

## Uma arquitetura multiagente para sistemas Web semântico para gestão de conteúdos educacionais

Bernarda Sandoval Romo<sup>1</sup>, Ivan Rizzo Guilherme<sup>1</sup>, Jonas Queiroz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) – Rio Claro – SP – Brasil

sandoval.bernarda.c@gmail.com, ivan@rc.unesp.br, jonnas@rc.unesp.br

**Resumo.** *A utilização da Web como plataforma para a educação a distância (e-learning), tem sido uma das grandes alternativas para a educação em sala de aula tradicional. Embora esses sistemas sejam amplamente utilizados, existem limitações quanto à dificuldade de busca, integração e reuso dos materiais existentes. Neste contexto, neste trabalho é apresentada uma arquitetura multiagente para o desenvolvimento de sistemas Web semânticos para a gestão de conteúdos educacionais. Como parte da arquitetura foi especificado um conjunto de ontologias e agentes inteligentes, responsáveis por recuperar e integrar conteúdos educacionais, para as atividades de busca, autoria de metadados de Objetos de Aprendizagem (OAs) e autoria de cursos.*

**Abstract.** *The use of the Web as a platform for distance education (e-learning) has been one of the great alternatives for education in traditional classrooms. Although these systems are widely used, there are limitations related to the difficulty of search, integration and reuse of learning objects (LOs). In this context, this work presents a multi-agent architecture for the development of Semantic Web systems for content management education. The structure of the architecture specifies a set of ontologies and intelligent agents responsible for recover and integrate educational content (LOs) for the activities of search, authoring of metadata LOs and authoring of courses.*

### 1. Introdução

A evolução dos sistemas de *e-learning* no contexto da Web semântica são denominados SWBES - *Semantic Web-based Educational Systems* [Bittencourt et al. 2008]. Os SWBES permitem a criação de funcionalidades que auxiliam os alunos e os professores a encontrarem materiais mais relevantes e reaproveitar os conteúdos dos cursos de diferentes sistemas de educação na Web. Nesses sistemas, as ontologias são utilizadas na anotação semântica dos OAs, oferecendo um vocabulário comum para a representação do conhecimento e facilitando o processamento por máquinas. Os agentes são utilizados para o desenvolvimento de componentes autônomos, flexíveis e interativos, responsáveis por automatizar o gerenciamento, a integração e o controle das atividades desenvolvidas nos sistemas. Com o intuito de garantir a interoperabilidade entre diferentes SWBES e potencializar o reuso e o compartilhamento dos recursos, tem sido proposto os sistemas Web semânticos para a gestão de conteúdos educacionais

(SWSGC), com a finalidade de prover funcionalidades e recursos para que os OAs possam ser recuperados, indexados, catalogados e reutilizados por diferentes aplicações.

Nesse contexto, neste trabalho é apresentada uma arquitetura multiagente para servir como um modelo de referência para o desenvolvimento de SWSGC. A arquitetura proposta foi especificada com base no estudo de alguns trabalhos relacionados, onde foram identificados e analisados os principais aspectos e requisitos voltados para as atividades de gestão de conteúdos educacionais. Nessa arquitetura foi especificado um conjunto de agentes e ontologias, utilizados para a automação das atividades relacionadas à gestão de conteúdos educacionais, tais como: a autoria de metadados de OAs, a autoria de curso, e a busca e anotação semântica de OAs. Esta arquitetura faz uso das tecnologias da Web Semântica, ontologias e agentes, a fim de aprimorar o compartilhamento, a recuperação e a reutilização dos OAs para o desenvolvimento de um curso. Os OAs podem ser recuperados de repositórios heterogêneos de OAs, e posteriormente anotados mediante padrões de metadados educacionais e ontologias de domínio. A anotação semântica dos OAs permite a recuperação dos mesmos de forma mais eficiente, auxiliando os professores na construção e atualização de seus cursos e incrementando o interesse do aluno ao oferecer acesso ao material educativo de sua escolha.

Este trabalho está estruturado da seguinte forma. Na seção 2 é apresentada os trabalhos relacionados bem como os principais aspectos e requisitos relacionados à gestão de conteúdos educacionais usados como base para a especificação da arquitetura proposta e de seus componentes. Na seção 3 é apresentada a descrição geral da arquitetura proposta para o desenvolvimento de SWSGC. Nas seções 4, 5 e 6 são apresentadas cada uma das camadas que separam os componentes da arquitetura proposta, e na seção 7 encontram-se as considerações finais.

## **2. Trabalhos Relacionados**

Os conceitos e as técnicas da Web Semântica e dos sistemas multiagentes estão sendo incorporados nos sistemas de educação à distância e em outros tipos de aplicações educacionais [Isotani et al. 2008; Bittencourt e Costa 2011]. Essas abordagens também têm sido utilizadas em sistemas para a gestão de conteúdos educacionais.

Neste contexto, na infraestrutura de agentes MILOS [Gluz e Vicari 2010] é apresentada uma arquitetura em três níveis que implementa as funcionalidades para a autoria, a gerência, a busca, o uso e a disponibilização de OAs utilizando o padrão de metadados OBAA. Nessa infraestrutura além da ontologia de metadados OBAA, são utilizadas as ontologias de domínios de ensino e de aplicação. Outros trabalhos têm sido propostos como parte da infraestrutura MILOS, com a finalidade de implementar outros sistemas multiagentes nela definidos. O sistema AgCAT [Barcelos et al. 2011] provê uma federação de catálogos de OAs, formada por três agentes responsáveis pela catalogação e busca de metadados de OAs. Na ferramenta AutoEduMat [Gluz e Xavier 2011] quatro agentes foram definidos para apoiar o processo de autoria de metadados educacionais de OAs no padrão OBAA, para o domínio de ensino de Matemática no Ensino Médio. A sugestão automática de valores de metadados de OAs é implementada através do uso de mecanismos de inferência sobre ontologias do domínio de ensino e das estratégias pedagógicas. O sistema LINNAEUS [Silveira e Gluz 2012] apoia a

catalogação e a edição de metadados de OAs descritos com o padrão OBAA, através do uso da ontologia de domínio e da análise do conteúdo dos OAs.

No projeto BROAD [Campos et al. 2011] é proposto uma arquitetura baseada na tecnologia de serviços, onde são definidas as interfaces para realizar a busca semântica de OAs no seu repositório, através da ontologia BROAD. Vian e colegas (2009) propõem um sistema multiagente para a indexação e a recuperação de OAs de repositórios heterogêneos. Nesta abordagem é proposta o uso de ontologias de domínio para ampliar os conceitos na requisição de busca e na indexação dos OAs. No sistema SROA [Otón, Ortiz e Hilera 2007] é proposto uma infraestrutura orientada a serviços, que permite descobrir OAs armazenados em diferentes repositórios ou sistemas de *e-learning*.

Os principais aspectos e requisitos relacionados à gestão de conteúdos educacionais foram identificados nesses trabalhos e considerados para: a definição e a especificação da arquitetura proposta; a identificação dos agentes; e, as ontologias utilizadas. Os aspectos identificados são apresentados a seguir:

- A **Integração de OAs** consiste na recuperação e integração de OAs de diferentes repositórios, utilizando padrões de metadados e ontologias para descrever e anotar os OAs.
- A **Autoria de metadados de OAs**, utilizando padrões de metadados para descrever OAs, para a sugestão de valores de elementos de metadados e auxiliar nas atividades de autoria de OAs, bem como facilitar a interoperabilidade desses recursos. Nesse sentido, são utilizados padrões de metadados definidos por entidades oficiais ou são especificados metadados próprios, e em alguns casos são utilizados ontologias.
- A **Anotação semântica de OAs através de ontologias de domínio** consiste em relacionar os OAs a conceitos de um domínio, a fim de aprimorar a indexação, a busca e a recomendação semântica de OAs.
- A **Busca semântica de OAs** consiste de uma busca que é feita em um repositório de OAs indexado utilizando metadados e ontologias. Essa busca leva em consideração o contexto tratado pelos OAs.
- Na **Interface com o usuário ou outros sistemas** os agentes são responsáveis por gerenciar as interfaces, recebendo as requisições e apresentando as informações para os usuários ou outros sistemas.
- No **Gerenciamento de conhecimento**, são utilizados agentes e ontologias, para gerenciar o conhecimento. Esse conhecimento representa a descrição dos OAs e também outras informações necessária para a automação das atividades relacionadas a gestão de conteúdos educacionais.
- A **Autoria de cursos**, fornece ferramentas para o professor agrupar e associar OAs relacionados a conteúdos educacionais pertencentes a uma disciplina, para a criação dos cursos.

Na Tabela 1 é apresentada uma síntese dos principais trabalhos estudados e os aspectos identificados em cada um dos trabalhos analisados.

**Tabela 1 - Relação entre os aspectos identificados e os trabalhos analisados.**

Trabalho analisado \ Aspectos	MILOS	AutoEduMat	BROAD	AgCAt	Vian et al.	LINNAEUS	SROA
Integração de OAs	•			•	•		•
Anotação semântica de OAs, através de ontologias de domínio					•		
Autoria de metadados de OAs	•	•	•	•		•	
Busca semântica de OAs	•		•		•		
Interface com o usuário ou outros sistemas	•	•	•	•	•	•	•
Gerenciamento de conhecimento	•	•	•	•		•	
Autoria de curso	•						

### 3. Descrição Geral da Arquitetura Proposta para SWSGC

A arquitetura multiagente proposta foi especificada com base nos requisitos e nos aspectos relacionados às atividades de gestão de conteúdo educacional, identificados e analisados nos trabalhos relacionados (seção 2), e utilizando uma metodologia de desenvolvimento de software orientada a agentes. A arquitetura está dividida em três camadas (Figura 1): **Camada de Recursos** – composta pelos repositórios de dados externos e locais. Nos *Repositórios Externos* estão os sistemas e/ou bases externas de onde são recuperados os OAs. No *Repositório Semântico* estão as ontologias usadas na gestão dos conteúdos educacionais e o repositório os OAs anotados semanticamente, o *Catálogo Local* da aplicação. Na *Base de Dados* estão armazenadas as informações necessárias para o funcionamento do sistema; **Camada Sistema Multiagente** – é constituída por um conjunto de agentes que implementam a lógica de negócio necessária para a gestão de conteúdos educacionais. Esses agentes são responsáveis pela automação das atividades de autoria de metadados de OAs, de autoria de cursos, de anotação semântica e de busca de OAs; **Camada de Aplicação** – formada pelos componentes que tratam a lógica de apresentação e pelas interfaces gráficas, responsáveis por apresentar aos usuários as funcionalidades e os recursos do sistema. A divisão do sistema em camadas permite que os componentes dessas camadas possam ser desenvolvidos de forma separada.

### 4. Camada de Recursos

Na *Camada de Recursos* estão os *Repositórios Externos* (Figura 1), composto dos sistemas e/ou das bases externas de onde são recuperados os OAs. Para acessar esses repositórios os agentes da *Camada Sistema Multiagente* devem implementar as interfaces e os protocolos de acesso. Nesses repositórios os OAs podem estar anotados mediante padrões de metadados utilizados para descrever os OAs, tais como o LOM, o OBAA, o Dublin Core, entre outros. Na arquitetura proposta os OAs são utilizados na autoria de cursos, para isso é necessário realizar o mapeamento dos OAs recuperados destes repositórios para o padrão de metadados utilizado pelo sistema.

Nesta arquitetura é proposta a utilização de quatro ontologias [Sandoval e Guilherme 2013] para suportar as atividades de gestão de conteúdos educacionais. Estas ontologias definem a estrutura do conhecimento que é utilizado na aplicação e mantido no *Repositório Semântico*. As ontologias de *Materiais de Aprendizagem* e de *Orientações Curriculares* são específicas da aplicação. As ontologias de *Domínio* e a de *Padrões de Metadados* são gerais e podem ser reaproveitadas entre as diversas disponíveis na Web.



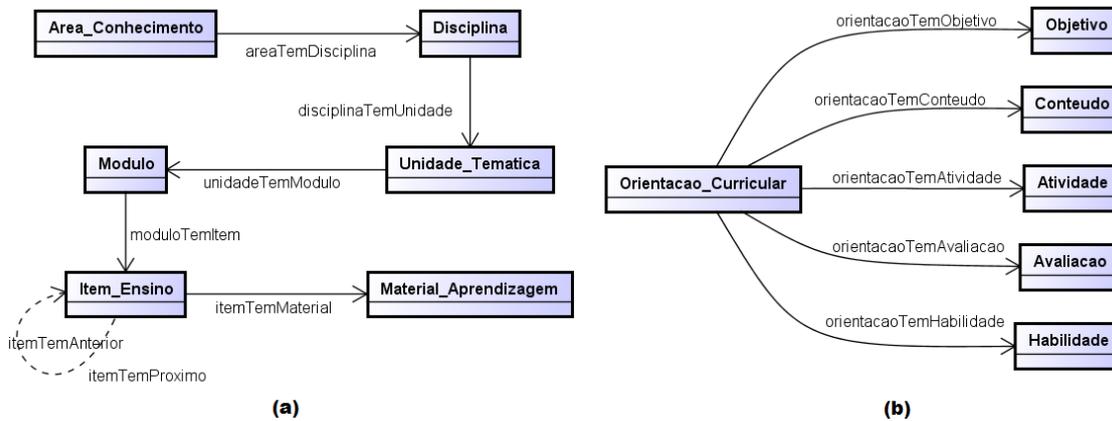
Figura 1. Arquitetura geral proposta para o desenvolvimento de SWSGC.

A ontologia de *Padrão de Metadados* descreve os conceitos e as propriedades de um padrão de metadados educacional. Através dos conceitos desta ontologia é possível catalogar e codificar os OAs para serem localizados, utilizados e gerenciados. A ontologia de *Domínio* descreve os conceitos pertencentes a uma área específica de conhecimento do conteúdo educacional. Em uma aplicação podem existir diferentes ontologias de domínio em função dos diferentes conteúdos. Estas duas ontologias são utilizadas para anotar os OAs pelos conceitos que tratam ou explicitam. Os OAs anotados através dos conceitos do domínio são armazenados no *Catálogo Local* da aplicação.

A ontologia de *Materiais de Aprendizagem* descreve a organização ou estrutura dos conteúdos educacionais de um domínio de ensino. Esta ontologia foi definida tomando como base as orientações do PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) e as ontologias propostas nos trabalhos de Araujo (2003), Rossi (2011) e Gluz e Xavier (2011), Campos e colegas (2011). Essa ontologia está organizada (Figura 2 (a)) em: Área de Conhecimento, Disciplina, Unidade Temática, Módulo, Item de ensino e Material de aprendizagem. Essas classes estão relacionadas, onde as Áreas de Conhecimento são formadas por Disciplinas, as Disciplinas são formadas por Unidades Temáticas, as Unidades Temáticas são formadas por Módulos, que por sua vez, são formadas por Itens de Ensino. Finalmente os Itens de Ensino contêm Materiais de Aprendizagem.

A ontologia de *Orientações Curriculares* descreve os conceitos que orientam o processo de ensino-aprendizagem de uma disciplina ou curso. Esta ontologia foi desenvolvida tomando como base as Orientações Curriculares da Secretaria Municipal de Educação do Rio de Janeiro e a ontologia de estratégias pedagógicas proposta por Gluz e Xavier (2011). Assim, essa ontologia (Figura 2 (b)) está estruturada da seguinte

forma: Orientação curricular, Objetivo, Habilidade, Conteúdo, Atividade e Avaliação. A classe Orientação Curricular apresenta relações com as demais classes, que, em conjunto definem o conceito de orientação curricular. Estas orientações apresentam formas de organizar, conduzir e avaliar o aprendizado.



**Figura 2. (a) - Ontologia de Materiais de Aprendizagem. (b) - Ontologia de Orientações Curriculares.**

Com o objetivo de realizar a anotação semântica dos OAs e dos cursos, bem como aprimorar a busca de OAs, foram definidos alguns relacionamentos entre as diferentes ontologias. Assim, os conceitos descritos pela ontologia de *Domínio* são utilizados para anotar os OAs que são descritos pela ontologia de *Padrão de Metadados*, permitindo saber quais os conceitos do domínio que são explicitados por um OA. A anotação semântica de cursos é realizada pela anotação dos conteúdos educacionais da ontologia de *Materiais de Aprendizagem* através dos conceitos da ontologia de *Domínio*. A aprendizagem dos conteúdos educacionais de uma disciplina é realizada através da interação do aluno com os OAs. Por isso, a classe *Material de Aprendizagem* da ontologia de *Materiais de Aprendizagem* está relacionada com os OAs descritos pela ontologia de *Padrões de Metadados*. As orientações curriculares estão associadas a uma disciplina e são guias na identificação dos conteúdos educacionais dos cursos. Assim é necessário estabelecer um relacionamento entre a classe *Orientação Curricular* da ontologia de *Orientações Curriculares* e a classe *Disciplina* da ontologia de *Materiais de Aprendizagem*.

## 5. Organização da Camada Sistema Multiagente

A camada *Sistema Multiagente* (SMA) é composta por um conjunto de agentes (Figura 3), responsáveis por desempenhar as atividades para a gestão dos conteúdos educacionais, e por integrar os componentes e os recursos das outras camadas, a fim de obter as informações necessárias para desempenhar as funcionalidades do sistema. Esses agentes podem desempenhar sete papéis diferentes, que definem as funções e os comportamentos dos agentes dentro da aplicação.

Os agentes que assumirem o papel de **Gerenciador de Interface com o usuário** são responsáveis por fazer a interface entre os componentes da *Camada de Aplicação* e os outros agentes do SMA, recebendo as requisições dessa camada e interagindo com os outros agentes para apresentar as informações de acordo com o perfil dos usuários.

Assim, em uma aplicação é criado um agente com esse papel para cada usuário que entra no sistema. Esses agentes são responsáveis por fazer a interface entre os usuários e os outros agentes do SMA, dando aos usuários o acesso as funcionalidades da aplicação.

Os agentes que assumirem o papel de **Gerenciador de Recurso** são responsáveis por oferecer aos outros agentes do SMA o acesso aos recursos externos e locais utilizados na aplicação. Para isso, estes agentes devem implementar as interfaces e mecanismos necessários para acessar os sistemas que gerenciam esses recursos. Em uma aplicação pode haver vários agentes com esse papel, onde cada um é responsável por dar acesso a determinados recursos. Esses agentes são responsáveis por oferecer serviços para gerenciar e manter os dados da aplicação. Esses agentes recuperam os OAs dos *Repositórios Externos* e disponibilizam em um padrão de metadados comum aos outros agentes. Portanto os agentes que gerenciam os *Repositórios Externos* devem realizar o mapeamento do padrão de metadados utilizado nesses repositórios para o padrão de metadados definido para ser usado no SWSGC.

O agente que assumir o papel de **Gerenciador de Conhecimento** é responsável por gerenciar o *Repositório Semântico* da aplicação permitindo que os agentes do SMA realizem as consultas, a adição ou a alteração no conhecimento mantido nesse repositório. Esse conhecimento é formado pela estrutura e as instâncias das ontologias utilizadas na aplicação. Para isso, esse agente deve implementar as interfaces de acesso a esse repositório e também os mecanismos necessários para manipular o conhecimento.

O agente que assumir o papel de **Autoria de metadados de OAs** é responsável por oferecer recursos que ajudem os usuários no preenchimento dos valores dos elementos de metadados de acordo com o padrão de metadados adotado no SWSGC. Esses recursos consistem das definições, dos exemplos de uso e das sugestões de valores dos elementos de metadados que podem ser recuperados do conhecimento das ontologias. Este agente também é responsável por validar os valores de metadados informados pelo usuário na autoria dos metadados do OA. A validação consiste em verificar se os valores definidos estão relacionados aos estabelecidos nas ontologias referentes ao curso e ao conteúdo educativo no qual está sendo descrito o OA. Após a validação esse agente deve requisitar a anotação semântica do OA a um agente *Anotador*.

O agente que assumir o papel de **Autoria de Curso** é responsável por apoiar os usuários na autoria de cursos, implementando mecanismos para guiar os usuários na criação do curso, na anotação semântica do curso e na recomendação de OAs a serem utilizados no curso. Para a criação do curso, este agente deve oferecer ao usuário um guia da estrutura do curso, utilizando as ontologias de *Materiais de Aprendizagem e Orientações Curriculares*. A anotação semântica do curso consiste em identificar nos conteúdos educacionais dos cursos os conceitos do domínio que estão relacionados. Neste sentido, este agente deve apresentar ao usuário um guia utilizando os conteúdos dos cursos e os conceitos da ontologia de *Domínio*. Para guiar o usuário na seleção dos OAs a serem utilizados no curso deve ser realizada uma requisição de busca de OAs pelos conceitos relacionados aos conteúdos do curso.

O agente que assumir o papel de **Anotador** é responsável pela anotação semântica dos OAs recuperados de *Repositórios Externos* e/ou ingressados pelo usuário através da autoria de metadados de OAs. A atividade de anotação semântica consiste em

anotar os OAs utilizando os conceitos das ontologias de *Domínio*. A anotação semântica pode ser realizada através de uma medida de similaridade entre os conceitos do domínio e os valores de determinados elementos de metadados do OA. Outra responsabilidade desse agente é tratar as atualizações nos OAs que ocorrem nos *Repositórios Externos*, que pode gerar a necessidade de anotar os novos OAs de acordo com as ontologias de *Domínio* ou atualizar os OAs já existentes no *Catálogo Local*. Quando são inseridas novas ontologia de *Domínio* na aplicação, este agente é responsável por encontrar os agentes que gerenciam os *Repositórios Externos* e solicitar a coleta de OAs a fim de anotá-los segundo o novo domínio.

O agente que assumir o papel de **Buscador** é responsável por atender as requisições de busca de OAs realizadas pelos outros agentes. As requisições de buscas são transformadas em consultas ao *Catálogo Local* ou aos *Repositórios Externos*. Este agente é responsável por realizar a expansão semântica dos conceitos requisitados na busca e baseado nos conceitos expandidos solicitar ao agente *Gerenciador de Conhecimento* a recuperação de OAs do *Catálogo Local*. As buscas nos *Repositórios Externos* são realizadas através de requisições aos agentes *Gerenciador de Recurso* que tem acesso a esses repositórios.

Os agentes que assumirem esses papéis interagem para a troca de recursos e a prestação de serviços a fim de realizarem suas tarefas. As relações e as interações existentes entre os agentes definem a organização social do SMA (Figura 3). Os agentes *Gerenciador de Interface com o usuário* recebem as requisições da *Camada de Aplicação* e interagem com todos os outros agentes para solicitar e obter as informações e os recursos necessários para apoiar os usuários nas atividades de Autoria de Metadados de OAs, Autoria de Cursos, Anotação Semântica e na Busca de OAs. Na realização dessas atividades o agente *Autoria de metadados de OAs* interage com o *Gerenciador de Conhecimento* para obter as definições, os exemplos de uso e as sugestões de valores dos elementos de metadados dos OAs e com o *Anotador* para solicitar a anotação semântica dos OAs criados. O agente *Autoria de Curso* interage com o *Gerenciador de Conhecimento* para recuperar o conhecimento das ontologias de *Materiais de Aprendizagem*, *Orientações Curriculares* e *Domínio*, bem como solicitar o armazenamento do curso gerado nessa atividade. Para atender as requisições de consulta, o agente *Buscador* interage com o *Gerenciador de Conhecimento* para consultar conceitos da ontologia de *Domínio* e solicitar a recuperação de OAs do *Catálogo Local* e com o *Gerenciador de Recurso* para solicitar a recuperação de OAs dos *Repositórios Externos*. O agente *Anotador* interage com o *Gerenciador de Recurso* para recuperar os OAs que devem ser anotados semanticamente, com o *Gerenciador de Conhecimento* para consultar conceitos da ontologia de *Domínio* e solicitar o armazenamento no *Catálogo Local* dos OAs anotados semanticamente. O *Anotador* também pode ser notificado pelos *Gerenciadores de Recurso* sobre as mudanças nos conteúdos dos *Repositórios Externos*, e pelos *Gerenciadores de Interface com o usuário* sobre as novas ontologias de domínio a serem utilizadas nas anotações.

A *Camada Sistema Multiagente* foi concebida utilizando a metodologia de desenvolvimento de software orientada a agentes Tropos. Embora, os papéis dos agentes tenham sido especificados de forma genérica, esses podem ser adaptados e especializados para desenvolver agentes de acordo com as necessidades da aplicação.

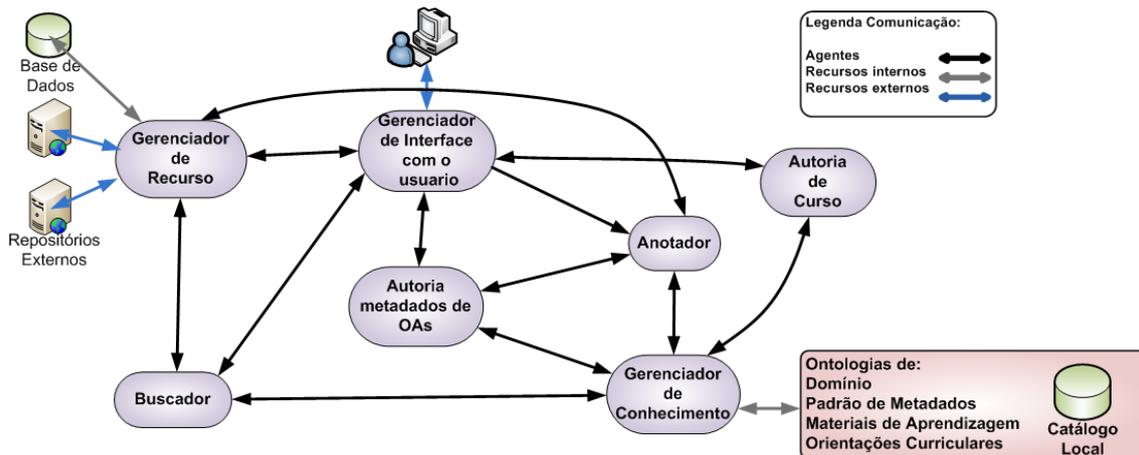


Figura 3. Organização social dos agentes do SMA.

## 6. Camada de Aplicação

Nesta camada são implementadas as funcionalidades necessárias para tratar a lógica de apresentação e a comunicação entre o usuário e os agentes do SMA. A comunicação com o usuário é realizada através de interfaces gráficas ou interfaces para outros SMAs. Essas interfaces gráficas devem fornecer suporte ao usuário provendo interfaces de fácil utilização e especializadas de acordo com o seu perfil. Assim, por exemplo, o usuário *Aluno* tem acesso às interfaces de busca, o usuário *Professor* tem acesso às interfaces de buscas, criação de OAs e criação de cursos, e o usuário *Administrador* acessa as funcionalidades para o gerenciamento e a configuração de todo o sistema.

## 7. Considerações Finais

Neste trabalho foi apresentada uma arquitetura multiagente proposta para o desenvolvimento de SWSGC, concebida buscando integrar todos os principais aspectos e contribuições identificadas no levantamento bibliográfico. Desta forma, essa arquitetura atende todos os requisitos identificados, ampliando as funcionalidades requeridas para o desenvolvimento de um SWSGC.

A organização da arquitetura em três camadas permite que os componentes possam ser desenvolvidos de forma separada e utilizando diferentes tecnologias. A utilização das tecnologias de agentes e ontologias permite a interoperabilidade com diferentes repositórios de OAs, garantindo o compartilhamento, e a reutilização dos conteúdos educacionais. A anotação semântica de OAs por meio de ontologias de domínio permite aprimorar a busca e a recuperação de OAs de forma eficiente.

Com o objetivo de validar a arquitetura proposta foi implementado um protótipo de um SWSGC. Os componentes e as ontologias [Sandoval e Guilherme 2013] foram desenvolvidos para atender as funcionalidades de integração e anotação de OAs para auxiliar na autoria de metadados de OAs e na busca semântica de OAs, auxiliando os professores na construção do curso de Matemática do nono ano do Ensino Fundamental Final. Os OAs utilizados para o teste do protótipo foram recuperados de um repositório externo.

## 8. Referências

- Araujo, M de. (2003) “Tese de doutorado - Educação a distância e a Web Semântica: modelagem ontológica de materiais e objetos de aprendizagem para a plataforma COL”. Universidade de São Paulo.
- Barcelos, C. Gluz, J. e Vicari, R. (2011) “An Agent-based Federated Learning Object Search Service”, em *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, pag. 37-54.
- Bittencourt, I. e COSTA, E. (2011) “Modelos e Ferramentas para a Construção de Sistemas Educacionais Adaptativos e Semânticos”, *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 19, n. 01, pag. 85-98.
- Campos, F. et al. (2011). “Projeto broad: Busca semântica por objetos de aprendizagem.”, ESUD 2011-VIII Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância, Ouro Preto.
- Gluz, J. e Vicari, R. (2010) “Milos: Infraestrutura de agentes para suporte a objetos de aprendizagem OBAA”, *Anais do XXI SBIE*, João Pessoa.
- Gluz, J. e Xavier, A. (2011) “AutoEduMat: uma Ferramenta de Apoio a Catalogação de Objetos de Aprendizagem de Matemática do Ensino Médio Compatíveis com o Padrão OBAA.”, VI Conferencia Latinoamericana de Objetos y Tecnologías de Aprendizaje (LACLO), Montevideo.
- Isotani, S., Isotani, N. e Isotani, S. (2008) “Ontologias e Web Semântica no Suporte ao Ensino Colaborativo em Salas de Aula.”, *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, Fortaleza, v. 1, n. 1, pag. 521-531.
- Rossi, L. (2011) “Uma arquitetura para sistema educacional baseado na Web Semântica.”, *Dissertação de Mestrado*, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Rio Claro, paginas 109.
- Sandoval, B. e Guilherme, I. (2013) “Um Modelo Baseado em Ontologias para Gestão de Conteúdos Educacionais”, VIII Conferencia Latinoamericana de Objetos y Tecnologías de Aprendizaje (LACLO), Valdivia, Chile.
- Silveira, E. e Gluz C. (2012) “Sistema LINNAEUS: apoio inteligente para a catalogação e edição de metadados de objetos de aprendizagem”. *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação.*, v. 23, n. 1.
- Otón, S. Ortiz, A. e Hilera, J. (2007) “SROA: Sistema de Reutilización de Objetos de Aprendizaje”. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, n. 5, pag. 7-22.
- Vian, J., Silveira, R e Fileto, R. (2009) “Sistema multiagente para indexação e recuperação aplicado a objetos de aprendizagem.”, Congresso Nacional de Ambientes Hipermídia para Aprendizagem, Florianópolis.
- Vicari, R. et al. (2010) “Proposta Brasileira de Metadados para Objetos de Aprendizagem Baseados em Agentes (OBAA).” in *RENOTE*, v. 8, n. 2.