

# MobiLE: Um ambiente Multiagente de Aprendizagem Móvel para Apoiar a Recomendação Sensível ao Contexto de Objetos de Aprendizagem

Luiz Cláudio Nogueira da Silva<sup>1,2</sup>, Francisco Milton Mendes Neto<sup>1,2</sup>,  
Luiz Jácome Júnior<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação - PPGCC  
Departamento de Ciências Exatas e Naturais - DCEN  
Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA  
BR 110 - Km 47 Bairro Pres. Costa e Silva CEP 59.625-900 Mossoró - RN

<sup>2</sup>Núcleo Tecnológico de Engenharia de Software – NTES  
Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA  
BR 110 - Km 47 Bairro Pres. Costa e Silva CEP 59.625-900 Mossoró- RN

{luizclaudio,miltonmendes}@ufersa.edu.br,

{luizjunior05}@gmail.com

**Abstract.** *A mobile learning environment provides students with a teaching method that would be not possible to be performed in a conventional web-based course. The use of Learning Objects (LOs) in a standard way consists of an effective way to allow, among other features, content reuse and interoperability between different Learning Management Systems. However, a problem that occurs frequently is the unsuitability of the content being learned to the context in which the student is inserted. A context-aware mobile learning support environment allows to solve this problem. Thus, this paper presents an agent-based approach to context-aware recommendation of LOs in order to enhance the teaching process in mobile learning.*

**Resumo.** *Um ambiente de aprendizagem móvel provê aos estudantes uma forma de ensino não possível de ser realizada em um curso convencional baseado na web. O uso de Objetos de Aprendizagem (OAs) em um formato padrão consiste em uma forma efetiva de permitir, entre outras características, o reuso e a interoperabilidade de conteúdo entre diferentes Sistemas de Gestão de Aprendizagem. No entanto, um problema que ocorre frequentemente é a inadequação do conteúdo sendo aprendido ao contexto do usuário. Um ambiente de suporte à aprendizagem móvel sensível ao contexto pode resolver esse problema. Desta forma, este artigo apresenta uma abordagem baseada em agentes para recomendação sensível ao contexto de OAs a fim de aperfeiçoar o processo de ensino na aprendizagem móvel.*

## 1. Introdução

A Educação a Distância (EaD) é uma modalidade de ensino e aprendizagem que vem crescendo há alguns anos. De acordo com pesquisa realizada pela Associação Brasileira de Ensino à Distância (Abed) e pelo Ministério da Educação (MEC), a demanda em cursos de especialização a distância aumentou 60% de 2008 a 2010 [Maia 2011].

Uma das formas de se prover a EaD é através do uso de dispositivos móveis, modalidade esta conhecida como Aprendizagem Móvel, do inglês *Mobile Learning* ou *m-learning*. Este meio de oferecer ensino permite que estudantes e professores possam

tirar vantagens dos recursos oferecidos pelas tecnologias móveis, dentre os quais destaca-se a possibilidade de acessar, visualizar e prover conteúdo independentemente do horário e a partir de qualquer localidade [Yau & Joy 2010].

Contudo, para melhorar a eficácia da absorção de conhecimento pelos estudantes na aprendizagem móvel, deve-se levar em consideração as características particulares de cada estudante. Isso é necessário não apenas para fornecer um conteúdo que atenda às características cognitivas dos estudantes, mas também para prover conteúdos de forma adequada às restrições dos seus dispositivos móveis, uma vez que os mesmos possuem recursos distintos e limitados (com restrições). Surge então o conceito de ambientes sensíveis ao contexto (*context-aware environments*). Esse tipo de ambiente se adequa ao perfil do usuário, levando em consideração informações fornecidas pelo próprio usuário, além daquelas captadas dinamicamente a partir de sua interação com os dispositivos computacionais [Moore et al. 2009].

A fim de desenvolver ambientes de aprendizagem que sejam sensíveis ao contexto do estudante, é fundamental que os conteúdos educacionais sejam criados de maneira padronizada. Desta forma, é possível que um ambiente de suporte à aprendizagem exiba o conteúdo de forma adequada e reutilize conteúdos em diferentes contextos e a partir de diversos repositórios. Além disso, é possível combinar conteúdos distintos, o que, por sua vez, melhora o processo de produção de conteúdo e, como consequência, reduz os seus custos [Rodolpho 2009]. Um modo eficaz de padronizar conteúdos educacionais é através do uso de Objetos de Aprendizagem (OAs), os quais consistem em pequenas unidades de conteúdo que podem ser usadas, reutilizadas e referenciadas durante um processo de aprendizagem [LTSC 2002].

Este artigo apresenta um ambiente de aprendizagem móvel que, através do uso de objetos de aprendizagem, ontologias e agentes de software, se adequa às necessidades dos estudantes, de acordo com características do contexto no qual os mesmos se encontram.

Este artigo está dividido em oito seções. A Seção 2 mostra uma visão geral de sistemas multiagente. A Seção 3 descreve os objetos de aprendizagem, assim como os padrões usados na sua criação. A Seção 4 conceitua sistemas de recomendação. A Seção 5 traz conceitos relacionados ambientes sensíveis ao contexto. A seção 6 discute os trabalhos relacionados. A Seção 7 descreve a abordagem baseada em agentes proposta neste artigo. A última seção apresenta nossas considerações finais e uma discussão sobre trabalhos futuros.

## **2. Sistemas Multiagente**

De acordo com [Russell & Norvig 2003], agentes são entidades de software autônomas que percebem seu ambiente por meio de sensores e que atuam sobre esse ambiente através de atuadores, processando informação e conhecimento. Um Sistema Multiagente (SMA), por sua vez, consiste de um conjunto de agentes autônomos que colaboram para resolver um problema o qual seria impossível solucionar com apenas um agente.

Agentes podem ser construídos de várias formas. Podem ser agentes de software ou hardware, estáticos ou móveis, persistentes ou não-persistentes, reativos ou cognitivos (inteligentes) [Pontes 2010, Pontes et al. 2010]. De acordo com Pontes (2010), uma das classificações mais importantes de agentes é em relação a eles serem reativos ou cognitivos.

Agentes reativos são agentes que selecionam ações a serem executadas com base exclusivamente na percepção atual, não levando em consideração o histórico de percepções. Uma vez que não possuem memória, são incapazes de planejar ações futuras [Russell & Norvig 2003; Pontes 2010].

Por outro lado, os agentes congitivos são mais complexos, pois possuem uma representação explícita tanto do ambiente quanto de outros agentes. Este tipo de agente possui uma memória interna, o que possibilita planejar ações futuras baseando-se em situações que ocorrem anteriormente [Russell & Norvig 2003; Pontes 2010].

Agentes de software podem realizar diversas tarefas em ambientes de aprendizagem, tais como monitorar as atividades do estudante no ambiente de aprendizagem, capturar de forma automática as informações de contexto dinâmico do estudante, recomendar conteúdos de interesse deste, entre outras. Diante do aumento no número de estudantes que interagem com os sistemas de suporte à aprendizagem, o uso de agentes para realizar estas tarefas torna-se extremamente importante, principalmente devido ao fato de serem tarefas complexas para os facilitadores gerenciarem a distância.

### 3. Objetos de Aprendizagem

Um conceito relevante quanto ao conteúdo didático utilizado em EaD é o de Objeto de Aprendizagem (OA). Segundo o Comitê de Padronização de Tecnologias de Aprendizagem (LTSC - *Learning Technology Standard Comitee*), do *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE), um OA é uma entidade material educacional, digital ou não, que pode ser usada para aprendizagem, educação ou treinamento [LTSC 2002]. Dessa forma, podem ser elencadas quatro propriedades principais dos OAs: reusabilidade, acessibilidade, interoperabilidade e durabilidade [ADL 2011].

Em resumo, a idéia central do conceito de OAs é permitir que os projetistas educacionais construam componentes educativos relativamente pequenos que possam ser usados em diferentes contextos de aprendizagem. Ou seja, são conteúdos digitais que, além de permitir alcançar um objetivo educacional, promovem a reusabilidade dos conteúdos utilizados no processo de ensino-aprendizagem.

No entanto, para garantir os benefícios em se utilizar OAs, há de se considerar certas características na criação de OAs digitais, como, por exemplo: (i) definição de estrutura de navegação; (ii) adequação do conteúdo de uma mídia escrita para uma mídia eletrônica; (iii) atendimento aos aspectos pedagógicos de ensino; e (iv) integração do OA com diferentes tipos de ambientes de EaD [Rodolpho 2009]. Nesse sentido, utiliza-se padrões de desenvolvimento de OAs para que estes possam garantir as quatro propriedades citadas anteriormente [Dias et al. 2009].

#### 3.1 Padrões de Objetos de Aprendizagem

Segundo [Dias et al. 2009], padrões de OAs constituem um meio de organizar os dados de um OA para prover comunicação entre diferentes ambientes computacionais, bem como garantir seu acesso e usabilidade, além de prover interoperabilidade. Os autores relatam que esses padrões são divididos, de acordo com suas funcionalidades, em: padrões de metadados, de empacotamento, de interface e comunicação e de integração.

Para o presente trabalho, é importante descrever as características dos padrões de integração. Esse tipo de padrão, como o próprio nome indica, unifica em um modelo de referência diferentes tipos de padrões, tais como padrões de metadados,

empacotamento, interface e comunicação, desenvolvidos por outras organizações [Dias et al. 2009]. O padrão de integração SCORM (*Sharabale Content Object Reference Model*), desenvolvido pela ADL (*Advanced Distributed Learning*) [ADL 2011], integra um conjunto de padrões técnicos, especificações e orientações designadas a atender os requisitos de alto nível do SCORM – sistemas e conteúdo acessíveis, interoperáveis, duráveis e reutilizáveis. O conteúdo no padrão SCORM pode ser distribuído para os estudantes através de qualquer Sistema Gestão de Aprendizagem (LMS – *Learning Management System*), que seja compatível com o SCORM e que use a mesma versão deste [ADL 2011].

Neste trabalho utilizaremos OAs desenvolvidos segundo o padrão SCORM, tanto pelo fato de ser um padrão amplamente difundido, como também por ser composto de um conjunto de outros padrões. Desta forma, podemos usufruir das melhores características de cada padrão.

#### **4. Sistemas de Recomendação**

Uma solução para a escolha de um conteúdo dentre várias possibilidades é o uso de Sistemas de Recomendação (SRs). SRs auxiliam no processo de indicar ou receber indicação de materiais que possam, de alguma forma, ser úteis para um usuário ou um grupo de usuários. Desta forma, SRs podem utilizar diferentes técnicas e estratégias, de modo a recomendar conteúdos apropriados para alunos de diferentes cursos e níveis de conhecimento, desde que tomadas algumas precauções [Primo et al. 2010].

De uma forma geral, os SRs são divididos em três categorias: Sistemas de Recomendação Colaborativa (SRC), os quais realizam o processo de recomendação considerando a similaridade de preferências entre os usuários; Sistemas de Recomendação Baseada em Conteúdo (SRBC), que buscam a adequação dos objetos a serem recomendados às informações do perfil do usuário; Sistemas de Recomendação Híbrida (SRH), que buscam, através de técnicas específicas, mesclar as técnicas utilizadas pelos SRCs e SRBCs [Primo et al. 2010].

#### **5. Ambientes Sensíveis ao Contexto**

Sensibilidade ao contexto descreve um paradigma no qual o contexto de um usuário é levado em consideração para definir o seu perfil. Não existe um consenso a respeito da definição de “contexto”, sendo este específico da aplicação e da intenção desejadas, requerendo a identificação das funções e propriedades dos domínios dos indivíduos [Moore et al. 2009; Moore et al. 2008].

O contexto pode ser definido de acordo com informações relativas a propriedades que se combinam para descrever e caracterizar uma entidade e seu papel de uma forma legível pelo computador [Moore et al. 2009; Moore et al. 2008]. A localização do estudante, por exemplo, é uma característica importante para a definição do seu contexto em um ambiente para aprendizagem móvel. Entretanto, o contexto inclui mais do que apenas a localização. De fato, quase todas as informações disponíveis no momento da interação podem ser vistas como informações contextuais, dentre as quais destacam-se [Moore et al. 2009; Schilit et al. 1994]: i) as diversas tarefas exigidas dos usuários; ii) a variada gama de dispositivos que se combinam para criar sistemas móveis, com a infraestrutura de serviços associada; iii) disponibilidade de recursos (ex. condição da bateria, tamanho de tela, etc.); iv) situação física (ex. nível de ruído, temperatura, nível de luminosidade etc.); vi) informação espacial (ex. localização, velocidade, orientação etc.); e vii) informação temporal (ex. hora do dia, data etc.).

Esta lista, embora não contenha exatamente todas as informações que podem ser consideradas, serve para demonstrar a complexidade inerente ao contexto, sua natureza de domínio específico e a dificuldade em defini-lo e medi-lo [Moore et al. 2009]. Na tentativa de facilitar a compreensão sobre o contexto, Moore et al. (2008) definem dois tipos gerais de contexto: estático (denominado *customização*) e dinâmico (denominado *personalização*). O primeiro diz respeito à situação na qual um perfil de usuário é criado manualmente, estando o usuário ativamente envolvido no processo e tendo um elemento de controle. Já o contexto dinâmico refere-se à situação na qual o usuário é visto como sendo passivo, ou pelo menos com um pouco menos de controle no processo de criação de seu perfil. Nesse caso, o sistema monitora, analisa e reage dinamicamente ao comportamento do usuário e ao perfil identificado.

Algumas aplicações de aprendizagem móvel sensíveis ao contexto utilizam contextos de aprendizagem a fim de adaptar ou sugerir apropriadamente atividades e conteúdos [Yau & Joy 2010]. Entretanto, os trabalhos encontrados na literatura não levam em consideração os recursos físicos dos dispositivos móveis, o que compromete uma definição mais precisa do contexto dos estudantes e, conseqüentemente, o acesso e navegação adequados nos conteúdos recomendados, uma vez que isto é diretamente influenciado pelas características dos dispositivos móveis utilizados pelos estudantes.

## 6. Trabalhos relacionados

A utilização de SR em ambientes educacionais não é nenhuma novidade. Em [Primo et al. 2010] é apresentado um modelo para a recomendação de conteúdos educacionais descritos através de metadados. Esse modelo considera perfis de usuários e interoperabilidade entre aplicações educacionais, além de aspectos cognitivos de aprendizado. Esse trabalho também apresenta como conteúdos educacionais podem ser descritos através de ontologias, o que facilita também a inferência dos conteúdos apropriados aos perfis dos usuários.

Em [Gluz & Vicari 2010] é apresentada a MILOS (*Multiagent Infrastructure for Learning Object Support*), uma infraestrutura, combinando ontologias e agentes, que implementa as funcionalidades necessárias aos processos de autoria, gerência, busca e disponibilização de OAs compatíveis com a proposta de padrão de metadados de OAs OBAA (Objetos de Aprendizagem Baseados em Agentes).

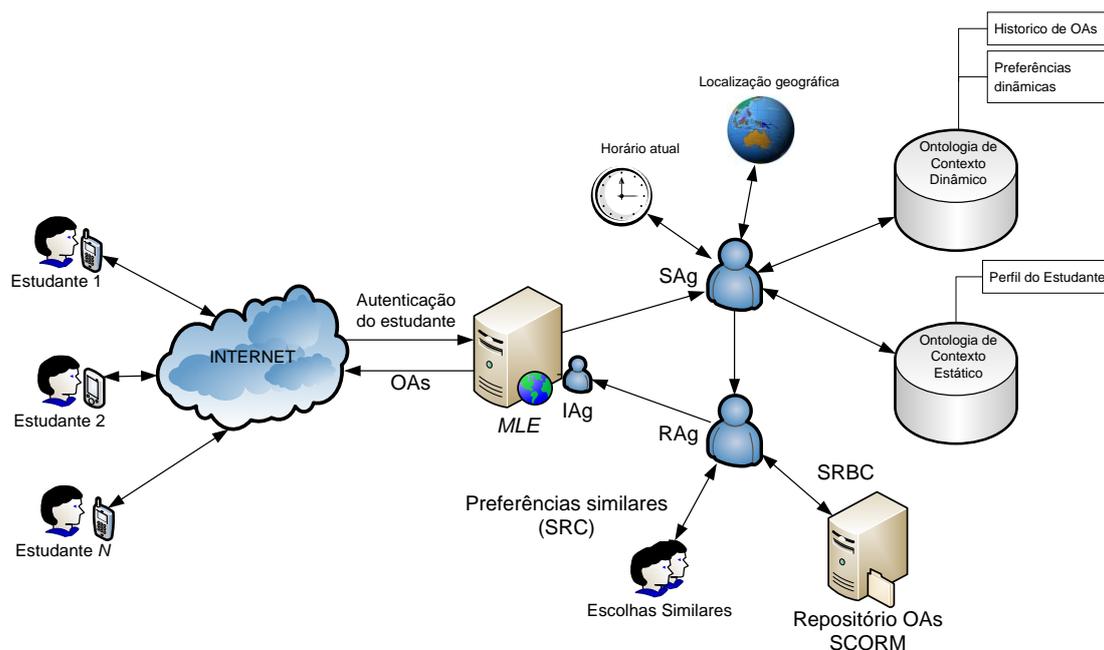
Yau & Joy (2010) propõem uma arquitetura de aprendizagem móvel sensível ao contexto composta por três componentes principais: o perfil do estudante, um mecanismo de personalização e um repositório de OAs. O perfil do estudante serve para armazenar suas preferências de aprendizagem móvel, capturadas através de um questionário respondido pelo estudante. O mecanismo de personalização recebe esse perfil e combina as informações dele com aquelas obtidas dinamicamente através de sua interação com o ambiente. Em seguida, o mecanismo de personalização compara todas as informações obtidas com os metadados dos OAs disponíveis no repositório. O sistema então recomenda OAs adequados aos estudantes de acordo com as características do seu contexto.

O presente trabalho reúne as principais características dos trabalhos citados anteriormente. Porém, o fator que difere o presente trabalho dos demais é o fato dele considerar os recursos dos dispositivos móveis, os quais podem constituir um fator limitante na aprendizagem do estudante no momento da recomendação dos OAs. Pelo fato de ser projetado para dispositivos móveis, o ambiente provê ao estudante flexibilidade quanto às opções de estudo. Utilizando agentes de software em

combinação com as ontologias de descrição dos perfis (estático e dinâmico) dos estudantes, o ambiente recomenda, de maneira autônoma, conteúdos educacionais adequados às características pessoais e cognitivas dos estudantes.

## 7. Abordagem Baseada em Agentes para Recomendação de Objetos de Aprendizagem Sensível ao Contexto

A arquitetura do ambiente proposto é apresentada na Figura 1. Como pode ser visto na figura, os estudantes devem, inicialmente, se autenticar no LMS e acessar algum dos cursos nos quais esteja matriculado. Para isto, eles precisam realizar um cadastro no qual irão informar algumas características de seu perfil, como, por exemplo, local e hora do dia preferidos para o estudo, sua área de interesse, entre outros. Essas informações servirão para a criação de um componente essencial da arquitetura, que é a ontologia de contexto estático dos estudantes.



**Figura 1. Arquitetura da solução proposta.**

Os agentes descritos nesta abordagem foram desenvolvidos utilizando o JADE (*Java Agent Development Framework*), que consiste em uma plataforma completa para desenvolvimento e execução de sistemas multiagente [JADE 2011]. Também foi utilizado o framework de desenvolvimento de aplicações MLE (*Mobile Learning Engine*) [MLE 2011] para a construção do ambiente.

Outro componente de extrema relevância é o repositório de OAs. Para que o mecanismo de recomendação funcione, é necessário que estes OAs estejam em conformidade com o padrão SCORM. Através dos metadados descritos nesse padrão, o agente será capaz de comparar as informações dos OAs com os perfis dos estudantes e realizar a recomendação de OAs de maneira adequada.

O sistema de recomendação implementado é baseado em um SRH, visto que considera não apenas o conteúdo dos OAs em relação ao perfil do estudante (SRBC), como também a comparação de estudantes com preferências semelhantes (SRC).

## 7.1 Agentes de Software

Na abordagem proposta foram implementados três tipos de agentes: Agente Estudante (SAg - *Student Agent*), Agente Recomendador (RAg - *Recommender Agent*) e Agente de Interface (IAg - *Interface Agent*).

Os SAGs são responsáveis por monitorar as atividades dos estudantes e recuperar, das ontologias de contexto estático e dinâmico, as preferências de aprendizagem que compõem os perfis dos estudantes e os seus respectivos históricos de escolha de OAs. Com base no histórico de escolha, o SAg encontra outros estudantes que possuem, em seus históricos, escolhas similares. Os SAGs também capturam as informações do contexto dinâmico do estudante, além de sua localização geográfica e o horário atual. O SAg realiza o seu comportamento no momento em que o estudante se autentica na aplicação. Em seguida, todas essas informações são enviadas para o RAg.

O RAg tem o intuito de detectar OAs adequados ao contexto do estudante, de acordo com as informações providas pelos SAGs e as informações obtidas dos OAs disponíveis no repositório. O RAg encontra, inicialmente, o OA que seria mais adequado de acordo com a Recomendação Baseada em Conteúdo. Esse mecanismo é apresentado na Subseção 7.1.1. Em seguida, com base nessas informações, o RAg considera quais desses OAs foram aceitos também pelos estudantes que possuem gostos similares ao estudante em questão, o que caracteriza a Recomendação Colaborativa. Dessa forma, a taxa de acerto no momento da recomendação dos objetos de aprendizagem tende a aumentar. Após identificar OAs adequados, o RAg informa ao IAg quais são os possíveis OAs a serem sugeridos. A Figura 2 mostra a interface principal do ambiente e uma mensagem de recomendação de OAs efetuada pelo RAg.

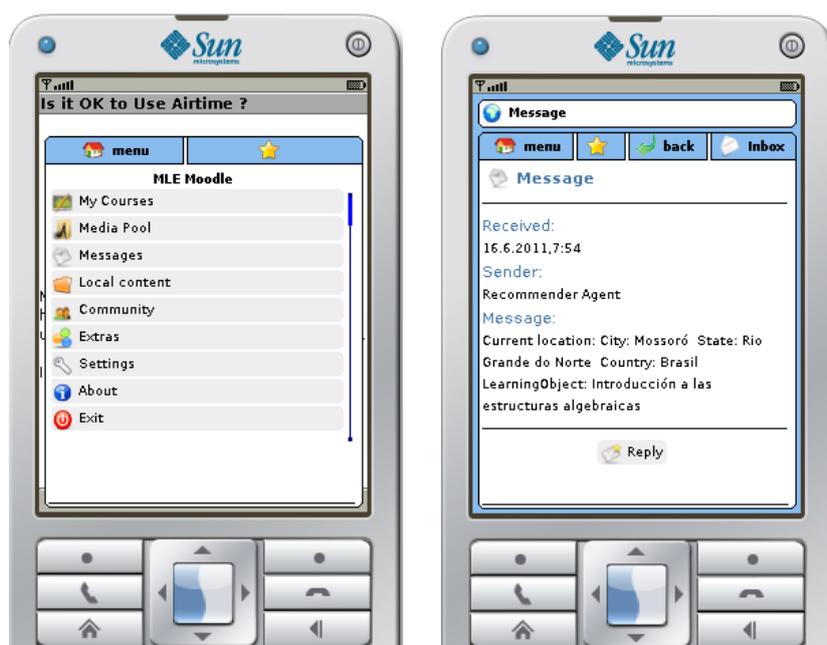


Figura 2. Tela inicial do ambiente e sugestão de OAs

O IAg é responsável principalmente por verificar a adequação do OA a ser recomendado às características do dispositivo móvel do estudante e adequar a apresentação do conteúdo ao dispositivo móvel, quando apropriado. Caso o OA não seja possível de ser adequado, o IAg rejeita a recomendação. Além disso, o IAg tem a responsabilidade de informar ao instrutor o conteúdo que foi sugerido. O diagrama de

seqüência da Figura 3 mostra o fluxo de troca de mensagens entre esses agentes através do modelo de interação.

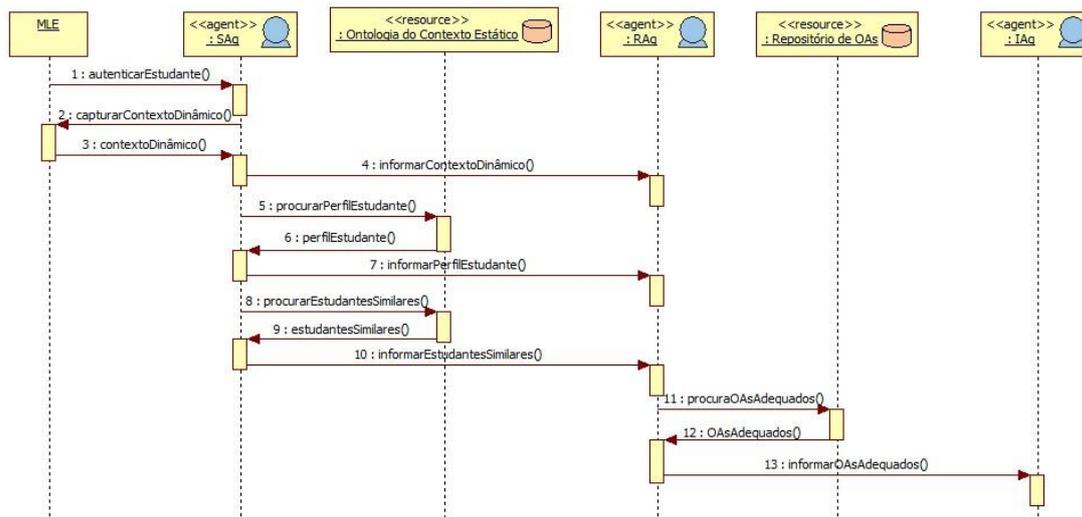


Figura 3. Modelo de Interação dos Agentes

### 7.1.1 Mecanismo de Recomendação Baseada em Conteúdo

O mecanismo de recomendação baseada em conteúdo considera as informações de local e horário preferidos de estudo e área de interesse do estudante, as quais estão contidas na ontologia de contexto estático. Essas informações são ponderadas de acordo com o nível de influência que cada uma exerce no modelo de aprendizagem do estudante. A estratégia para identificar os OAs adequados ao contexto do estudante é realizada de acordo com a Equação 1.

$$FR = ((AI * 5) + (LP * 3) + (HP * 2))/10 - FA \quad (1)$$

O Fator de Recomendação (FR), o qual é determinado pelo RAg, é influenciado, principalmente, pela Área de Interesse (AI) do estudante, tendo, portanto, peso 5. Já o Local Preferido (LP) de estudo, por apresentar uma grande influência na capacidade de concentração do estudante, recebe peso 3. Por fim, o Horário Preferido (HR) de estudo também é de interesse pelo fato de poder exercer influência no nível de concentração e, consequentemente, influenciar positiva ou negativamente a recomendação de um OA. Já o Fator de Ajuste (FA) diz respeito a um fator que pode ser estabelecido pelo instrutor a fim de aumentar (quando o FA for menor) ou diminuir (FA maior) o impacto que o contexto do usuário exerce para a recomendação de OAs. Os valores numéricos de AI, LP e HP são obtidos com base nos valores capturados dinamicamente e naqueles previamente definidos na ontologia de contexto estático dos estudantes.

Para definir, de forma dinâmica, o valor que representa o quão adequado determinado OA é em relação à área de interesse de um estudante, são consideradas três características do OA: descrição, título e palavras-chave. O RAg, por sua vez, verifica a incidência de palavras de interesse do estudante, contidas na ontologia de contexto estático, nessas três características do OA. Em seguida, esses valores são ponderados pelo RAg conforme a Equação 2.

$$AI = ((PC * 3) + (D * 2) + (T * 1))/6 \quad (2)$$

A Equação 2 mostra que o maior peso é dado às Palavras-Chaves (PC), visto que representam melhor os assuntos tratados no OA. A Descrição (D) do OA nos fornece uma visão geral de como os seus diversos assuntos estão integrados. Por fim, o Título (T) representa uma influência menor, dentre as três características, por não conter uma gama de palavras relacionadas ao OA tão abrangente quanto às PCs.

Para a definição dinâmica do fator LP, foi implementada uma extensão ao MLE. Foi adicionada a esse framework uma classe responsável por capturar a localização geográfica do estudante a partir de uma API (*Application Programming Interface*) integrada ao GPS (*Global Positioning System*) do dispositivo móvel. Dessa forma, é possível obter a latitude e a longitude do dispositivo móvel. Essa informação é, então, enviada pela aplicação cliente do dispositivo móvel ao SAg, e este, por sua vez, realiza a geocodificação reversa<sup>1</sup> das informações antes de enviá-las ao RAg.

Por último, a captura dinâmica do horário atual é feita pelo SAg no momento de autenticação do estudante no sistema. Essa informação servirá para que o RAg defina o valor numérico atribuído ao fator HP.

## 8. Considerações Finais e Trabalhos Futuros

Neste artigo, foi descrita a implementação de uma abordagem baseada em agentes para recomendação de OAs em um ambiente de aprendizagem móvel sensível ao contexto. A solução proposta objetiva tornar a aprendizagem móvel adequada às necessidades dos estudantes. Ela pode ser aplicada a qualquer sistema de gestão de aprendizagem.

Como trabalhos futuros, pretende-se testar o ambiente desenvolvido em um contexto real, utilizando os principais repositórios de conteúdos educacionais (OAs). Além disso, objetiva-se mensurar o quanto este melhora a precisão de uma recomendação sob o aspecto de utilidade para o processo de ensino-aprendizagem. Com esse intuito, objetiva-se realizar um estudo de caso com uma turma de um curso de ensino a distância para verificar o impacto da abordagem proposta na adequação do conteúdo.

Objetiva-se também considerar na recomendação baseada em conteúdo palavras que sejam sinônimos daquelas que estão na ontologia de contexto estático. Desta forma, será possível considerar a relação semântica entre as palavras no momento da recomendação.

Por fim, porém não menos importante, como trabalho futuro, pretende-se identificar e classificar os estilos cognitivos dos estudantes de acordo com uma teoria já consolidada na literatura, provavelmente a Teoria da Carga Cognitiva [Santos et al. 2009], para que seja possível aperfeiçoar o processo de ensino-aprendizagem do estudante. O presente trabalho não se baseou em nenhuma teoria divulgada na literatura.

## Referências

- ADL (2011) “Advanced distributed learning”, Disponível em: <http://www.adlnet.org>.
- Castilo, S., Ayala, G.: ARMOLEO (2008) “An Architecture for Mobile Learning Object”, In: 18<sup>th</sup> International Conference on Electronics, Communications and Computers (CONIELECOMP), p. 53-58, IEEE Computer Society, Los Alamitos.

---

<sup>1</sup> Conversão de latitude e longitude em endereço, ou seja, rua, número, bairro, cidade, estado ou país.

- Dias, C. C. L., Kemczinski, A., and Lucena, S. V. d. S. (2009) “Padrões abertos: aplicabilidade em Objetos de Aprendizagem (OAs)”, In Anais do XX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, SBIE, Florianópolis, SC.
- Gluz, J.C., Vicari, R. M. (2010) “MILOS: Infraestrutura de Agentes para Suporte a Objetos de Aprendizagem OBAA”, In Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, SBIE, João Pessoa, PB.
- JADE (2011) “Java development framework: an open-source platform for peer-to-peer agent based applications”. Disponível em: <http://jade.tilab.com/>.
- LTSC (2002) “Draft Standard for Learning Object Metadata. IEEE Standard 1484.12.1”. LTSC, Learning Technology Standards Committee, New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers. Disponível em: [http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM\\_1484\\_12\\_1\\_v1\\_Final\\_Draft.pdf](http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf).
- Maia, N. (2011) “Ensino a distância cresce no País”. O POVO *online*, Fortaleza, 01 out. 2011. Disponível em: <http://www.opovo.com.br/app/opovo/empregos/2011/10/01/noticiaempregosjornal,2307499/ensino-a-distancia-cresce-no-pais.shtml>. Acesso em: 18 out. 2011.
- MLE (2011) “MLE - Mobile Learning Engine”. Disponível em: <http://mle.sourceforge.net/mle/index.php>.
- Moore, P., Hu, B., Jackson, M., Wan, J. (2009) “Intelligent context for personalized m-learning”, In International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems, 2009. CISIS '09, p. 247–254.
- Moore, P., Hu, B., Wan, J. (2008) “A Context Ontology for Pervasive Mobile Computing”, The Computer Journal, Vol. 53, p. 191-207.
- Pontes, A. A. A. (2010) “Uma Arquitetura de Agentes para Suporte à Colaboração na Aprendizagem Baseada em Problemas em Ambientes Virtuais de Aprendizagem”, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural do Semi-árido - UFERSA, Mossoró, RN.
- Pontes, A. A. A., Mendes Neto, F. M., Campos, G. A. L. de. (2010) "Multiagent System for Detecting Passive Students in Problem-Based Learning". *Advances in Soft Computing*, v. 71, p. 165-172.
- Primo, T. T., Vicari, R. M., Silva, J. M. C. da (2010) “Rumo ao Uso de Metadados Educacionais em Sistemas de Recomendação”, In Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, SBIE, João Pessoa, PB.
- Rodolpho, E. R. (2009) “Convergência digital de objetos de aprendizagem SCORM”, Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho -UNESP, São José do Rio Preto, SP.
- Russell, R. & Norvig, P. (2003) “Artificial Intelligence, A Modern Approach 2nd Edition”, Prentice Hall.
- Santos, L. M. A., Reategui, E., Tarouco, L. (2009). “A Inserção de um Agente Conversacional Animado em um Ambiente Virtual de Aprendizagem a partir da Teoria da Carga Cognitiva”, Artigo Resumido, In Anais do XX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, SBIE, Florianópolis, SC.
- Schilit, B., Adams, N., Want, R. (1994) “Context-Aware Computing Applications”, In: IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications (WMCSA), p. 85-90, IEEE Computer Society, Santa Cruz.
- Yau, J.-K. & Joy, M. (2010) “A context-aware personalized m-learning application based on m-learning preferences”, In 6th IEEE International Conference on Wireless, *Mobile* and Ubiquitous Technologies in Education (WMUTE), p. 11–18.