

Um Ambiente de Ensino Colaborativo Baseado em Agentes Inteligentes

Marcello Thiry¹ **Ricardo M. Barcia**²
thiry@sj.univali.rct-sc.br barcia@eps.ufsc.br

Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI - Campus São José
Grupo de Pesquisa em Tecnologia e Sistemas - UNITEC
Rodovia SC 407, km 4
88122-000 São José-SC Brasil
Fone: (048) 281-1505 Fax: (048) 281-1506

Resumo

Existe atualmente uma demanda pela modelagem de sistemas para suportar e mediar o trabalho e o aprendizado colaborativo através de uma rede de computadores. Este trabalho apresenta um ambiente de ensino colaborativo baseado em agentes inteligentes para a Internet. É definida uma arquitetura multi-agente que adota a estrutura de um sistema de federação de agentes. A estrutura principal desta arquitetura é definida através de três classes de agentes: agentes de interface, agentes de informação e agentes consultivos. Cada um dos agentes utilizam técnicas diferentes para resolver problemas específicos e interpretar situações. As principais abordagens de raciocínio utilizadas são raciocínio baseado em casos (o enfoque utilizado é ensino baseado em casos) e regras de produção. O presente trabalho discute a utilização da plataforma descrita como a base para a construção de um modelo colaborativo de ensino. Torna-se importante ressaltar que os agentes cooperam entre si para fornecerem o suporte de colaboração entre os estudantes. O ambiente desenvolvido possui a forma de um navegador inteligente, que além de permitir o acesso à Internet, incorpora serviços para auxiliar o estudante no processo de aprendizagem.

Palavras-chaves: agentes inteligentes, ensino colaborativo, ensino à distância, ensino baseado em casos.

1. Introdução

Apesar do ensino à distância não ser um tópico novo, ele vem ganhando uma maior atenção por parte da comunidade acadêmica. Este fato pode ser constatado pela crescente divulgação de programas de ensino à distância no Brasil e no mundo. Segundo o catálogo para 1998 da organização Peterson's [PETERSON 97], apenas nos Estados Unidos existem mais de 700 instituições oferecendo cursos à distância. É importante notar que outra versão deste mesmo catálogo listava menos de 100 instituições em 1994. O surgimento de novas tecnologias de treinamento e educação, somadas aos requisitos de aprendizagem exigidos pela dinâmica da sociedade atual, fazem do ensino à distância uma real necessidade. O ponto principal é a possibilidade de expandir a sala de aula para um universo maior, permitindo educar pessoas em qualquer lugar e a qualquer hora. No entanto, Bork [BORK 97] indica que um dos principais problemas com o aprendizado, incluindo-se aqui o ensino à distância, é a tendência em se confundir informação com aprendizado. Textos e leituras são primeiramente fontes de informação, em lugar de mídias de aprendizado. Além disso, a falta de interatividade existente entre os alunos usuários do programa de ensino à distância inviabiliza a colaboração, discussão e integração entre eles, comprometendo o processo de aprendizado como um todo. Assim sendo, é clara a necessidade de novas soluções que permitam realmente um ensino à distância.

Este trabalho adota o ensino à distância como um termo mais abrangente para educação e treinamento. De acordo com Porter [PORTER 97], educação implica em um conhecimento que pode ser altamente pragmático, envolvendo tanto os aspectos teóricos quanto os aspectos práticos, enquanto treinamento inclui o desenvolvimento de habilidades e conhecimento diretamente a partir de aplicações práticas.

¹ Dr. Eng., professor do Departamento de Computação e Engenharia, UNIVALI - São José

² Ph.D., professor do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC

Para que o ensino à distância possa existir, deve-se pensar em como será formada a sala de aula virtual. O ensino à distância pode incorporar várias tecnologias diferentes, as quais podem variar desde uma correspondência comum até os mais elaborados programas de computador e meios de transmissão. Entretanto, uma das questões mais difíceis é definir quais tecnologias farão parte do ambiente a ser criado e qual a metodologia a ser empregada na integração destas.

Ainda segundo Porter [PORTER, 97], uma sala de aula virtual não deveria ser muito diferente de uma real. Sendo assim, uma sala de aula deve possuir as seguintes características:

- Prover ferramentas de aprendizado disponíveis a medida que os alunos necessitam delas. É importante que estas ferramentas não sejam apresentadas todas de uma só vez ao aluno, mas que sejam facilmente localizadas.
- Possuir ambiente que cause uma expectativa para o aprendizado, colocando educador e aluno para compartilhar informações e trocar idéias.
- Permitir aos alunos a liberdade de experimentar, testar seu conhecimento, completar tarefas, e aplicar o que foi discutido ou lido.
- Oferecer mecanismos para avaliação do desempenho.

No planejamento de uma sala de aula virtual, seja quais forem as tecnologias envolvidas, deve ser considerado um ambiente que garanta as características supracitadas. Estas características sugerem um sistema colaborativo, onde os alunos possam interagir na discussão de idéias e aprender por experiência.

O contexto deste trabalho não procura abordar diretamente o planejamento de uma sala de aula virtual. A proposta é desenvolver um conjunto de recursos computacionais que permitam explorar as características definidas. Neste sentido, o presente trabalho oferece um suporte para a implantação de programas de ensino à distância através da Internet.

2. Internet e Ensino à Distância

Para o sucesso de programas de ensino à distância através da Internet, deve-se considerar diferentes tipos de usuários, inclusive aqueles que possuem pouca ou nenhuma experiência em informática. Isto ressalta a necessidade de novas interfaces interativas entre homem e computador.

Ainda que os sistemas de navegação mais usuais permitam uma forma não linear de exploração da informação, não há nenhum tipo de preocupação com uma orientação sobre o conteúdo apresentado. Apesar da introdução de linguagens baseadas em *scripts* adicionarem novas capacidades de interatividade, elas ainda não são muito adequadas para soluções onde o aprendizado está envolvido. Dentro deste contexto, linguagens multiplataforma como Java podem se tornar um importante instrumento para construção de novos paradigmas de utilização da Internet.

Entretanto, mais importante do que o meio para se alcançar interatividade é a modelagem de ambientes integrados que venham oferecer diversas facilidades para os usuários envolvidos. Estas facilidades podem variar da simples capacidade de filtragem de correio eletrônico até orientação educacional oferecida por agentes de software.

Segundo Crook [CROOK 94], há uma evidente necessidade pelo desenvolvimento de sistemas que permitam o ensino colaborativo em ambientes distribuídos. Sistemas de ensino colaborativo são ambientes eletrônicos que suportam e mediam tanto o trabalho quanto o ensino cooperativo através de uma rede de computadores. Roschelle e Teasley [ROSCHELLE 95] definem o termo colaboração como "uma atividade síncrona coordenada que é o resultado de uma tentativa continuada de construir e manter uma concepção compartilhada de um problema". A principal discussão sobre esta definição é o fato da presença de sincronismo, ou seja, os participantes precisam estar trabalhando simultaneamente para o processo possa ser considerado colaboração. Embora, estes autores estejam trabalhando atualmente em uma versão que emprega este conceito [THIRY 99], este trabalho procurou ampliar o conceito de colaboração para a possibilidade de um processo assíncrono. Neste sentido, a aplicação de agentes

inteligentes parece ser evidente, uma vez que agentes especializados podem funcionar como procuradores de confiança dos seus usuários, neste caso os alunos, dentro da Internet representando seus conhecimentos e interagindo com outros tipos de agente, tais como assistentes pessoais. Esta forma de organização permite que a cooperação seja um processo assíncrono e que o conhecimento do grupo esteja sempre disponível a todos os integrantes do grupo. Além disso, torna-se importante definir como o processo de ensino acontecerá e qual o método de raciocínio a ser utilizado.

A aplicação de raciocínio baseado em casos no ensino tem obtido resultados interessantes. Trabalhos como os de [SCHANK 94], [FERGUNSON 92] e [BURKE 96] são exemplos da utilização de casos como uma forma para apresentar situações relevantes aos alunos e incentivar a busca por soluções. Neste sentido, surge o tema ensino baseado em casos que explora tanto a capacidade básica de estudantes aprenderem a partir de estórias, bem como o interesse dos professores de encapsularem seu conhecimento através da apresentação de situações. Em sistemas tradicionais de apoio ao ensino, o projetista usualmente possui conhecimento sobre o domínio e decide sobre como este conhecimento será disponibilizado. O desenvolvimento de tais sistemas é realizado através de análises das tarefas que compreendem o domínio e das experiências dos professores. O projetista, de posse destas informações, define como o conhecimento será repassado aos estudantes: seqüência, nível de dificuldade e forma de apresentação. A existência de um modelo previamente definido do domínio faz com que esta abordagem não esteja preparada para lidar com situações inesperadas [KHAN 96].

Uma das vantagens de aplicação do raciocínio baseado em casos está em trabalhar com conhecimento do domínio parcialmente incompleto. Não há a necessidade que um modelo explícito do domínio esteja presente. Esta característica permite que o crescimento do conhecimento seja incremental. Além disso, no enfoque educacional, os casos podem ser explorados como situações a serem apresentadas aos estudantes para que estes tentem encontrar soluções adotadas anteriormente em problemas semelhantes, sintetizá-las, aplicá-las na nova solução e ainda fornecer as explicações que motivaram a escolha. Estes aspectos fazem com que o uso de casos seja interessante como uma ferramenta no processo de ensino/aprendizagem.

Khan e Yip [KHAN 96] estabeleceram 14 princípios pedagógicos que têm contribuído para o desenvolvimento de sistemas de ensino baseado em casos. Alguns destes princípios, como raciocínio analógico, auto-explicação e auxílio à memória, são explorados pelo ambiente descrito neste trabalho. O princípio do raciocínio analógico enfoca que os estudantes utilizam a lembrança de soluções passadas para resolver novos problemas. Estas soluções podem ainda ser generalizadas para serem aplicadas em outros domínios. Esta análise pode ser considerada o processo de entendimento por parte do estudante. O princípio de auto-explicação estabelece que os estudantes aprendem através da construção de explicações que os ajudam a entender o conteúdo. Desta forma, o entendimento do estudante pode ser testado pela análise de suas explicações. O princípio de auxílio à memória levanta a questão que os humanos funcionam melhor quando são assistidos por uma memória externa que os auxilia com raciocínio analógico.

A integração de agentes inteligentes com ensino baseado em casos é uma abordagem que procura unir os benefícios da assistência personalizada ao usuário, da capacidade de testar seus conhecimentos, de manter informações relativas às suas crenças, necessidades e hábitos, com o estabelecimento de ambientes que suportem o aprendizado colaborativo a partir da troca de experiências supervisionada entre os usuários. Os agentes inteligentes desenvolvidos para a construção do modelo desenvolvido

3. Arquitetura de Agentes

Este trabalho apresenta uma plataforma orientada a agentes para suportar a cooperação de usuários através de uma rede de computadores. A plataforma proposta define uma arquitetura multi-agente que adota a estrutura de um sistema de federação de agentes. A comunicação dos agentes utiliza um estrutura formalizada baseada na Linguagem de Comunicação de Agentes (ACL – *Agent Communication Language*) [FININ 94], [GENESERETH 94]. Um sistema multi-agente é composto de agentes que compartilham um ambiente comum. Consequentemente, eles devem atuar coletivamente para identificar e resolver conflitos, sendo, ao mesmo tempo, beneficiados pela ação de outros agentes.

A arquitetura distribuída define três classes de agentes: agentes de interface, agentes de informação e agentes consultivos. Esta abordagem foi inicialmente proposta para a construção de ambientes colaborativos de trabalho [THIRY, 98a]. Uma extensão desta abordagem para a aplicação no ensino colaborativo à distância foi apresentada em [THIRY, 98b]. Os agentes desenvolvidos utilizam técnicas diferentes para resolver problemas específicos e interpretar situações. As principais abordagens de raciocínio utilizadas são raciocínio baseado em casos (RBC) e regras de produção. O enfoque principal está no ensino baseado em casos. Os casos são utilizados para oferecer suporte a um grupo de estudantes durante a resolução de um problema. Os agentes cooperam entre si para oferecer facilidades de colaboração entre os estudantes.

3.1. Arquitetura Desenvolvida

Como visto anteriormente, a arquitetura genérica do ambiente de ensino colaborativo possui três tipos de agentes assim definidos: agente de interface, agente de informação e agente consultivo (Fig. 1). Pode-se notar que estes agentes comunicam-se através de um agente especial denominado facilitador. A função inicial deste agente é atuar como um *broker*, fazendo o papel de um roteador de mensagens entre os agentes. Entretanto, ele é também responsável pelo armazenamento de todas as informações trocadas entre os agentes. Estas informações são analisadas pelo agente consultivo para o processo de tomada de decisão. Além disso, elas são aproveitadas para a avaliação do nível de participação dos participantes de um grupo de discussão. Toda a comunicação é encapsulada através de mensagens KQML (*Knowledge Query and Manipulation Language*) [FININ 93]. Além das mensagens padronizadas, foram definidas algumas mensagens especiais para a conexão e cadastro dos agentes no facilitador. É importante notar que apenas este agente conhece os detalhes necessários para a comunicação com os demais agentes.

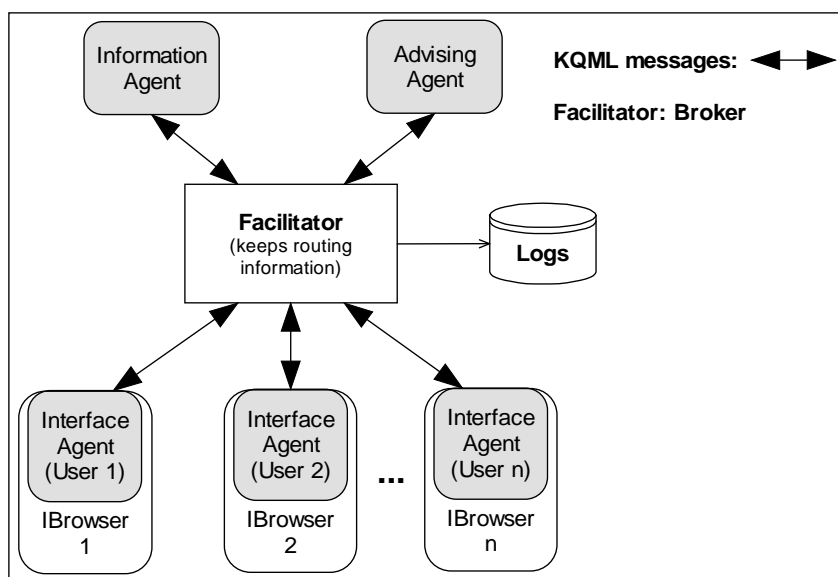


Fig. 1 – Arquitetura genérica para o ambiente de ensino colaborativo.

O agente de interface é responsável pela interação com usuário. O agente de informação é relacionado com o acesso ao banco de dados e ao conhecimento. O agente consultivo oferece assistência pessoal aos usuários. Os agentes cooperam através de uma rede de computadores, que pode ser a Internet, uma Intranet ou até mesmo uma rede local isolada.

A complexidade da arquitetura proposta e dos diferentes tipos de serviços que os agentes podem oferecer indicam a necessidade da aplicação de mais de uma técnica de inteligência artificial. Embora tenha se pensado inicialmente na utilização de sistemas híbridos, os quais incorporam facilidades de duas ou mais técnicas na resolução de problemas [THIRY, 98a], decidiu-se por utilizar as técnicas separadamente. Esta conclusão é motivada pelas diferentes aplicações das técnicas adotadas.

Inicialmente, dois paradigmas estão sendo combinados para orientar o processo de raciocínio dos agentes propostos: sistemas especialistas e raciocínio baseado em casos. Um sistema especialista é apropriado em domínios onde o conhecimento pode ser representado na forma de *frames* (objetos) e regras. Como já discutido anteriormente, o enfoque adotado neste trabalho para a abordagem RBC é o ensino baseado em casos. Os casos passados auxiliam o usuário, informando sobre possíveis situações problemáticas e evitando repetição de erros.

Os agentes são modelados através de uma estrutura de camadas. A proposta é oferecer funções bem definidas em cada camada. Esta analogia com arquiteturas de redes de computadores permite a independência de implementação para cada camada. A comunicação entre as camadas é realizada através de uma interface bem definida. Esta abordagem também oferece características de modularidade e reutilização.

3.2. Agente de Interface

O agente de interface interage com o usuário e coopera com os outros agentes trocando informação sobre capacidades, compromettimentos e metas de aprendizado dos usuários. Além disso, o agente de interface é provido com facilidades para a representação de seu usuário. O agente de interface deve poder assumir o papel de seu usuário quando este não estiver presente.

Este agente é definido através de quatro camadas que estão associadas a diferentes níveis de serviços. Um **nível de interface** que oferece a funcionalidade de comunicação com o usuário. Ele é responsável por captar as consultas do usuário e por apresentar as mensagens vindas do sistema. Um **nível de interpretação** com a função básica de tradução. Ele procura preparar e ordenar as consultas feitas pelo usuário em uma estrutura de dados interna que é manipulada pelo agente. Um **nível operacional** que representa a parte principal do agente, pois é nele que reside a funcionalidade de raciocínio. Este nível é responsável pela monitoração das atividades do usuário e pela manutenção do conhecimento. O **nível de comunicação** é a parte do agente que lida com a troca de mensagens com outros agentes. Como visto anteriormente, o formalismo adotado neste nível para a representação das mensagens é a linguagem KQML.

O processo de aprendizado do usuário consiste na criação de um conjunto de crenças sobre a informação disponível no sistema. Estas crenças estão sendo implementadas como duas bases de conhecimento diferentes. A primeira base utiliza uma abordagem para aprender e representar a informação sobre preferências do usuário. A segunda base de conhecimento utiliza raciocínio baseado em casos para a construção de uma representação parcial sobre o domínio, ou seja, o conhecimento a ser aprendido.

O agente de interface também define um banco de dados de recursos para representar informação adicional. Ele armazena o endereço do agente, o nome como é conhecido e seu mapeamento na rede. Atualmente, está se estudando a criação de um histórico sobre tudo o que o agente de interface está fazendo, incluindo-se comunicação com usuário e com outros agentes. Esta facilidade poderá permitir, além do acompanhamento da implementação, uma interessante forma de avaliação da plataforma.

3.3. Agente de Informação

Este agente armazena a representação do conhecimento do domínio que é utilizada pelos agentes de interface como a base para a construção de suas próprias interpretações do domínio. É definida uma interface para o acesso aos dados. Os níveis de interpretação e interface não estão presentes, uma vez que o usuário não possui acesso direto a este agente. Os agentes realizam todo o processo de comunicação. Ambos, agentes de interface e agentes consultivos podem acessar o agente de informação.

A informação é armazenada em dois tipos diferentes de abordagem: um banco de dados relacional e uma base de conhecimento. O banco de dados relacional armazena informação direta, tais como textos, exemplos e multimídia. A base de conhecimento combina regras e casos de forma a representar o conhecimento do domínio e guiar o acesso ao banco de dados relacional. Na verdade, a versão atual utiliza regras apenas para a estrutura de recuperação dos casos. Os casos representam as situações a serem exploradas pelos estudantes. Apesar deste trabalho diferir entre banco de dados e base de conhecimento, é

importante ressaltar que os casos estão sendo armazenados também em um banco de dados relacional. A terminologia base de conhecimento continuará sendo adotada para identificar claramente o tipo de informação que está sendo discutida. Os casos foram inicialmente modelados através de um formulário com os seguintes atributos:

- **Vocabulário:** define a matéria ou curso que está sendo ministrado. Um exemplo seria "Engenharia de Software".
- **Contexto:** estabelece o tipo de informação que o caso representa. Valores possíveis seriam "definição", "situação", "problema" e outros.
- **Tema:** define o assunto onde está inserido o caso. Um exemplo seria "Projeto de Software".
- **Tópico:** procura definir um refinamento do tema. Um valor possível seria "Projeto Orientado a Objetos".
- **Problema:** este atributo tem o formato de um texto livre que deve ser preenchido com as características do caso, considerando o valor contido no atributo contexto. Para a recuperação, o texto pode conter palavras-chave.
- **Solução:** possui o mesmo formato do atributo problema, contudo com o sentido de armazenar a solução para o problema apresentado. Novamente, podem ser definidas palavras-chave.

A indexação dos casos utiliza inicialmente os quatro primeiros atributos. Esta organização interna permite uma rápida identificação dos casos relevantes a um assunto. O uso das palavras-chave permite um refinamento na recuperação dos casos. Este mesmo formato também é adotado para representar as experiências exploradas pelos estudantes em suas bases de crenças individuais. Neste caso, as palavras-chave podem também oferecer um recurso de avaliação do estudante e comparação com as bases de crenças de outros estudantes. Entretanto, esta abertura com relação a quantidade de palavras-chave dificulta a definição da matriz de similaridade. Atualmente, este problema é resolvido com uma limitação no número de palavras-chave.

3.4. Agente Consultivo

O agente consultivo é um tipo especial de agente que funciona como um assistente especialista inteligente. Este agente assiste o usuário através de uma monitoração constante, indicando a aplicação apropriada do conhecimento. O usuário pode também consultar diretamente este agente, através do agente de interface. Outra característica importante deste agente é a avaliação das ações e construções das crenças do usuário.

A estrutura do agente consultivo é praticamente a mesma utilizada para implementar o agente de informação. Novamente, não há a necessidade dos níveis de interface e interpretação. Entretanto, a diferença básica está no nível operacional. Enquanto o agente de informação possui facilidades de acesso ao conhecimento e banco de dados, o agente consultivo possui mecanismos para a monitorar o usuário e para reconhecer situações onde é necessário apresentar explicações. Existe também a possibilidade de fornecer informações adicionais como exemplos ou contra-exemplos para o usuário.

O agente consultivo utiliza a abordagem de ensino baseado em casos para representar os exemplos e explicações. O objetivo é explorar os princípios pedagógicos do ensino baseado em casos [KHAN 96]. O agente procura apresentar situações aos estudantes, baseado na interpretação de sua base de crenças. Uma das formas mais valiosas de aprendizado ocorre quando o estudante com um problema descreve sua situação a um professor, então o professor é lembrado e responde através de uma história aplicável. Em tal situação, o estudante pode adaptar a história, endereçá-la e aplicá-la no seu problema. Esta parte do agente consultivo é baseada na estrutura da aplicação para ensino interativo SPIEL (*Story Producer for Interactive Learning*) [BURKE 96].

4. O Ambiente Colaborativo

Uma grande parte dos sistemas de ensino baseados em computador utiliza metodologias tradicionais, onde o professor é o centro do conhecimento. Esta abordagem defende que o processo ensino-aprendizagem é somente uma simples transmissão de conhecimento. Desta forma, o aluno é convertido em um agente passivo com muito pouca participação na construção do conhecimento. Sistemas com estas características não conseguem explorar com muito sucesso as capacidades reais dos estudantes. Como apresentado, ferramentas que exploram a colaboração entre indivíduos pode alcançar resultados interessantes para o processo de aprendizagem.

Uma interessante aplicação para a arquitetura desenvolvida é a definição de um ambiente de aprendizado colaborativo que suporte o ensino à distância. A plataforma definida na seção anterior pode ser ajustada perfeitamente como um ambiente de ensino, uma vez que todos os componentes de um sistema tutor inteligente estão presentes:

- **Módulo estudante:** o agente de interface mantém a base de crenças individualizadas do estudante.
- **Módulo do domínio:** o agente de informação possui uma representação do conhecimento na forma de uma base de casos. As informações em formato de páginas HTML também fazem parte deste módulo.
- **Módulo pedagógico:** as metodologias de ensino empregadas pelo modelo são o ensino baseado em casos e ensino por demanda.
- **Módulo especialista:** o agente consultivo atua como um tutor inteligente, monitorando o conhecimento dos estudantes e oferecendo orientação durante o processo exploratório.
- **Módulo de comunicação:** apesar de parte deste módulo estar também presente no agente de interface, sua implementação foi construída sob a metáfora de um navegador Internet inteligente.

Torna-se importante ressaltar que as metodologias pedagógicas adotadas permitem o aprendizado por investigação. Sendo assim, a forma de aplicação da plataforma para o ensino pode ser vista como um sistema de ensino colaborativo. A proposta foi introduzir um ambiente na forma de um navegador inteligente, onde um de seus componentes é o agente de interface definido anteriormente. Este navegador pode trabalhar como uma ferramenta tradicional de treinamento computacional que ajuda o aluno tanto na navegação pelas informações quanto no seu processo de aprendizado. Contudo, o ambiente providencia mecanismos que habilitam a interação entre os alunos. Isto é possível fazendo-se perguntas diretas para os monitores do domínio ou recebendo informações assíncronas dos mesmos. Estes monitores correspondem aos agentes consultivos. Os resultados destas interações são armazenadas como uma base de conhecimento que representa as crenças que o estudante possui sobre o domínio.

O processo de construção das crenças do estudante possibilita a individualização de cada aluno. A individualização considera que cada estudante é diferente com diferentes níveis de conhecimento [BORK 97]. Ao mesmo tempo, a colaboração entre alunos para resolver ou entender alguma situação providencia a aquisição de conhecimento.

A interface proposta para o navegador inteligente possui quatro áreas básicas (fig. 2):

- **Área de navegação:** espaço na forma de um navegador para a Internet. Além de permitir o acesso a qualquer site na Internet, este navegador também permite abrir arquivos no formato HTML. Ele foi implementado de forma a armazenar todas as páginas navegadas em uma memória cache local. Esta característica permite acessar estas páginas, mesmo quando o estudante não estiver acessando a Internet. Existem opções para imprimir a página carregada e para trabalhar com servidores *proxy* (no caso do navegador estar sendo executado em alguma rede local com este serviço). Os problemas que os estudantes precisam resolver são apresentados através deste serviço.
- **Área do assistente pessoal:** um personagem animado estabelece a metáfora para a representação do agente de interface e do agente consultivo. Este personagem possui uma série de animações pré-

definidas que são exploradas pelo agente de interface para representar visualmente o que o agente está fazendo. Além disso, o personagem é capaz de conversar com o estudante através de mensagens escritas e faladas. Por sua vez, o estudante pode interagir com o personagem, solicitando informações adicionais como a recuperação de casos para um determinado tipo de problema.

- **Área de chamada da classe virtual:** esta área, localizada no canto superior esquerdo, apresenta os nomes de todos os estudantes que fazem parte da sala de aula virtual. Os nomes podem aparecer em duas cores diferentes: verde para aqueles estudantes que estiverem com seu navegador em execução (considerando o acesso a Internet) e vermelho para os estudantes que também fazem parte do grupo, mas não estão acessando o ambiente naquele momento.
- **Área de conversação:** esta área está localizada no lado superior, entre a área de chamada e o personagem assistente. Seu objetivo é registrar todas as interações ocorridas entre o agente e o estudante. Desta forma, o estudante pode, a qualquer momento, revisar o que aconteceu. A informação desta área pode ser gravada pelo estudante na forma de um arquivo texto. Existe também a opção para limpar a área.

O personagem assistente assume o papel amigável do mágico "Merlin". Sua implementação utiliza uma interface com uma biblioteca oferecida pela Microsoft para a construção de assistentes [MICROSOFT 99]. Esta biblioteca oferece ainda a possibilidade de desenvolver novos personagens com animações customizadas.



Fig. 2 – Estrutura de comunicação dos componentes da Arquitetura..

5. CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou um ambiente baseado em uma arquitetura de agentes inteligentes para suportar o ensino colaborativo através da Internet. Foram definidas diferentes classes de agentes com capacidade de interagir entre si e com os seus usuários, permitindo facilidades de colaboração nos níveis agente-agente e agente-usuário.

Foram utilizadas diferentes técnicas inteligentes, com enfoque principal ao ensino baseado em casos. Alguns dos princípios pedagógicos da abordagem RBC foram discutidos, procurando-se apresentar como eles foram incorporados à plataforma definida.

Este trabalho procura contribuir com um de ambiente distribuído para suportar o ensino à distância. O ensino à distância vem ganhando destaque como um importante instrumento de aprendizado e treinamento. Suas características permitem flexibilidade de tempo, local e horário aos seus participantes. Entretanto, grande parte dos sistemas de ensino à distância através da Internet utilizam tecnologias para a transmissão de informação e não necessariamente de conhecimento. Desta forma, torna-se necessário a adoção de ferramentas inteligentes que incorporem princípios pedagógicos a este modelo de ensino. Neste sentido, a aplicação de assistentes pessoais e raciocínio baseado em casos pode oferecer uma interessante abordagem para alcançar os objetivos do ensino.

Atualmente, estão sendo modelados casos para serem utilizados na disciplina de “engenharia de software” nos cursos de Ciência da Computação e Engenharia de Computação da UNIVALI – Campus São José. A proposta é utilizar a ferramenta inicialmente no Laboratório de Informática em grupos de dois alunos. Uma segunda etapa seria a distribuição da ferramenta para utilização de forma assíncrona. Um dos participantes seria o professor que faria o acompanhamento das crenças individuais e incorporação de novos casos.

Outro trabalho em andamento é a construção do ambiente de forma que o processo de colaboração aconteça de forma sincronizada [THIRY 99]. O ambiente procura aplicar uma metodologia onde os estudantes resolvem um estudo de caso, com auxílio de um conjunto de casos.

Uma importante característica observada na plataforma baseada em agentes está na sua flexibilidade de utilização. Ela permite, além do desenvolvimento de novas classes de agentes mais especializados, a aplicação em outros domínios. Um exemplo real de aplicação possível está em sistemas de tomada de decisão em aspectos financeiros ou comerciais. A questão é explorar as similaridades de sistemas de ensino com os sistemas de apoio à tomada de decisão.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORK, A. **The Future of Computers and Learning**. Technology Information/Cover Story, Technological Horizons in Education - THE Journal, 1997.
- BURKE, R. e KASS, A. **Retrieving Stories for Case-Based Teaching**. CBR: Experiences, Lessons & Future Directions, AAAI Press/MIT Press, David Leake editor, pp. 93-109, 1996.
- CROOK, C. **Educational Practice Within Two Local Computer Networks**. Computer Supported Collaborative Learning, Claire O'Malley (ed.), Springer-Verlag, pp. 165-182, 1994.
- FERGUNSON, W., BAREISS, R., BIRNBAUM, L. e OSGOOD, R. **ASK Systems: An Approach to the Realization of Story-Based Teachers**. Technical Report N. 22, Institute for the Learning Sciences, 1992.
- FININ, T., WEBER, J. et al. **DRAFT: Specification of KQML Agent Communication Language**. The DARPA Knowledge Sharing Initiative External Interfaces Working Group, <http://www.cs.umbc.edu/kqml/kqml.ps>, Junho 1993.
- FININ, T., FRITZSON, R., MCKAY, D. e MCENTIRE, R. **KQML as an Agent Communication Language**. Proceedings of the 3rd International Conference on Information and Knowledge Management, ACM Press, Novembro, 1994.
- GENESERETH M. R. e KETCHPEL, S. P. **Software Agents**. Communications of the ACM, pp. 48-53, 147, Julho, 1994.
- KHAN, T. e YIP, Y. **Pedagogic Principles of Case-Based CAL**. Journal of Computer Assisted Learning, No. 12, pp. 172-192, 1996.
- MICROSOFT. **Microsoft Agent Downloads**. <http://www.microsoft.com/workshop/imedia/agent/>, Janeiro, 1999.
- PORTER, L. **Creating the Virtual Classroom: Distance Learning with the Internet**. Wiley Computer Publishing, NY: Wiley & Sons, 1997.

- ROSCELLE, J. e TEASLEY, S. **The Construction of Shared Knowledge in Collaborative Problem Solving.** In C. E. O'Malley (ed.), Computer Supported Collaborative Learning, pp. 69-100, Berlin: Springer-Verlag, 1995.
- SCHANK, R., KASS, A. e RIESBECK, C. **Inside Case-based Explanation.** Lawrence Erlbaum Associates, Institute for the Learning Sciences, 1994.
- THIRY, M., BARCIA, R., e KHATOR, S. **Personal Assistance: An Intelligent Hybrid System Approach.** Industrial Engineering Research Conference 98, Alberta, Canada, Maio, 1998.
- THIRY, M., BARCIA, R., KHATOR, S. e MARTINS A. **Intelligent Agent-based Approach for Distance Learning.** International Conference on Engineering Education 98, Rio de Janeiro, Brazil, Agosto, 1998.
- THIRY, M., ROSATELLI, M. e BARCIA, R. **A Collaborative Framework To Support Distance Learning In Production Engineering.** Trabalho a ser apresentado no XIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção/V Congresso Internacional de Engenharia Industrial, Rio de Janeiro/RJ, Novembro de 1999.