

# **4. ARQUITETURA DE UM SISTEMA PARA REFORÇO EM EAD BASEADO EM ONTOLOGIAS**

Neste capítulo será mostrada a arquitetura conceitual do sistema que tem o objetivo de fornecer, de forma automática, reforço de aprendizagem em conceitos falhos de alunos quando eles se submetem a uma avaliação objetiva. A arquitetura está baseada nas tecnologias de ontologias e de agentes.

## **4.1. Visão geral**

Normalmente, após responder a uma avaliação em forma de testes e submetê-la para correção, um aluno terá como retorno a sua nota. Dessa forma, o provável erro no aprendizado, não é identificado e, por conseqüência, o aluno não saberá, ao certo, quais conceitos deverão ser estudados novamente e reforçados.

Certamente, algo que o auxiliaria na aprendizagem de um determinado conceito seria a identificação de seus acertos e dos seus prováveis erros. Além disso, poderia lhe ser apresentada uma página HTML, com referências a materiais de aprendizagem, para que o auxiliasse no aprendizado do conceito.

Para propiciar um sistema deste tipo, é necessário desenvolver ontologias, construir agentes mediadores e adaptar um ambiente de Educação a Distância que comporte uma arquitetura que venha auxiliar o aluno na indicação de seus prováveis erros de sua aprendizagem. Um modelo da arquitetura pode ser visualizado na Figura 4.1.

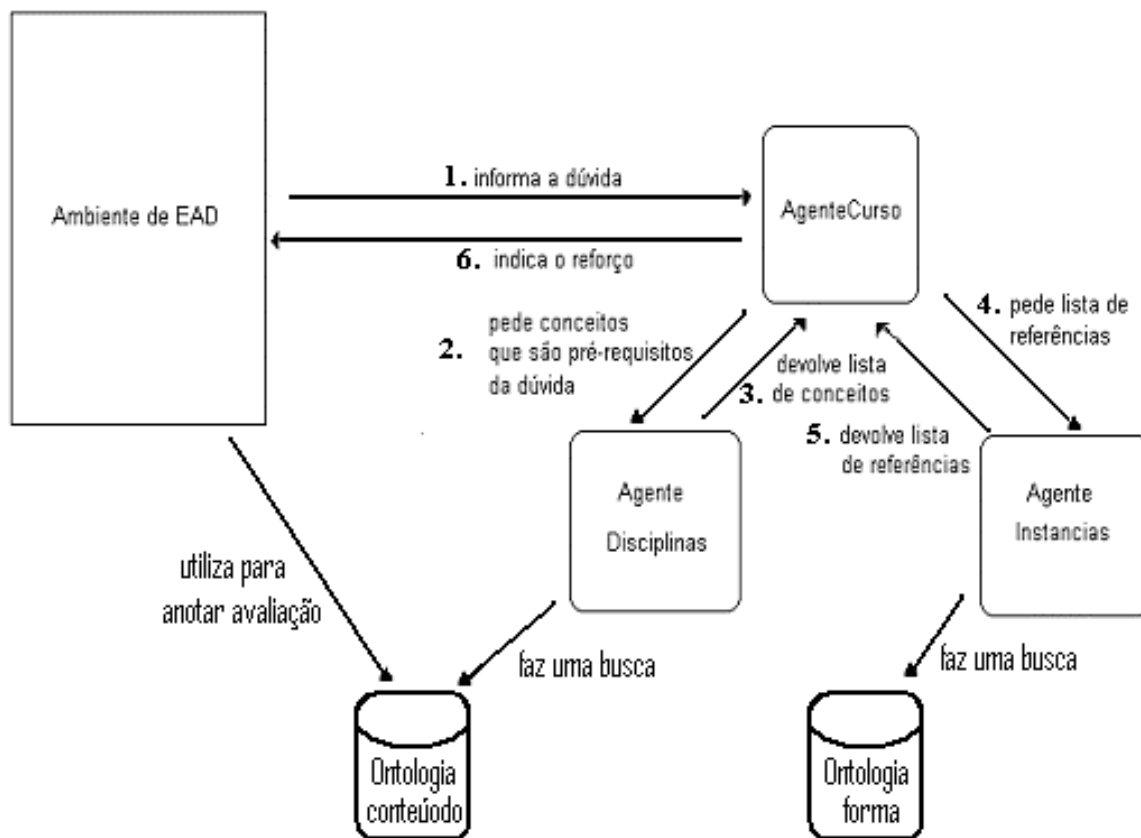


Figura 4.1. Visão geral da arquitetura.

As ontologias contemplam o conteúdo da disciplina e a forma com que o material de aprendizagem está armazenado. Com isso, pode-se relacionar o conceito a ser aprendido com o material disponível num banco de dados do ambiente. As ontologias desenvolvidas serão discutidas na seção 4.2.

Os agentes são encarregados de fazer buscas nas ontologias para sugerir reforço ao aluno. Para isso foram projetados três agentes: AgenteCurso, AgenteDisciplinas e AgenteInstancias. Cada um destes agentes tem uma responsabilidade específica dentro de suas especificações. A seção 4.3. identificará as tarefas e ações de cada agente.

O ambiente de EaD deverá comportar a identificação dos erros nas alternativas das questões da avaliação bem como uma interface com os agentes, mais diretamente com o AgenteCurso. A seção 4.4. tratará sobre esse assunto.

## 4.2. As ontologias desenvolvidas

A ontologia de materiais de aprendizagem utilizada foi a desenvolvida por Araújo(2003) (discutida na seção 3.6) com o objetivo de tratar a reusabilidade de materiais. Na modelagem original, existe a especificação de termos relacionados com pré-requisitos. Esses termos foram excluídos dessa ontologia e incluídos na ontologia de disciplinas, porque os termos sobre pré-requisitos contêm uma definição mais significativa com o conteúdo das disciplinas do que com a forma em que os materiais de aprendizagem são armazenados.

A ontologia de domínio sobre as disciplinas de Estruturas de Dados I e de Análise e Desenvolvimento de Algoritmos I contém todos os conceitos, relações e propriedades consistentes com os cursos oferecidos de forma presencial, nesse caso, nos cursos de Bacharelado em Ciência da Computação e Bacharelado em Sistemas de Informação oferecidos pelo Departamento de Computação da Faculdade de Ciências da Unesp – campus de Bauru - SP.

Os conceitos que foram definidos para Estruturas de Dados I estão relacionados à Lista, Pilha, Fila e Árvore. Dentro de cada conceito, aparecem outros que fazem uma especificação mais detalhada sobre cada assunto. Por exemplo, no conceito de Pilha têm-se os conceitos de Empilha, Desempilha, Pilha com Alocação Contígua e Dinâmica.

Os conceitos definidos para Análise e Desenvolvimento de Algoritmos I foram comandos de entrada e saída, comandos condicionais, laços de repetição, alocação contígua, modularidade, alocação dinâmica e arquivos. Não foram definidas ramificações nesses conceitos porque serão utilizados apenas para fornecer uma base aos conceitos de Estruturas de Dados I e, deste modo, ilustrarem como conceitos ministrados em uma disciplina podem ser utilizados em outras.

A principal propriedade da ontologia de domínio das disciplinas diz respeito aos pré-requisitos, já que as buscas nas ontologias de disciplinas procuram por essa relação entre os conceitos. Além dessas, foram definidas propriedades para a identificação do nome da disciplina, nome do professor, seqüenciamento da disciplina e os temas estudados em cada conceito.

Como neste capítulo optou-se por fornecer uma visão mais geral da proposta, os conceitos e propriedades detalhadas destas ontologias serão vistos no Capítulo 5.

### **4.3. Agentes mediadores**

Os agentes mediadores têm a capacidade de recuperar um conjunto de objetos de aprendizagem através de buscas na ontologia de domínio das disciplinas e na ontologia de materiais de aprendizagem. Nessa arquitetura foram criados três agentes: *AgenteCurso*, *AgenteDisciplinas* e *AgenteInstancias*.

O *AgenteCurso* faz a interface entre o sistema de Educação a Distância e os agentes de busca nas ontologias (*AgenteDisciplina* e *AgenteInstancia*) (veja figura 4.2.). Suas funções são:

- (1) receber uma requisição do ambiente de EaD;
- (2) enviar uma mensagem ao *AgenteDisciplinas*, solicitando os pré-requisitos do conceito;
- (3) receber a resposta do *AgenteDisciplinas*;
- (4) enviar mensagem ao *AgenteInstancias* para que ele retorne um conjunto de objetos de aprendizagem sobre os conceitos apontados na requisição e pelo *AgenteDisciplinas*;
- (5) receber a resposta do *AgenteInstancias* e
- (6) devolver o conjunto de objetos de aprendizagem ao sistema de gerenciamento de cursos a distância para que sejam mostrados ao aluno.

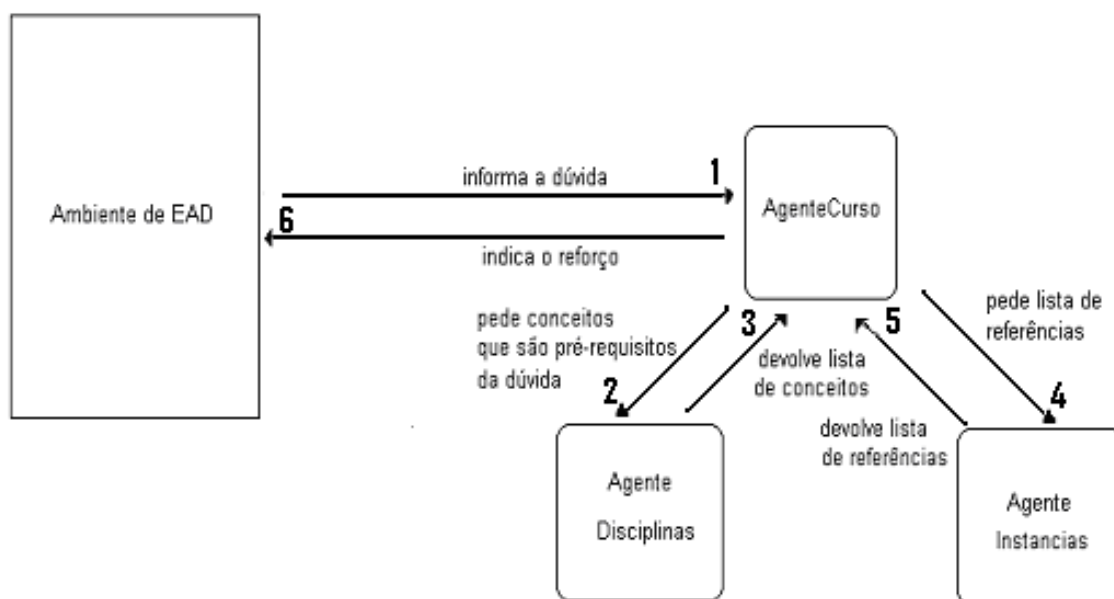


Figura 4.2. Os agentes na arquitetura.

O AgenteDisciplinas, ao receber a mensagem do AgenteCurso, solicitando os pré-requisitos de um conceito, deve fazer uma busca na ontologia de domínio da disciplina e descobrir os pré-requisitos daquele conceito. Um conceito pode não possuir pré-requisitos, conter somente um pré-requisito ou um conjunto deles. Essa informação é passada ao AgenteCurso através de uma mensagem. (Figura 4.3)

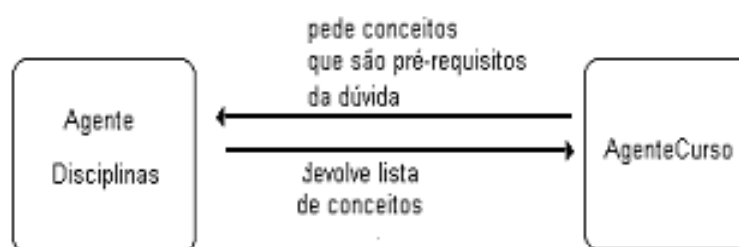


Figura 4.3. O elo entre AgenteCurso e AgenteDisciplinas

O AgenteInstancias recebe então uma mensagem do AgenteCurso, solicitando todos os objetos de aprendizagens (textos narrativos, figuras etc.) relacionados com os conceitos fornecidos na mensagem. O AgenteInstancias faz uma busca por esses objetos, retornando a localização dos mesmos. A localização de cada objeto,

normalmente uma URL, é enviada para o AgenteCurso através de uma mensagem. (Figura 4.4.)

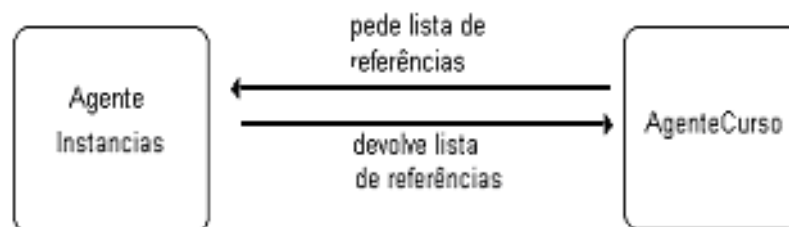


Figura 4.4. O elo entre AgenteCurso e AgenteInstancias

## 4.4 Ambientes de EaD

Nessa arquitetura (conforme figura 4.3), o ambiente gerenciador de cursos a distância deverá comportar a indicação dos prováveis erros nas alternativas das questões de avaliação, possuir a capacidade de corrigir a avaliação, identificar o erro e requisitar objetos de aprendizagem, para, em seguida, mostrá-los, fornecendo reforço de aprendizagem ao aluno.

A indicação dos possíveis erros está vinculada à ontologia de domínio da disciplina. Com a ontologia especificada, cria-se uma relação entre as alternativas e os possíveis erros no raciocínio e aprendizagem do aluno. Dessa forma, é feito o relacionamento dos conceitos ministrados durante o curso com os conceitos avaliados na questão. Por exemplo, numa questão que trata sobre o conceito de empilhar elementos, as alternativas terão de mapear possíveis erros que o aluno cometeria nessa operação, tais como erro no conceito de Pilha, confundir Pilha com Fila, trocar empilha com desempilha etc.

A correção das alternativas é feita pelo próprio sistema gerenciador de cursos a distância, fazendo a relação entre a alternativa selecionada e a alternativa que o professor definiu como correta. Assim se identifica se o aluno errou a questão e qual

foi o possível erro de raciocínio e aprendizagem do mesmo, pesquisando a anotação do professor quanto à escolha daquela alternativa.

Sabendo-se o erro mais provável, o sistema pode fazer a requisição ao agente responsável para que o mesmo lhe forneça o reforço. Ao receber a resposta do agente, o sistema gerenciador de cursos a distância poderá fornecer ao aluno uma indicação para esse reforço. O aluno deverá selecionar essa indicação para lhe ser mostrado o conjunto de objetos de aprendizagem disponíveis. Por exemplo, se o aluno errou uma questão porque trocou o conceito de Pilha pelo de Fila, então o sistema deveria mostrar referências sobre o conceito de Pilha para que reforçasse o seu conhecimento.

## 4.5. Funcionamento

Inicialmente, o professor cadastra suas questões no ambiente gerenciador de cursos a distância. Nesse momento, definirá nas possíveis respostas das questões os prováveis erros de raciocínio.

Na construção das questões e alternativas, deve-se ter conhecimento da ontologia das disciplinas. Cada questão conterá um enunciado e alternativas, onde haverá somente uma resposta correta. Cada alternativa incorreta conterá uma anotação que define o erro mais provável que o aluno cometeu ao escolhê-la. Por exemplo:

Questão: Suponha que se tenha uma pilha onde foram empilhados os números inteiros 10, 5, 2, 4, 6, 7, 9 (nessa seqüência). Qual o número que estará no topo da pilha após as operações de empilhamento?

- |        |                             |
|--------|-----------------------------|
| (a) 10 | erro no conceito de empilha |
| (b) 2  | erro no conceito de pilha   |
| (c) 9  | sem erro, resposta correta  |

Se o aluno, ao responder essa questão, selecionar a alternativa (a) é considerado que existe um provável erro na aprendizagem do conceito de Empilhar elementos. Se

escolher a alternativa (b), considera-se que provavelmente houve falha no conceito de Pilha.

Ao terminar de responder toda a avaliação, o aluno a submeterá para correção. A correção é feita pelo próprio sistema gerenciador de cursos a distância. Ao corrigir a avaliação, o sistema identificará a falha no conceito do aluno através das indicações nas alternativas que o professor fez.

Em seguida, o ambiente de EaD deverá requisitar ao AgenteCurso materiais de aprendizagem que tratam sobre o erro identificado. O ambiente terá como resposta um conjunto de URLs, contendo indicações para os objetos de aprendizagem referentes ao erro. Dessa forma, o aluno terá um conjunto de objetos de aprendizagem para estudar.

Será, então, permitido ao aluno fazer uma segunda avaliação para verificar o seu aprendizado após o reforço. Da mesma forma, caso ele tenha dificuldades na aprendizagem de algum conceito, será disponibilizado um material de reforço, mas, desta vez, não poderá fazer outra avaliação, já que se supõe que o número máximo de avaliações disponíveis seja dois.

## **4.6. Conclusões**

A arquitetura proposta contempla os objetivos definidos no Capítulo 1. Com essa arquitetura é possível, através de tecnologias de ontologias e agentes, fornecer reforço automático ao aluno após uma avaliação de múltipla escolha.

As ontologias projetadas devem descrever tanto o conteúdo da disciplina a ser ministrada, cujo aprendizado será verificado posteriormente nas avaliações, quanto à forma de armazenamento dos materiais de aprendizagem. Com isso, a arquitetura



poderá mapear os conceitos falhos no raciocínio do aluno e lhe fornecer objetos de aprendizagem para estudo.

Um ambiente de EaD deve suportar adequações para que se consiga identificar o provável erro e fazer uma requisição ao AgenteCurso. O ambiente deve ser capaz, ainda, de receber as referências dos agentes e mostrá-las ao aluno.

A arquitetura se compõe ainda de três agentes responsáveis por funções específicas de interface com o ambiente de Educação a Distância e de busca nas ontologias. A busca nas diferentes ontologias tem como objetivo encontrar os pré-requisitos (na ontologia de conteúdo) e o conjunto de referências de objetos de aprendizagem (na ontologia de forma).

No próximo capítulo, será descrita a implementação desta arquitetura.