidade de desenvolver novas versões da aplicação que aceitem contextos diferentes. O projeto *SECAS* foca principalmente, em disponibilizar ferramentas para adaptar aplicações existentes para situações diversas de contexto. Como método de adaptação, o projeto *SECAS*, utiliza redes Petri para adaptar os serviços contidos na aplicação a ser adaptada.

Os autores [9], propõem o sistema chamado *SPREADR*, um mecanismo de adaptação integrada que faz uso de ontologias para representação de domínio da aplicação e utiliza também informações de contexto que são modelados na ontologia. Para cada acesso, uma rede (*Spreading Activation Network*) é construída baseada nas ontologias e o reconhecimento de fatores de contexto (localização, histórico do usuário, etc.) ou ações do usuário são acionadas através de fluxo de ativação que ocorre na rede.

Com uma proposta de disponibilizar conteúdos educacionais para dispositivos móveis para que possam ser acessados em qualquer lugar e em qualquer momento, [15] propõem técnicas de adaptação para adequar conteúdos baseados nas especificações dos dispositivos e nas preferências do aluno (e-SikShak). Podendo assim, adaptar o conteúdo de sistemas LMS tanto para dispositivos móveis quanto para *desktops*.

Em [20], é proposto uma adaptação automática de conteúdo de sistemas web através de combinação de configurações geradas por diversas regras. As técnicas de adaptação foram implementadas no *FAWIS* (*Flexible Adaptation of Web Information Systems*).

Esse sistema contém um repositório de regras e um interpretador de perfil para diversos formatos como cabeçalhos de HTTP, *UAProf* (*User Agent Profile*), *CC/PP* (*Composite Capabilities/Preference Profiles*), etc.

Esses formatos auxiliam a tradução em uma representação interna baseada em um modelo de contexto que é utilizado como entrada para os módulos de adaptação.

Na *Tabela 1*, foram resumidas as principais características encontradas em cada um dos sistemas pesquisados, observando os diferentes tipos de contextos empregados. Inicialmente, optou-se por utilizar as características do dispositivo e do perfil. Quanto ao modo de armazenamento alguns sistemas utilizam bancos de dados outros utilizam ontologia.

Os métodos de adaptação variam bastante, incluindo o uso de regras, uso de algoritmos com aprendizagem automática e adaptação baseada em cabeçalhos HTTP. No presente modelo, optou-se por usar a técnica de *Spreading Activation* para a adaptação de objetos, já que essa técnica pode ser facilmente adaptada para ser utilizada juntamente com ontologias proporcionando assim, maior liberdade nas escolhas de objetos aptos, diferentemente do modelo que utiliza regras que não são dinâmicas ao longo da execução.

### Contexto

Para ter um objeto de aprendizagem adaptado ao ambiente ubíquo é necessário ter conhecimento do contexto do aluno, como deficiências físicas, ou o melhor lugar para propor o estudo de um material ou determinar, se quando o usuário está se locomovendo é melhor disponibilizar um arquivo de áudio ou um arquivo de texto, por exemplo. O contexto, de acordo com Dey [6], tem a seguinte definição:

“Contexto é qualquer informação que pode ser usada para caracterizar a situação de uma entidade. Uma entidade, pode ser uma pessoa, lugar, ou objeto que é considerado relevante para a interação entre o usuário e uma aplicação, incluindo o usuário e a própria aplicação”.

O contexto permite com que a aplicação conheça quem é o seu usuário e com isso possa determinar quando, como e em que momento é mais propício o envio de conteúdo.

## OBJETOS DE APRENDIZAGEM

**Objetos de aprendizagem (OA), segundo [2] consiste em:**

“...qualquer entidade, digital ou não, que possa ser usada, reutilizada ou referenciada em um processo de aprendizagem apoiado por meios tecnológicos.”

Os OAs podem ser desenvolvidos a partir de uma grande variedade de conteúdos, operando em diferentes níveis de granularidade. Um conteúdo pode conter uma animação, um vídeo, um arquivo texto, entre outros formatos. Essa característica, habilita um OA a possuir diversos tipos de mídias em um único objeto.



Com isso, desenvolvedores de conteúdo, devem desenvolver os componentes com o intuito de reutiliza-lo em outros objetos.

De acordo com os estudos realizados por [7], os objetos de aprendizagem podem ser classificados em duas partes *OAs simples e OAs Complexos*.

Os objetos de aprendizagem simples constituem em mídias que são compostas por arquivos únicos que não sofrem granularidade. Diferentemente dos objetos de aprendizagem considerados complexos que são aqueles compostos por diversos outros arquivos, onde o conceito de reutilização de outros objetos é muito aparente.

Para utilizar os objetos e reutiliza-los é necessário ter informações sobre o OA, saber os detalhes da sua composição, formato da mídia, duração da mídia, tamanho do arquivo anexado, entre outros. Essas informações, compõem o metadado de um OA. Esses metadados, possuem padrões sendo que, o mais difundido é o LOM (IEEE *Learning Object Metadata*) que é um padrão da IEEE. Porém, esse padrão não inclui suporte a adaptação e interoperabilidade para dispositivos móveis e web, flexibilidade tecnológica do padrão e acessibilidades para portadores de deficiência. Essas características, são encontradas no padrão OBAA [19], que constitui em uma extensão do padrão IEEE LOM.

Os objetos de aprendizagem estão disponíveis na web. Mas devido a dificuldades na recuperação de informações na web, através de máquinas de busca, viu-se a necessidade de desenvolver *Repositórios de Objetos de Aprendizagem* (ROA) que administram e padronizam a estrutura de metadados do objeto, facilitando assim, a busca por diferentes níveis, qualidades conteúdos e formatos. O repositório mais conhecido é o MERLOT<sup>1</sup> (Multimedia Educational Resources for Learning and Online Teaching) que possui diversos conteúdos disponíveis de forma livre. No Brasil, um repositório de referência é o Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE<sup>2</sup>) que é disponibilizado pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC) Brasil.

### Estilo de Aprendizagem

Os estilos de aprendizagens são os meios que os alunos utilizam para absorver um conteúdo quando estão imersos em um processo de aprendizagem. Cada aluno pode ser caracterizado em vários estilos, adotados em diferentes momentos. Com várias perspectivas de aprendizado, é necessário que o professor tenha estratégias diversificadas para satisfazer a cada estilo, trabalhando com as diversas habilidades do aluno, aprimorando assim, a percepção para os elementos no processo de aprendizagem.

Há vários modelos que classificam os estilos de aprendizagem do aluno. O mais conhecido é o modelo *Felder-Silverman* que descreve o estilo de aprendizagem através de quatro dimensões. Para determinar em qual dimensão o aluno mais se adapta, Felder

e Silverman, propõe um questionário com aproximadamente 44 questões que avalia o estilo do aluno.

As dimensões que compõe o modelo Felder-Silverman [18] são as seguintes:

- **Percepção:** é o modo que o aluno recebe a informação. Pode ser Sensitivo, orientado por fatos e procedimentos. Ou Intuitivo, orientado através de teorias e significados subentendidos;
- **Formato/Apresentação:** Relacionado com o formato em que o conteúdo é apresentado. O aluno pode se enquadrar no perfil Visual, onde a preferência é por diagramas, imagens e diagrama de fluxos. Diferentemente, do visual, temos o verbal onde o aluno, tem preferências por dissertar sobre um determinado assunto;
- **Participação do Aluno:** Representa a participação do aluno nas atividades, podendo ser ativo ou reflexivo, onde o primeiro prefere realizar exercícios e auto-avaliações enquanto o segundo, prefere estudar a partir de conteúdos ou refletir sobre os resultados de exercícios;
- **Sequência:** Indica como deve ser a ordem de apresentação do conteúdo. Nesse grupo, os alunos podem se adaptar ao estilo Sequencial, onde tem preferência por um conteúdo passado por etapas de forma progressiva. O aluno pode ser Global na qual tem preferencia por ter uma visão de um todo e dos objetivos do estudo, para depois se dedicar as partes mas intrínsecas do objeto de estudo.

### MODELO PROPOSTO

O modelo proposto segue a arquitetura apresentada na figura 1, elaborada de acordo com a notação **Technical Architecture Modeling** (TAM) [12]. Essa arquitetura prevê a comunicação com um sistema de gestão de aprendizagem (Learning Management System - LMS), , nesse caso utilizamos o *Moodle®* para extrair informações educacionais, que irão compor o perfil educacional do aluno.

Essas informações são constituídas pelas necessidades e/ou deficiências encontradas em exercícios ou tarefas ao longo da disciplina no sistema do Moodle.

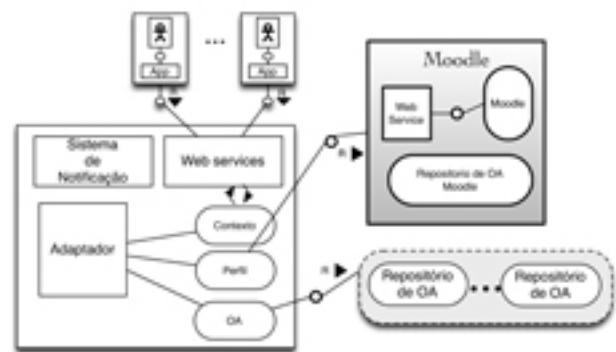


Figura 1 - Arquitetura da aplicação

O estilo de aprendizagem do aluno será capturada a partir de um módulo que implementará o questionário de avaliação de perfil,

<sup>1</sup> <http://www.merlot.org>

<sup>2</sup> <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br>

definido por *Felder-Solomon*. O questionário<sup>3</sup> é composto por 44 questões sobre as quatro dimensões de estilo de aprendizagem. Com base nas respostas desse questionário, é possível definir o estilo de aprendizagem do aluno. Para aprimorar o conhecimento sobre um determinado assunto se faz necessário possuir maior diversificação de objetos de aprendizagem (OAs).

Para isso, é realizada uma integração com diversos repositórios de OAs para ter uma quantidade expressiva de possíveis conteúdos a serem entregues para o aluno.

As informações que compõe o contexto são formadas tanto pela integração com o sistema LMS como por informações obtidas através do dispositivo móvel do aluno. As informações que constituem o contexto do dispositivo são formadas por itens como nível de bateria, tipo de conexão com a internet, modelo do dispositivo, localização, momento, entre outros.

Com a detecção da necessidade de entrega de um conteúdo educacional para o aluno, após verificar a existência de objetos educacionais para as suas necessidades, o servidor emite uma notificação através do *sistema notificação*, que enviará para o dispositivo do aluno um aviso da disponibilidade de conteúdo para uma determinada disciplina.

Após o recebimento dessa notificação, o aluno acessa no seu dispositivo, o sistema cliente. Essa aplicação, instalada no dispositivo do aluno, tem como função obter informações do dispositivo como nível de bateria, tipo de conexão, sistema operacional, etc. e algumas informações do aluno como, por exemplo, as preferências de mídias a serem visualizadas.

O contexto extraído do dispositivo é enviado para o servidor (via web services) juntamente com as informações que foram coletadas no sistema *Moodle*. Essas informações irão compor as bases de dados de contexto e perfil.

Com a base de dados de perfil, contexto e de objetos de aprendizagem, o módulo adaptador verifica o melhor objeto a ser entregue, de acordo com o perfil educacional e contexto, disponibilizando para o dispositivo do aluno.

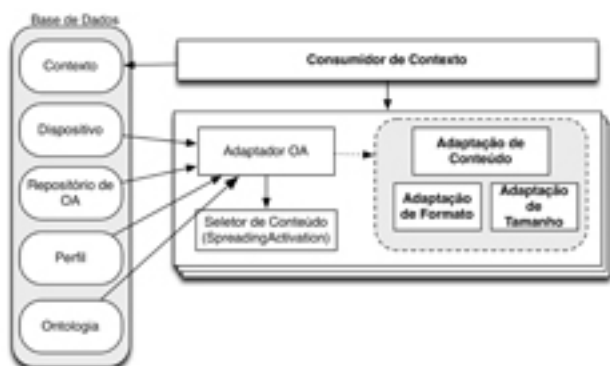


Figura 2 - Modelo da arquitetura do adaptador de conteúdo

<sup>3</sup> R. M. Felder & B. A. Soloman 2000. Learning styles and strategies. Em URL: <http://www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html> (visualizado em 26/09/2012)

A figura 2, exibe o módulo *Adaptador* com mais detalhes, onde a arquitetura, também emprega o modelo TAM.

Em *Base de Dados* temos as bases de dados que irão conter respectivamente, o contexto do aluno (que será abastecido pelo módulo *Consumidor de Contexto*), algumas características de dispositivos, um repositório para armazenar os metadados de objetos de aprendizagem e finalmente um repositório para armazenar o perfil do usuário obtido do *Moodle*.

O módulo *Adaptador OA* será responsável por realizar a adaptação ou por *Spreading Activation* (módulo *Seletor de Conteúdo*) que será descrita na seção 5.1 ou por formato (módulo *Adaptação de formato*) ou adaptação ao tamanho da tela (módulo *Adaptação de Tamanho*). A seguir o método utilizado para seleção de conteúdo é descrito.

### Spreading Activation

A técnica de *Spreading Activation* foi utilizada no modelo para auxiliar a escolha de objetos de aprendizagem. Essa técnica surgiu na década de 70, proposta por [3], sendo utilizada principalmente na área de neurolinguística [1], onde demonstraram que as estruturas do conhecimento e de memória poderiam ser representadas no formato de grafo. A técnica do *Spreading Activation* ganhou notoriedade em várias pesquisas na área da computação principalmente na recuperação de informações (*Information Retrieval*) [4].

O conceito básico do SA consiste no mapeamento das informações importantes em um grafo. Cada nodo que constitui esse grafo possui um “nível de ativação” e um conceito associado. Os conceitos são relacionados uns com os outros, esses relacionamentos. Cada nodo possui um valor inicial de ativação, por exemplo, zero. Quando um conceito é ativado, o nodo que representa esse conceito é usado como o nodo principal e inicia, assim, o fluxo de ativação propagando para os nodos adjacentes valores menores de ativação. No fim do processo, vários nodos são ativados, indicando um grau de relacionamento com os conceitos ativados inicialmente.

### IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO



Figura 3 - Tela inicial do aplicativo cliente

O protótipo cliente (que executa no dispositivo móvel do aluno) foi construído inicialmente para plataformas Apple *iOS* para dispositivos iPhone<sup>4</sup>, utilizando a linguagem Objective-C na plataforma Apple MacOS. (futuramente a aplicação será desenvolvida para dispositivos que utilizam a plataforma Google Android).

Ao iniciar a aplicação cliente, o aplicativo do aluno inicia a coleta de contexto do aluno. Após o processo de coleta de contexto, a aplicação conecta aos webservices e envia o conteúdo do contexto capturado. A aplicação cliente ao ser acessada pelo aluno envia o contexto do dispositivo na qual o aluno está acessando, bem como informações que podem facilitar o processo de aquisição de objetos compatíveis ao dispositivo. Na figura 5 é apresentado o arquivo de contexto extraído do dispositivo móvel. O arquivo que contém o contexto está no formato JSON<sup>5</sup> (*JavaScript Object Notation*). Este formato é específico para troca de dados e tem uma notação mais simples que o XML (*Extensible Markup Language*) além de ser compatível com a maioria das linguagens disponíveis no mercado.

Os dados que o aplicativo cliente coleta são os seguintes:

- Seção Network: Essa seção possui informações relacionadas ao formato de conexão, na qual o dispositivo está conectado.
- TypeConnection: propriedade que armazena o tipo de conexão que pode ser 3G ou WI-FI;
- Seção Location: Nesta categoria são armazenadas as coordenadas geográficas da posição do aparelho;
- Na seção Device: é apresentado as características do dispositivo.
- Model: Modelo do dispositivo;
- BatteryState: Estado da bateria se ela está no processo de carga ou não;
- SystemName: Nome do sistema operacional do dispositivo;
- SystemVersion: A versão do sistema operacional;
- Name: O nome do dispositivo;
- BatteryLevel: Nível de bateria;
- Em Profile (Perfil) foram colocadas no protótipo, características das preferências de estudo do aluno para auxiliar no tempo correto de envio de material. O perfil contém as seguintes propriedades, que são capturadas conforme a figura 4:
  - BeginStudyTime: A hora inicial, destinada para o estudo;
  - EndStudyTime: A hora final, dos estudos;
  - PreferenceMídia: O tipo de mídia que o aluno prefere; Podendo ser vídeos, imagens, arquivos texto e áudios;



Figura 4 - Tela para capturar preferências de horário de estudo do aluno.

<sup>4</sup> <http://www.apple.com/br/iphone/>

<sup>5</sup> <http://www.json.org/>

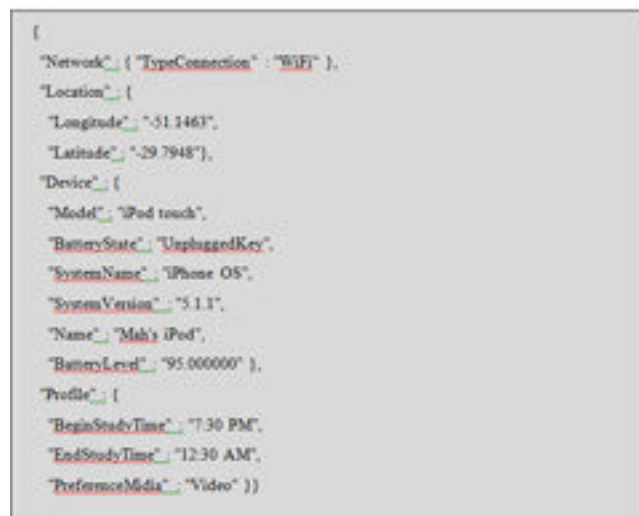


Figura 5 – Exemplo de contexto extraído do dispositivo móvel



Figura 6 - Visualização dos objetos de aprendizagem no protótipo

Após a coleta de contexto do dispositivo, é realizado uma análise, onde é verificado o tipo do dispositivo, os objetos de aprendizagem disponíveis para o perfil educacional do aluno, e quais os objetos que estão mais adequados às necessidades do aluno. A partir dessa análise, o servidor é capaz de enviar ao dispositivo do aluno os metadados dos objetos mais adequados, utilizando a técnica do *spreading activation*.

No dispositivo, o aluno tem a tela conforme apresentada na figura 3, sendo utilizada como tela inicial da aplicação. Nessa tela, o aluno pode escolher entre os diversos objetos de aprendizagem disponíveis para o contexto, dispositivo móvel e que estão de acordo com o perfil educacional do aluno. Ao acessar qualquer um dos itens listados, o aluno pode visualizar o conteúdo do objeto.

Como apresentado na figura 6, os objetos podem ser de diversas mídias compatíveis com o dispositivo, como apresentações, documentos de texto, páginas em HTML, vídeo e áudio.

O servidor, codificado em .NET na linguagem C# possui a implementação de web services para a comunicação com os dispositivos móveis e os módulos de que constituem o processo de adaptação de OAs.

Para aquisição de objetos de aprendizagem é necessário implementar um sistema de *haversting* para obter os objetos dos repositórios de aprendizagem. Esse sistema, consiste em uma coleta de metadados diretamente nos repositórios.

Esses repositórios, utilizam o sistema DSpace, que consiste em um gerenciador de repositório digital com o intuito de armazenar,

preservar e disseminar objetos de aprendizagem [14]. Para utilizar os dados de repositórios que utilizam o DSpace como gerenciador, é necessário utilizar o protocolo *Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting* (OAI-PMH <sup>6</sup>), que permite a extração de metadados com as informações do repositório e objetos de aprendizagem.

OAI-PMH, realiza uma busca periódica em diversos repositórios registrados, colhendo os metadados para serem exibidos nas consultas realizadas através do protocolo.

A partir da utilização do protocolo OAI-PMH é possível criar um repositório de metadados de objetos de aprendizagem e assim facilitar o processo de adaptação de objetos de aprendizagem. Na subseção a seguir, será apresentado o método de avaliação empregado para o sistema proposto.

### Avaliação da Proposta

Em ambientes sensíveis ao contexto, a comunidade científica tem empregado cenários para avaliação como abordado em [5]. Partindo dessa estratégia, definiu-se um cenário para avaliações do conceito apresentado. Este cenário envolve um aluno de uma disciplina e um sistema de adaptação de objetos de aprendizagem que tem como base o perfil educacional e o contexto do estudante de acordo com a seguinte situação:

*“João é um aluno de ensino médio, que acabou de realizar um exercício no Moodle sobre logaritmos. Ao corrigir a atividade do aluno, o professor detecta alguma carência no aprendizado sobre esse tema. A partir do sistema de adaptação, o professor indica algumas palavras-chaves que envolvem o conteúdo ministrado, o qual o aluno possui a carência, neste exemplo, o professor indicaria os temas relacionados à logaritmos.*

*Com posse das palavras-chaves, o servidor realiza uma busca de objetos de aprendizagem que possuam estas palavras-chaves e que estejam de acordo com as características de aprendizagem do aluno. O dispositivo móvel de João, aceita objetos que contenham, mídias como MP4, PDF ou MP3. Em um momento qualquer do dia, João recebe uma notificação, indicando um material para complementar os seus estudos em logaritmos. A aplicação instalada no dispositivo do João apresenta os objetos de acordo com o contexto do dispositivo e perfil detectados para o João.”.*

No momento em que é localizado o objeto (ou um conjunto de objetos) é enviado uma notificação para o aluno, através do sistema de notificação. Dependendo do dispositivo que o aluno possui, ações serão realizadas para adaptar o conteúdo que deverá ser entregue. Por isso, ao receber a notificação no dispositivo móvel, o aplicativo cliente envia ao sistema adaptador do servidor, o arquivo de contexto contendo as características do dispositivo, sem a necessidade de nenhuma intervenção do aluno.

Para o cenário apresentado, o servidor encontrou apenas quatro objetos aptos a serem entregues para o aluno. Os

<sup>6</sup> <http://www.openarchives.org/OAI/openarchivesprotocol.htm>

objetos, nos formatos PDF (Documento), Flash (Animação), AVI (vídeo) e MP3 (áudio) podem ser compatíveis ou não com o dispositivo do aluno. O adaptador, tendo conhecimento do dispositivo que o aluno está utilizando (através de informações de contexto) e os objetos que foram selecionados, monta em memória o grafo exibido na figura 7 que utiliza a técnica de spreading activation para mapear os objetos mais adequados para o aluno.

Nesse caso, como apresentado no grafo, o aluno João, não pode receber vídeos em formato AVI, devido ao formato AVI não ser compatível com o dispositivo, ao contrário dos objetos em PDF e MP3 que são compatíveis. Sendo assim, apenas os dois últimos são enviados para o aluno.

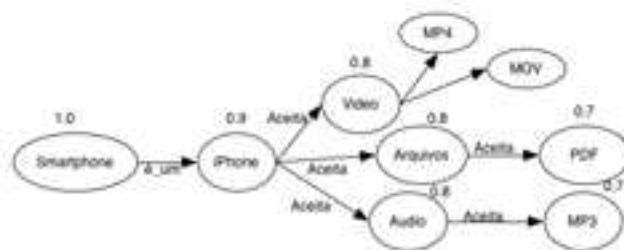


Figura 7 - Diagrama que reflete a execução da adaptação dada no exemplo.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Neste artigo, como principal contribuição é proposto um modelo para complementar o ensino do aluno através de dispositivos móveis. O modelo utiliza contexto e perfil do aluno para adequar objetos de aprendizagem para um determinado dispositivo de acesso. Foi apresentado também, um protótipo que exhibe os objetos de aprendizagem adaptados para o perfil e contexto do aluno. Além da proposição de um modelo, foi desenvolvido um protótipo para *iOS* e um servidor Microsoft *.NET*. Tais implementações foram avaliadas através de um cenário de uso. Os resultados demonstraram a viabilidade de uso do modelo, bem como destacaram a adaptação dos objetos de acordo com alguns contextos.

Em trabalhos futuros, além de desenvolver uma versão do protótipo para *Google Android*, pretende-se validar esta aplicação em turmas EaD e em conjunto com sistemas LMS e fazer a devida adaptação de objetos de acordo com a necessidade dos alunos e avaliar as melhorias educacionais com a entrega desses objetos. Além disso, pretende-se desenvolver uma ontologia substituindo as bases de dados atuais por bases de conhecimento, aumentando assim a possibilidade de obter informações semânticas e de realizar raciocínio sobre os dados armazenados.

### REFERÊNCIAS

- [1] Anderson, J. 1983. A spreading Activation theory of memory. *Journal of verbal learning and verbal behavior*. (1983).
- [2] Barkman, P. et al. 2002. Draft Standard for Learning Object Metadata. July (2002), 1–44.

- [3] Collins, M.A. and Loftus, F.E. 1975. A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological review*. (1975).
- [4] Crestani, F. 1997. Application of Spreading Activation Techniques in Information Retrieval. (1997), 453–482.
- [5] Dey, A. et al. 2001. A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications. *Human-Computer Interaction*. 16, 2 (Dec. 2001), 97–166.
- [6] Dey, A.K. 2001. Understanding and Using Context. *Personal and Ubiquitous Computing*. 5, 1 (Feb. 2001), 4–7.
- [7] Dias, C.L. and Kemczinski, A. 2009. Padrões abertos: aplicabilidade em Objetos de Aprendizagem (OAs). *Anais do Simpósio ....* (2009).
- [8] Fox, J. and Clarke, S. 2009. Exploring approaches to dynamic adaptation. *Proceedings of the 3rd International DiscCoTec Workshop on Middleware-Application Interaction - MAI '09*. (2009), 19–24.
- [9] Hussein, T. and Westheide, D. 2005. Context-adaptation based on Ontologies and Spreading Activation. (2005).
- [10] Kakousis, K. 2010. Testing self-adaptive applications with simulation of context events. ... of the EASST. 28, (2010).
- [11] Laforest, T.C. and F. and Celentano, A. 2007. Adaptation in context-aware pervasive information systems: the SECAS project. *International Journal of Pervasive Computing and Communications*. 3, 4 (2007), 400–425.
- [12] Level, D. 2007. Standardized Technical Architecture Modeling. *March* (2007).
- [13] Mikic, F. and Anido, L. 2006. Towards a Standard for Mobile E-Learning. *International Conference on Networking, International Conference on Systems and International Conference on Mobile Communications and Learning Technologies (ICNICONSMCL'06)*. (2006), 217–217.
- [14] Moraes, M. et al. 2011. Elaboração de Objetos de Aprendizagem para o LAPREN: Processo de Desenvolvimento e Sistema de Produção. *br-ie.org*. (2011), 224–233.
- [15] Parupalli, R. et al. 2011. The Role of Content Adaptation in Ubiquitous Learning. *2011 IEEE International Conference on Technology for Education*. (Jul. 2011), 177–182.
- [16] QUINTA, M. 2011. Adaptação de conteúdo para múltiplos contextos. *portal.inf.ufg.br*. (2011).
- [17] Reveiu, A. et al. 2008. Content Adaptation in Mobile Multimedia System for M-Learning. *2008 7th International Conference on Mobile Business*. (Jul. 2008), 305–313.
- [18] Silverman, W.L. and Forum, L. 2002. LEARNING AND TEACHING STYLES. 78, June (2002), 674–681.
- [19] Vicari, R.M. et al. 2010. The OBAA Proposal for Learning Objects Supported by Agents. *Aamas (2010)*, 9–12.
- [20] Virgilio, R.D. et al. 2006. A Rule-based Approach to Content Delivery Adaptation in Web Information Systems. (2006), 0–3.
- [21] Yau, J.Y.K. and Joy, M. 2011. A context-aware personalised m-learning application based on m-learning preferences. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*. 5, 1 (2011), 1.