

Agentes de *Software* em Ambientes Educacionais Mediados por Computador

Neide dos Santos
Professora Adjunta
Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Departamento de Informática e Ciência da Computação
Rua São Francisco Xavier, 524, 6º andar, Bloco B, Prédio João Lira Filho
Rio de Janeiro – RJ – Brasil – CEP 20550-013
neide@ime.uerj.br

Resumo: Encontram-se descritos, na literatura, diferentes problemas relacionados ao uso de ambientes educacionais mediados por computador. Uma das soluções propostas envolve a adoção de agentes de *software*. Este tutorial visa analisar a natureza dos problemas descritos e apontar o papel desempenhado pelos agentes como parte da solução. Para documentar as soluções adotadas, construímos uma taxonomia preliminar para o domínio estudado, utilizando um modelo de facetas proposto por e classificando os agentes em categorias, setores, subsetores e funcionalidades.

Software Agents in Computer-Based Learning Environments

Abstract: The literature reports many different problems in the use of computer-based learning environments. One of the proposed solutions adopts the use of software agents. This tutorial aims at to describe and analyze the nature of the problems and points out the role played by software agents as part of the solution. Solutions compose a preliminary taxonomy of the domain, utilizing Guarino model of features, in where agents are classified into categories, sectors, subsectors and functionalities.

Palavras-chave: Agentes em ambientes educacionais. Ambientes de educação a distância. Ambientes de aprendizagem cooperativa. Taxonomia e ontologia de domínio.

1. Introdução

Os ambientes de ensino e de aprendizagem mediados pela Internet surgem como meios promissores de apoio ao processo educacional. Entretanto, eles enfrentam problemas de uso. Em ambientes de aprendizagem cooperativa, por exemplo, nem sempre níveis satisfatórios de cooperação entre os pares são alcançados. Uma das soluções apontadas para minimizar os problemas descritos é a adoção de agentes computacionais. Apesar de bastante mencionados na literatura, os papéis, as funções, as características, as formas de se modelar e implementar agentes não estão claramente definidos e documentados. O objetivo deste tutorial é analisar o uso dos agentes em ambientes educacionais mediados por computador, classificando-os em categorias, de forma a construir uma taxonomia para o domínio estudado.

2. Uma Visão Geral de Agentes

O termo agente não tem significado claro, mas pode ser compreendido como uma entidade que trabalha autônoma e continuamente em um ambiente onde processo e agentes existem. Não há uma abordagem padrão para a tecnologia baseada em agentes, nem mesmo uma definição única do que seja um agente (Chaves & Castro Jr., 2000). O conceito de agentes envolve um variado número de propostas relativas a teorias de agentes, arquitetura de agentes e linguagens de programação de agentes. As teorias de agentes são essencialmente especificações e questionam como se concebe um agente, quais as propriedades que eles devem possuir, como são representados formalmente,

etc. As arquiteturas dos agentes representam propostas de especificações que levam às implementações, isto é, estruturação e projeto de cada agente.

Pesquisadores envolvidos com agentes oferecem uma variedade de definições, cada uma tentando explicar seu próprio uso para o termo.

2.1 Algumas Definições

Um agente:

- a) é uma entidade real ou virtual, imersa em um ambiente no qual ele é capaz de agir, dispondo de capacidade de percepção e de representação parcial deste ambiente, podendo se comunicar com outros agentes e possuindo um comportamento autônomo, consequência de suas observações, de seu conhecimento e das suas intenções com outros agentes. Um agente raciocina sobre o ambiente e sobre os outros agentes e decide, racionalmente, sobre os objetivos a serem perseguidos e as ações a serem tomadas (Ferreira & Bercht, 2000).
- b) é um *software* que sabe como fazer coisas que o usuário pode provavelmente fazer se tiver tempo (Hermans, 1996).
- c) é uma entidade de *software* que realiza um conjunto de operações em benefício do usuário ou de outro programa, utilizando certo grau de independência ou autonomia e ao fazê-lo, emprega algum conhecimento ou representação dos objetivos ou preferências do usuário. (Vivasori & Gauthier, 1998).
- d) é uma entidade virtual ou real, que está apta para perceber e representar parcialmente seu ambiente. Um agente também possui a capacidade de se comunicar com outros agentes e pode possuir um comportamento autônomo que é uma consequência de suas observações, de seu conhecimento e de suas interações com outros agentes. (Jaques & Oliveira, 1998).
- e) é como um assistente de tarefa, ou seja, uma entidade de *software* que emprega técnicas de Inteligência Artificial com o objetivo de assistir o usuário na realização de determinada tarefa, agindo de forma autônoma e utilizando a metáfora de um assistente pessoal.
- f) é um programa independente que pode realizar uma ou mais tarefas para um usuário ou para um computador. Os usuários precisam falar ao agente ‘o que’ e ‘quando’ fazer alguma coisa, mas não “como” fazer alguma coisa.
- g) pode ser visto como um sistema computacional localizado em algum ambiente e que é capaz de fazer ações autônomas nesse ambiente para corresponder a seus objetivos de projeto (Wooldridge & Jennings, 1997). A idéia de ambiente é apresentada de forma genérica, podendo ser entendido como qualquer meio físico ou lógico, composto por aspectos heterogêneos ou não. As ações autônomas que um agente pode desempenhar em um ambiente, podem ser quaisquer ações que não precisem de intervenção humana para ser realizadas. Contudo, essa definição compreende apenas os agentes reativos.

Os agentes podem ser caracterizados por suas capacidades ou funcionalidades. Pelo fato de existirem poucos acordos do que seja agente, ele deve ser descrito pelas características que podem ou não possuir. Em Wooldridge & Jennings (1997), são citadas como características mais comuns:

- Autonomia; a habilidade de ter iniciativa e controlar suas próprias ações, além de operar sem a intervenção direta de um humano e possuir algum tipo de controle sobre suas ações e estados internos;
- Orientado a Objetivo; a habilidade de aceitar pedidos de alto nível e decidir como e quando satisfazer o pedido. Um agente deve ser capaz de realizar tarefas complexas e tomar a decisão de como tais tarefas serão divididas e qual a ordem de execução para se chegar a melhor performance.
- Colaboração; a habilidade para modificar pedidos, para refinar ou rejeitar os pedidos já satisfeitos e comunicar os resultados ao usuário, ou seja, existe colaboração do seu agente com o seu usuário e com outros agentes;
- Flexibilidade; a habilidade para escolher dinamicamente que ações evocar, e em que seqüência, em resposta ao estado do seu ambiente externo. É também a habilidade para sentir mudanças no ambiente e decidir se e quando agir;

- Comunicativo; a habilidade para participar da comunicação com outros agentes, incluindo pessoas, para obter informações ou seu apoio no acompanhamento dos seus objetivos;
- Adaptativo; a habilidade para automatizar preferências dos seus usuários e adaptar-se às mudanças no seu ambiente; e,
- Móvel; a habilidade para transpor de uma máquina para outra e atravessar diferentes arquiteturas de sistemas e plataformas, ou seja, habilidade de locomoção em redes de computadores.

As características dos agentes são divididas em dois grupos: noção fraca e noção forte de agente. As propriedades que compõem a noção fraca do termo agente são Autonomia; Habilidade Social: (agentes interagem com outros agentes e humanos através de algum tipo de linguagem de comunicação própria); Reatividade (percebem seu ambiente e respondem a mudanças); Pró-atividade (podem ter a iniciativa para realizarem um determinado comportamento); Continuidade Temporal (são processos continuamente rodando); e Orientação a objetivo.

Os agentes que possuem habilidades ditas fortes devem possuir uma ou mais das seguintes características: Mobilidade; Benevolência (supõem-se que entre agentes não ocorram conflitos na execução de tarefas); Racionalidade (assume-se que um agente não realizará suas tarefas se estas forem contra suas crenças); Adaptabilidade; e Colaboração.

Não existe uma classificação universal para agentes, entretanto, a autonomia é aceita como a característica principal que distingue um *software* tradicional de um agente. Autonomia é identificada pela capacidade de um *software* exercer controle sobre suas próprias ações. Outra característica importante em agentes é a sua capacidade de deliberar sobre os eventos sentidos, ou monitorados no ambiente que os envolve. A necessidade de deliberar impõe naturalmente que os agentes devem ter conhecimento sobre o ambiente, sobre si mesmos e sobre os outros agentes. Como é impossível a representação de conhecimento de modo completo e imutável, é necessário capacitar os agentes com capacidade de aprendizado.

Um agente inteligente é definido como aquele que executa ações autônomas flexíveis para atingir suas metas pré-definidas, onde flexibilidade implica em três características:

- Reatividade: percebe o ambiente onde atuam e responde em tempo satisfatório às mudanças que ocorrem nele;
- Pró-atividade: tem a capacidade de ter comportamento dirigido à meta, tomando a iniciativa de execução de determinadas ações para atingir o estado desejado; e,
- Habilidade social: é capaz de interagir com o ambiente, outros agentes e com humanos.

Além destas três propriedades, os agentes devem ter Sociabilidade, o que permite a ele interagir com outros agentes (artificiais ou humanos) através de algum tipo de linguagem de comunicação.

A natureza dos agentes permite que se repense a interação homem-computador, na qual este último se torna parceiro do usuário, cooperando para o alcance dos objetivos traçados. Sua utilização permite a implementação de estilo complementar de interação, chamado gerência indireta, na qual o computador é uma entidade ativa, dotada de um certo grau de autonomia e capaz de realizar tarefas que auxiliem o usuário no desempenho de suas atividades, de acordo com seus interesses.

2.2 Categorias de Agentes

O aspecto mais interessante relacionado aos agentes talvez seja o nível de inteligência de que eles são dotados. Segundo (Sichman et al., 1992, in Jaques, 1999), as diferentes capacidades dos agentes para resolução de problemas nos permite classificá-los em duas categorias principais: agentes reativos e agentes cognitivos, vistos como pontos extremos de uma linha de classificação. Os agentes reativos possuem uma tabela para ocorrências para responderem ao ambiente, executando ações pré-determinadas. Os agentes cognitivos são visualizados como sistemas intencionais, isto é, possuem estados mentais de informação e manipulam o conhecimento. Alguns

exemplos de estados mentais são: crenças, conhecimentos, desejos, intenções e obrigações, que são representados internamente nos agentes.

Os agentes reativos realizam uma ação de acordo com outra ação efetuada sobre eles. Estes agentes comportam-se segundo o modo estímulo-resposta, ou seja, não há uma memória sobre ações realizadas no passado e nem previsão de ações que poderão ser executadas no futuro. Sua capacidade interna realiza apenas associações de entrada e saída, não havendo processamento. Para Jaques (1999), os agentes reativos são baseados nos modelos de organização etológico/biológico como, por exemplo, as colônias de formigas. A idéia de utilizar esse contexto, é que uma formiga sozinha não é capaz de realizar tarefas muito inteligentes, mas uma colônia o é. Assim, a inteligência se encontra no grupo de várias entidades simples.

Para Jaques (1999), os agentes cognitivos são visualizados como sistemas intencionais, ou seja, possuem estados mentais de informação e manipulam o conhecimento. Entre estados mentais estão as seguintes características: crenças, conhecimento, desejos, intenções, obrigações etc. Os estados mentais são representados internamente nos agentes. Os agentes também são ditos sociais porque, além de manipular o seu conhecimento, eles conhecem as crenças, objetivos e motivações dos elementos que os cercam.

Ainda para a autora, para formar um grupo social unindo um conjunto de agentes cognitivos, é necessário que algumas questões sejam tratadas. São elas:

- Organização: diz respeito a como os agentes interagem entre si, e qual o tipo de organização que eles adotam.
- Cooperação: quando um agente não estiver capacitado para realizar sozinho uma tarefa pessoal, ele deve cooperar com outros agentes. Esta cooperação deve ocorrer ainda quando outros agentes podem executar mais eficientemente a mesma tarefa.
- Negociação: como é realizada a negociação entre os agentes, dividindo a execução das tarefas, de maneira que seja mais organizada e fazendo uso das capacidades e conhecimentos dos agentes.
- Comunicação: como os agentes irão se comunicar e qual o protocolo de comunicação que será utilizado na interação entre esses agentes.

Para Heredia, Omar & Mendonça (2002):

Os agentes reativos não usam raciocínio simbólico complexo, estruturas de memória e uma representação interna explícita do conhecimento. Desta forma, não possuem histórico de suas ações passadas, nem podem fazer previsões de atos futuros. Um agente reativo apenas pode perceber o ambiente externo e, baseados nos estímulos recebidos, reagir de forma pré-determinada.(p. 458).

De acordo com os autores, os agentes cognitivos

são capazes de raciocinar a respeito de suas intenções e conhecimentos, criar planos de ação e executá-los. Possuem modelos explícitos do mundo externo, estruturas de memória que permitem manter um histórico das ações passadas e fazer previsões de ações futuras e um sistema desenvolvido de cooperação e comunicação (p. 458).

Os agentes podem desempenhar uma grande variedade de papéis. Para Silva (2001), com a consolidação da Web como plataforma de desenvolvimento e publicação de *software*, os agentes estão sendo desenvolvidos para desempenhar um dos seguintes papéis:

- Agentes de Busca: freqüentemente usam suas possibilidades para buscar através de listas de distribuição, *newsgroup* e Web por certas categorias de informações.
- Agentes de filtragem: filtram e/ou buscam novos artigos procurando por informações que podem ser úteis ao usuário.
- Agentes de monitoração e sinalização: monitoram um objeto de Internet (*newsgroup*, *site* Web, lista) ou componente (servidor, cliente) e sinalizam ao usuário se um certo evento irá ocorrer.

- Agentes interativos: embora ainda raros, algumas companhias têm desenvolvido agentes que podem interagir com os usuários para ajudá-los a navegar através de *sites* Web, salas de *chat* ou ambientes VRML para responder questões, para jogar jogos interativos ou para dar suporte à realização de qualquer outra tarefa.
- Agentes que lidam parcial ou totalmente com *e-mail*.
- Agentes que agendam reuniões.
- Agentes que funcionam como Assistente pessoal; Gerenciador de informações (ligados à melhoria das máquinas de busca); Jornal pessoal (personalizam o jornal através de percepções diárias das preferências do usuário); Assistente de pesquisa pessoal (têm conhecimento da preferência do usuário, como, por exemplo, de seu tempo de demora para pedir informações de um certo tópico e periodicamente explora uma base de dados apropriada, e entrega resumos da lista ou base de pedidos).

3. Agentes em Ambientes Educacionais Mediados por Computador

Para Ferreira & Labidi (1998), a necessidade de incentivar a cooperação entre as pessoas, entre outros fatores, estabeleceu um novo campo dentro da Inteligência Artificial - a Inteligência Artificial Distribuída, que assume a metáfora baseada no comportamento social, onde um grupo distribuído de entidades procura uma solução colaborativa de problemas. Essas entidades são os agentes e um conjunto de agentes compõe um sistema multiagente (SMA). Em SMAs, os agentes são projetados para resolver problemas e têm conhecimento de sua própria existência e da existência de outros agentes. Portanto, precisam colaborar, entre si, para atingirem um objetivo comum e devem ser capazes de se comunicar, usando uma linguagem específica. Para Arroyo & Kommers (1999, in Cunha, Fuks & Lucena, 2002), em ambientes educacionais, os agentes desempenham basicamente o papel de assistentes pessoais, guias para os usuários, sistemas alternativos de ajuda e mediadores entre usuários e sistemas.

Neste tutorial, analisamos o papel dos agentes nos ambientes de educação a distância (EaD) e aos ambientes de aprendizagem cooperativa apoiados por computador (*Computer-Supported Cooperative Learning - CSCL*). Nestes ambientes, os agentes estão presentes para apoiar a solução de diferentes problemas que podem ocorrer ao longo do processo educacional, como será apresentado nas próximas seções. Com frequência, na literatura consultada, os problemas de uso dos ambientes EaD e CSCL estão vagamente descritos e a solução com agentes nem sempre é detalhada no enfoque do desenvolvimento de sistemas. Desta forma, um dos objetivos do trabalho é sistematizar os problemas mais comumente descritos e apresentar, no nível possível de detalhes, a solução adotada com a tecnologia de agentes nos ambientes melhor divulgados.

3.1 Ambientes EaD

A educação a distância é processo educacional que ocorre em ambiente diferente do ambiente tradicional da escola e onde professores e estudantes se encontram separados geograficamente e/ou temporalmente, trocando informações através das mídias disponíveis. Uma das vantagens da EaD é a independência da presença física dos participantes no mesmo espaço geográfico, permitindo que os estudantes tenham a possibilidade de adquirir conhecimento sobre o assunto de seu interesse. No entanto, a separação geográfica e temporal entre aluno e professor e entre alunos pode ocasionar diferentes tipos de problemas. Descrevemos alguns deles e apontamos uma solução implementada e/ou proposta com a adoção de agentes.

➔ PROBLEMAS DE INTERAÇÃO

Em ambientes EaD, uma atividade difícil para o professor é analisar as discussões em andamento, verificando o escopo da discussão e incentivando a participação dos alunos.

Solução com agentes: é inserido no ambiente um sistema multiagente capaz de observar as interações, extrair informações a partir dessas interações, realizar análises e transmitir os resultados ao professor.

Exemplos**TelEduc** (Lachi, Otsuka & Rocha (2002))

No ambiente, um agente de interface observa e monitora as ações do usuário em uma ferramenta de bate-papo para fornecer subsídios ao professor na tarefa de realizar a avaliação formativa. Para Lachi, Otsuka & Rocha (2002), agentes de interface são aqueles que aprendem observando e monitorando as ações dos usuários em uma interface e atuam como assistentes pessoais, colaborando com o usuário e com outros agentes na realização de determinadas tarefas. Este agente tem duas formas de aprender: pela observação e pelo *feedback* do usuário. A ferramenta permite a seleção de comentários, tanto pelo agente quanto pelo usuário, e a indicação de critérios de seleção.

Sistema descrito por Jacques & Oliveira (1998)

Neste sistema é proposta uma arquitetura multiagente, formada por quatro agentes, que se comunicam entre si. Três agentes, os agentes coletores, são responsáveis por coletar dados a partir de listas de discussão, *newsgroup* e *chat*. O quarto agente é o agente do professor que, sob demanda, exibe as análises feitas pelos outros agentes, bem como a análise global realizada por ele próprio. Quando este agente envia o pedido de análise para os agentes coletores, eles retornam uma mensagem com o nome e endereço do arquivo que contém a análise. Os agentes coletores estão localizados no diretório local do professor, onde são armazenadas as mensagens de *e-mail* e *newsgroup*. O agente do professor é instalado na máquina escolhida pelo professor. Enquanto estiver lendo as novas mensagens, os agentes coletores coletam dados, utilizados para análise posterior e armazenados em um banco de dados. Cada agente possui seu banco de dados local, que armazena os dados colhidos. Após a coleta, é feita uma análise, a partir dos dados contidos no seu banco de dados e armazenado em um arquivo. Desta maneira, quando o professor solicitar, são enviados o nome e o endereço do arquivo que contém as respectivas análises. O professor também pode solicitar a análise das interações que ocorreram num determinado período de tempo.

➔ PROBLEMAS DECORRENTES DA SEPARAÇÃO FÍSICA ENTRE PROFESSOR E ALUNO

O sistema de EaD deve permitir a superação da distância física entre o professor e os alunos, utilizando a distância como elemento positivo para o desenvolvimento da autonomia na aprendizagem. A ausência do acompanhamento e monitoramento por parte do professor sobre o progresso do aluno faz com que ele se sinta um pouco perdido e "solto" na realização das tarefas.

Solução com agentes: para suprir a ausência do contato direto entre alunos e professores no ambiente EaD utilizam-se agentes no monitoramento dos processos de interação dos alunos com o ambiente para auxiliar o professor nos processos de avaliação de seus alunos e do *design* instrucional

Exemplo**AulaNet** (Menezes, Fuks & Garcia, 1998)

Os mecanismos de avaliação presentes em ambientes EaD estão restritos aos instrumentos de avaliação formal, tais como trabalhos individuais, provas, listas de exercícios, entre outros. Dada à inexistência do caráter presencial nos ambientes EaD, os mecanismos de avaliação informal são extremamente complexos. No AulaNet, é proposto um modelo baseado em agentes assistentes de tarefa com Agentes Assistentes de Tarefa, subdivididos em outros três agentes:

- Agente Assistente de Tarefa de Monitoração: responsável pela criação de um *log* da interação dos alunos com o ambiente. Esse agente possui componentes do cliente, gerando um histórico de navegação do aluno, e do servidor, para percorrer listas de discussão, a fim de verificar a participação dos alunos em atividades conjuntas.
- Agente Assistente de Tarefa de Avaliação de Alunos: capaz de confrontar as informações decorrentes dos processos de avaliação informal com as informações dos processos de avaliação formal do AulaNet, oferecendo um auxílio mais eficaz ao professor.

- Agente Assistente de tarefa de Avaliação de *Design*: capaz de indicar possíveis distorções no *design* instrucional, refletidas em decorrência do comportamento dos alunos e oferecendo os mecanismos necessários à realização das correções verificadas.

➔ PROBLEMA DE FALTA DE INTERESSE DOS ALUNOS

A EaD permite que os cursos sejam assistidos por um número grande de alunos, com perfis de interesse e *background* diferenciados. Quanto mais esta potencialidade é introduzida, mais existe o risco do estudante não atingir seus objetivos acadêmicos, subtilizando o suporte oferecido.

Solução com agentes: os agentes podem ser dotados de alguma capacidade de personalizar tanto currículos quanto recursos disponíveis, de acordo com o interesse e nível de conhecimento dos estudantes.

Exemplos

AME-A (Pereira, D'Amico & Geyer, 1998)

AME-A é um ambiente de ensino-aprendizagem, que se propõe ao estudo e o desenvolvimento de um sistema educacional interativo para o ensino à distância. Ele utiliza a abordagem de sistemas multiagentes e os agentes estão distribuídos em dois processos: o de ensino e o de aprendizagem.

- Agente *Modela_Aprendiz*: identifica o nível de conhecimento do aprendiz, seus objetivos de aprendizagem, motivação e suas características psicopedagógicas.
- Agente *Seleciona_Estratégia*: identifica informações sobre o perfil do aluno, nível de conhecimento, motivação e nível de profundidade para o objetivo em curso, selecionando estratégias de ensino para cada modelo de aprendiz, verificando os objetivos de aprendizagem. Eles mudam a estratégia para um determinado aprendiz quando o agente *Modela_Aprendiz* ou o agente *Analisa_Aprendizagem* informam alguma alteração na aprendizagem, motivação e personalidade do aprendiz. Caso um determinado aprendiz não esteja aprendendo corretamente, o agente tenta uma outra estratégia não adotada inicialmente, até que ele obtenha êxito na aprendizagem.
- Agente *Orienta_Aprendizagem*: informado pelo agente *Seleciona_Estratégia* das estratégias selecionadas, busca em um banco de dados o endereço do material a ser apresentado ao aprendiz, conforme tipos pré-definidos.
- Agente *Analisa_Aprendizagem*: verifica a aprendizagem do aprendiz. No sistema, a aprendizagem é verificada apenas pelo resultado das notas dos materiais de avaliação e desempenho durante o curso.

aLF (Boticario, Gaudio e Catalina, 2001)

aLF é um site Web para aprendizagem à distância na Internet, incluindo facilidades para o gerenciamento de cursos *on-line*, espaços de trabalho compartilhado, serviços de notificações pessoais de eventos, calendários públicos e privados, *links* compartilhados, conversação interativa e pesquisas de grupo gerenciadas, entre outras. Alguns dos serviços que aLF oferece são grupos de trabalhos, notícias, *bulletin board* gerenciamento de documentos, *chats*, calendários, apresentações, projetos gerenciados e ferramentas para contatar outros usuários.

Para dar suporte ao gerenciamento destes recursos, um conjunto de agentes foi implementado, com o objetivo de modelar o usuário, combinando valores aprendidos pelo estudante e guardados na base de dados, correspondendo a diferentes perfis (C5.0, Naive Bayes, Progol, Backpropagation, Tilde e Autoclass). Um agente especial, o agente conselheiro, aprende a competência variável de cada um dos outros agentes. Para tanto, aLF analisa as interações de cada usuário, visando oferecer serviços personalizados, adaptados a suas necessidades e preferências. Uma análise comparativa entre os vários usuários é conduzida também de forma que são previamente detectadas as necessidades por cada tipo de serviço, antecipando as demandas dos novos usuários. O sistema faz um exaustivo registro do grupo de usuários e um mecanismo, chamado WebDL, atua no banco de dados e aprende sobre as necessidades detectadas e sobre a demanda. Com o uso de WebDL, são definidos diferentes tipos de colaboração entre estudantes e conferencistas, de acordo com seu interesse e nível de habilidade dos estudantes.

➔ PROBLEMA DE EVASÃO DE ESTUDANTES

Em razão da separação geográfica e temporal entre os participantes dos cursos à distância, há grande evasão de estudantes.

Solução com agentes: para minimizar o problema, pode-se estruturar um agente de frequência para monitorar os acessos do aluno no curso e avisar ao professor os dados da frequência.

Exemplo

Sistema proposto por Jacques & Oliveira (1998)

O sistema registra as preferências do professor quanto a frequência, estado, mensagem e *e-mail*. O professor configura uma mensagem a ser apresentada ao aluno que tem a frequência selecionada e, se desejar, pode ser comunicado da presença do aluno. A presença do professor é representada para os alunos através de um desenho, com diferentes expressões faciais, exibido durante todo o tempo em que o aluno está realizando o curso.

3.2 Ambientes CSCL

Aprendizagem cooperativa é uma técnica com a qual os estudantes se ajudam no processo de aprendizagem, atuando como parceiros entre si e com o professor, e visando adquirir conhecimento sobre um dado objeto. O suporte dado por computadores à aprendizagem cooperativa tem como objetivo dinamizar o processo, através de sistemas que implementam um ambiente de cooperação, e possuem papel ativo na análise e controle desta. As tecnologias cooperativas permitem a construção de formas comuns de ver, agir e conhecer, ou seja, são ambientes que habilitam indivíduos a se engajarem na atividade de produção de conhecimento compartilhado, ou de novas práticas comunitárias. Várias questões de ordem educacional e tecnológica estão envolvidas na construção e implementação de ambientes CSCL.

Os problemas com os ambientes CSCL relacionam-se aos baixos níveis de cooperação entre os pares, ao risco de não se lograr atingir a meta do ambiente que é a promoção da aprendizagem, à dificuldade de coordenação das atividades de aprendizagem e à pouca objetividade nas discussões entre alunos (Santoro, Borges & Santos, 2001). Diferentes soluções têm sido propostas e algumas delas usam agentes como parte da solução. A seguir, descrevemos problemas encontrados em ambientes CSCL, para os quais a solução é a adoção de agentes.

➔ PROBLEMA DE FALTA DE MONITORAMENTO/COORDENAÇÃO

Os alunos não realizam cooperativamente a tarefa proposta e/ou se envolvem pouco em sua realização porque falta a presença de um coordenador para guiá-los e dar conselhos ou a presença do coordenador não têm suporte efetivo no ambiente CSCL.

Solução com agentes: agentes são desenvolvidos buscando levar os participantes a compartilhar conhecimento e a se envolver no processo cooperativo. Esses agentes observam e monitoram diretamente a atuação dos indivíduos e do grupo no contexto do trabalho que está sendo realizado, relacionando os objetivos educacionais com os conceitos manipulados de forma a prover ajuda sobre os passos a serem seguidos. As ações do agente fornecem elementos para que o professor avalie os alunos e o grupo.

Exemplos

COLER (Constantino-González & Suthers, 2001; Constantino-Gonzales & Suthers, 2002; Constantino-Gonzales, Suthers & Escamilla, 2002)

COLER é um ambiente CSCL, onde os estudantes constroem diagramas de Entidade-Relacionamento como solução para problemas de modelagem de bases de dados. Os estudantes começam construindo sozinhos seus próprios diagramas e, a seguir, trabalham em pequenos grupos de forma a chegarem à solução do grupo. Um *software* instrutor auxilia os estudantes nesta tarefa.

O ambiente procura facilitar a efetiva colaboração com aprendizagem, particularmente com relação à resolução de conflitos entre estudantes. A aproximação é similar a outras propostas em que múltiplos usuários são monitorados e analisados na interação dentro do espaço compartilhado. Essa aproximação também considera o trabalho individual do estudante para identificar conflitos. Outros trabalhos usam instrutores automatizados para dar conselho quando à solução do estudante difere da solução do perito, mas em COLER há a possibilidade de dar conselho sem comparar o trabalho do estudante com a solução especialista.

O instrutor pessoal de COLER é um agente pedagógico que encoraja estudantes a discutir e participar para a solução colaborativa de problemas. O estudante do instrutor é chamado de MyCoachedStudent (MCS). COLER constantemente observa as ações do MCS no ambiente de aprendizagem. Também observa a participação de estudantes no espaço de trabalho e em discussões de chat. Através disso, COLER decide se deverá dar conselhos. A colaboração do instrutor consiste na habilidade de reconhecer oportunidades relevantes de aprendizagem e fornecer conselhos que encorajem estudantes a tomar certas atitudes. Os tipos e categorias de conselhos oferecidos baseiam-se na literatura de aprendizagem colaborativa. Por exemplo, para a categoria Discussão, os conselhos associados são Expressar Desacordo, Pedir explicação, Pedir justificativa, Dar explicação, Dar justificativa, Expressar incerteza, Analisar alternativas.

Belvedere (Suthers & Weiner, 1995; Suthers, 1999; Suthers, 2000)

Belvedere é um ambiente CSCL para suporte à prática de discussão crítica de teorias científicas. O ambiente é um *groupware* em rede usado para a construção de representações de relações lógicas e retóricas dentro de um debate, e cuja interface se assemelha a um editor gráfico. Belvedere provê os estudantes com formas concretas de representar componentes abstratos e relacionamentos entre teorias e argumentos. Idéias e relacionamentos são representados como objetos que podem ser apontados, ligados a outros objetos e discutidos.

No ambiente, um agente conselheiro ajuda os estudantes a focalizar aspectos particulares de uma questão complexa sugerindo formas nas quais um diagrama de argumentação pode ser estendido ou melhorado, destacando objetos que possivelmente precisam de atenção, e oferecendo "dicas" baseadas em princípios tais como consistência, suporte empírico, e consideração teórica.

ARCOO (Barros, 1994)

ARCOO é um sistema para apoio à aprendizagem cooperativa em ambientes distribuídos e a interação entre pares visa a busca da solução para um problema, ao longo da realização de um projeto. No ambiente, uma sala de estudos metafórica possui entre outros recursos "auxiliares invisíveis", que são agentes reativos, que ajudam os estudantes a desenvolverem seus projetos.

Algebra Jam (Singley, Fairweather & Swerling, 1999; Alpert, Singley & Fairweather, 2000)

Algebra Jam é um ambiente para a solução cooperativa de sistemas de equações lineares, baseado em texto. Os participantes são colocados em um ambiente rico de resolução de problemas com oportunidades de modelagens algébricas e são apresentados a tarefas intencionalmente mal definidas. Diferentemente de um problema textual tradicional, as informações para solução não são apresentadas explicitamente na declaração do problema. Em lugar disso, a informação dada é aquela somente necessária para resolver o problema. Assim, os estudantes trabalham através de problemas e buscam soluções com recursos em seu *desktop*. Os vários tipos de recursos de problemas (isto é, equação, tabelas, grafos, mapas) ajudam os estudantes a derivar informações de um número grande de representações.

Em Algebra Jam, um componente inteligente, que representa o tutor da aprendizagem, modela a equipe de estudantes e as interações entre os seus membros. Isto é feito através da observação de alguns eventos produzidos por papéis pré-definidos. A observação da ocorrência destes eventos atualiza as crenças do tutor sobre a proficiência dos estudantes no domínio estudado, e sobre seus progressos nas habilidades cooperativas. No ambiente, são designados explicitamente cinco papéis: Observador, Aprendiz, Especialista, Líder (Coordenador) e Guia (Facilitador).

→ PROBLEMA DE BAIXA PARTICIPAÇÃO/ADESÃO DOS ALUNOS

Em ambientes CSCL, nem sempre os níveis de cooperação são os esperados, porque os alunos se engajam pouco nas atividades cooperativas, não assumem as responsabilidades exigidas e às vezes não entendem seu papel na execução da tarefa.

Solução com Agentes

Uma solução adotada para tentar resolver este problema é a designação de papéis. Os papéis representam coleções de usuários em sistemas cooperativos e estão geralmente associados a funções lógicas assumidas por atores (participantes, indivíduos ou subgrupos, agentes ou sistemas computacionais), na execução de uma atividade. Papéis podem ser formais ou informais, permanentes ou temporários, podendo ser assumidos espontaneamente ou delegados. Além disso, um mesmo participante pode assumir diferentes papéis ao mesmo tempo, na execução da tarefa.

Exemplos

Algebra Jam (Singley, Fairweather & Swerling, 1999; Alpert, Singley & Fairweather, 2000)

O ambiente Algebra Jam, para ampliar as oportunidades de cooperação designa explicitamente os seguintes papéis: Observador, Aprendiz, Especialista, Líder (Coordenador) e Guia (Facilitador).

Belvedere (Suthers & Weiner, 1995; Suthers, 1999; Suthers, 2000)

O papel de facilitador está presente no Belvedere sob a forma de um agente computacional inteligente que guia os estudantes em suas descobertas, embora este papel não seja designado formalmente no contexto do ambiente.

Proposta de Montero, Vizcaíno, Moreno & Prieto (1999)

A proposta fundamenta-se no desenvolvimento de ferramentas para a comunicação entre os alunos, de forma a ajudá-los na realização de exercícios em grupo. Os sistemas proporcionam diferentes baterias de exercícios para que o professor possa adaptá-los aos alunos. As aplicações desenvolvidas estão centradas na aprendizagem procedimental, no campo da programação. Um agente, com o papel de colega com informações privilegiadas, é introduzido como um componente do modelo de aluno, que é em realidade um modelo do grupo de alunos.

→ PROBLEMA DE CONFLITO ENTRE OS PARTICIPANTES

Durante as sessões de aprendizagem cooperativa, podem surgir conflitos entre os membros do grupo, acarretando problemas na execução das tarefas. Embora os conflitos sejam parte inerente do processo de cooperação, eles podem refletir desavenças pessoais e enfraquecer a coesão do grupo. É necessário que o ambiente CSCL ofereça formas de resolução de conflitos.

Solução com agentes: algumas soluções podem ser empregadas para apoiar a superação dos conflitos, entre elas, um espaço de negociação síncrono ou assíncrono, um agente humano ou computacional com a função de mediador de conflitos.

Exemplos

MARCo (Tedesco & Self, 2000)

Tedesco & Self (2000) desenvolveram um agente mediador, MARCo, que detecta os conflitos meta-cognitivos e sugere cursos de ação. O mediador opera a partir de um modelo de conflitos, baseado em uma rede de crenças sobre o comportamento dos pares cooperantes.

Um agente em COLER (Constantino-González & Suthers, 2001) ajuda os participantes na resolução dos conflitos. Para tal, além da monitoração das interações do grupo, o trabalho individual do estudante é também considerado para identificar conflitos.

→ PROBLEMA DE REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO EM CONSTRUÇÃO

Em ambientes CSCL, dependendo da atividade cooperativa desenvolvida por um grupo, pode ser fundamental que as pessoas tenham mecanismos formais, estruturados, para representar um

conhecimento, ou questionar uma outra colocação, de forma que todos os participantes tenham oportunidade de entender o que se está querendo comunicar.

Solução com agentes: agentes podem assumir o papel de guias no processo de aquisição e estruturação do conhecimento.

Exemplos

Belvedere (Suthers & Weiner, 1995; Suthers, 1999; Suthers, 2000)

Em Belvedere, idéias e relacionamentos são representados como objetos que podem ser apontados, ligados a outros objetos e discutidos, permitindo a construção de representações de relações lógicas e retóricas dentro de um debate. No ambiente, um conselheiro ou guia inteligente ajuda os estudantes a focalizarem em aspectos particulares de uma questão complexa sugerindo formas nas quais um diagrama de argumentação pode ser estendido ou melhorado, destacando objetos que possivelmente precisam de atenção, e oferecendo "dicas".

Algebra Jam (Singley et al., 1999; Alpert, Singley & Fairweather, 2000.)

O sistema usa uma tipologia de mensagens, que tem como objetivo prover níveis de interpretação mais compreensíveis de uma conversa entre os estudantes e um tutor. Os tipos de mensagens provêm forma estruturada que resume as possíveis intenções de comunicação entre os indivíduos.

FabriCar

FabriCar é parte do projeto CardioEducar (Rocha et al, 1999). O objetivo do ambiente é dar suporte para a solução de casos médicos, no domínio da cardiologia, em sessões síncronas e assíncronas apoiadas na Web. A meta é que os estudantes construam um corpo de conhecimento estruturado para o desenvolvimento de habilidades de diagnóstico no domínio do ambiente. Para tanto, um suporte inteligente desempenha o papel de tutor dos estudantes, guiando, dando conselhos e comparando o conhecimento em construção, explicitamente representado de forma gráfica em árvores de decisão, com uma solução armazenada em uma base de dados especialista. Santos & Santoro (2001) modelaram a cooperação no ambiente.

➔ PROBLEMA DE POUCA SISTEMATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

A meta de muitos ambientes CSCL é incentivar a cooperação como um valor social. Logo, as relações lógicas envolvidas no conhecimento que está sendo manipulado podem não se tornar claras para os alunos.

Solução com agentes: além das formas acima apontadas para a representação do conhecimento, pode-se desenvolver agentes do domínio para clarificar regras, leis e relações envolvidas no conhecimento manipulado.

Exemplo

Gracile (Sanchez e Ayala, 1998)

Gracile é um ambiente CSCL voltado para a aprendizagem do idioma japonês. Entre os agentes do ambiente, há um agente do domínio da aprendizagem capaz de construir e analisar frases para aplicar um conjunto de regras que representa um modelo de regras e expressões.

➔ PROBLEMA DE MOTIVAÇÃO PELA FALTA DA PRESENÇA FÍSICA DOS PARTICIPANTES

Os ambientes CSCL permitem que estudantes trabalhem juntos, compartilhando espaços virtuais, mas estes ambientes, contudo, não conseguem reproduzir as nuances que ocorrem em uma situação de interação face à face. A percepção é um conceito relacionado a mecanismos que garantem que as pessoas compreendam ou tomem consciência do próprio processo e da interação entre todos os participantes no ambiente. Os elementos de percepção são essenciais para que os estudantes possam aprender e trabalhar em equipe.

Solução com agentes: uma das soluções para o problema é incluir, no ambiente, mecanismos computacionais que dêem suporte à percepção de presença.

Exemplos

NICE (Johnson et al, 1998)

NICE permite que múltiplos participantes interajam simultaneamente com o mesmo ambiente virtual. Esses participantes podem ser crianças, professores ou computadores controlando agentes. Eles podem ser representados por avatares, compostos de cabeça, corpo e mãos. Isso permite que o ambiente transmita gestos entre os participantes, como inclinar a cabeça ou acenar com a mão do usuário para os outros participantes. Eles podem ainda comunicar noções da posição relativa, com expressões como “isto está atrás de você” ou “vire à sua esquerda”. A colaboração em NICE também inclui a interação entre as crianças e os gênios, agentes, que povoam o ambiente virtual.

Agora (Sanchez e Ayala, 1998)

Agora é um ambiente de biblioteca virtual em floricultura. Para este ambiente, os autores implementaram agentes de consciência, que notificam os usuários quando especialistas ou outros usuários podem compartilhar a informação ou interagir com outros usuários em tempo real. Estes agentes atuam para dar suporte à percepção de presença.

Uma análise da literatura disponível nas áreas de EaD e de CSCL mostra um crescimento considerável na compreensão e adoção da tecnologia de agentes como apoio à solução de diversos problemas descritos. Nos ambientes EaD, por exemplo, uma dificuldade apontada é a realização de avaliações formativas como mecanismo, para o professor, de acompanhar o desempenho individual e do grupo e, para o estudante, de verificar seu próprio progresso. Os ambientes TelEduc (Lachi, Otsuka & Rocha, 2002) e Javal (Emiliano & Geyer, 2002) propõem a utilização de agentes para apoiar as atividades de avaliação. Nos modernos ambientes CSCL, um problema crítico é a representação do papel do professor. Nestes ambientes, o professor pode assumir o papel de mediador e facilitador da aprendizagem. Brito, Tavares & Menezes (2002), introduziram em seu ambiente CSCL, um agente mediador, que representa o professor e tem como função decidir qual é a melhor estratégia para conduzir os estudantes durante a aprendizagem.

Identificados os principais problemas nos ambientes EaD e CSCL e as correspondentes soluções com a utilização de agentes, na próxima seção, apresentamos uma taxonomia para o domínio estudado.

4. Taxonomia de Domínio para Agentes em Ambientes Educacionais Apoiados por Computador

Neste tutorial, um dos propósitos para identificar e analisar o uso de agentes em ambientes educacionais é documentar este uso, para, de alguma forma, compor um guia básico para o entendimento e a adoção de agentes em projetos de *software*. A importância da documentação cresce face à necessidade de reutilização de *software*. No entanto, reutilizar soluções anteriormente adotadas no processo de desenvolvimento de *software* requer a existência de documentação de boa qualidade. Uma das formas atuais de documentação emprega as ontologias, como meio de descrever uma área do conhecimento, definindo os conceitos básicos, os relacionamentos entre conceitos e fornecendo exemplos que clarifiquem o domínio descrito.

Uma ontologia, para Barners-Lee, Handler e Lassila (2001), reúne uma taxonomia e um mecanismo de inferência. Uma taxonomia é um sistema ordenado de classificação, onde a informação é agrupada de acordo com relacionamentos tidos como naturais. Ela tem sido usada para documentar soluções de *software* para posterior reutilização, por fornecer precisa definição dos termos no domínio para a qual é construída. Ela deve ser estruturada de forma hierárquica, em subcategorias, com nível descendente de detalhes e refinamento de termos. Entre as ontologias propostas, encontram-se as ontologias de domínio (Guarino, 1998). Para Braga, Werner & Mattoso (1999), a vantagem do uso das ontologias de domínio é que elas permitem a reutilização e o

compartilhamento de um vocabulário comum entre *software* das mais diversas origens, permitindo classificação mais precisa de aplicações do domínio.

O modelo que especifica os termos ontológicos, formando uma rede semântica de termos do domínio, é denominado de modelo de *features* – facetas (Guarino, 1998). Este modelo reúne um conjunto de facetas, sendo uma delas as grandes características do domínio – Categorias, e, a outra, as Funcionalidades mais gerais do domínio. As características específicas encontram-se em uma ordem decrescente, primeiro em Setores, depois em Subsetores e por último em Áreas de Atuação. O mesmo acontece com as Funcionalidades, onde são especificadas as Sub-Funcionalidades e as Funcionalidades Específicas.

Temos verificado, entretanto, que a definição de um mecanismo de inferência tem sido um dos pontos críticos na construção das ontologias de domínio. Julgamos, então, que para os propósitos do trabalho, a construção da taxonomia seria suficiente. Usando o modelo de *features* e com base na literatura consultada, classificamos o domínio de Agentes em Ambientes Educacionais Mediados por Computador em duas categorias, com seus correspondentes setores e sub-setores: Agentes Reativos e Agentes Cognitivos (Quadro 1).

Quadro 1 - Categorias, Setores e Sub-Setores do Domínio

CATEGORIAS	
AGENTES REATIVOS	AGENTES COGNITIVOS
SETORES E SUBSETORES	
Agentes Administrativos Agente de Cadastro de Estudantes Agente de Gerenciamento de Recursos Agente de Coleta de Dados de Interação Agente de Lembretes de Atividades e Prazos Agentes de Apoio à Avaliação on-line Agente de Apresentação de Testes On-line Agente de Correção de Testes On-line Agente de Consulta ao Boletim Agente de Controle de Frequência Agente de Monitoração do Interesse do Aluno Agente de Trilha de Progresso Agente Apoio ao Estudante na Bibliografia Agente de Orientação ao Aluno no Conteúdo	Agentes Pedagógicos Agente Identificação Perfil do Estudante e do Grupo Agente Modelagem Estudante e do Grupo Agente Monitoramento das Interações Agente Encorajamento à Participação dos Estudantes Agente Monitoramento Representação do Conhecimento Agente Monitoramento da Realização de Tarefas Agente Conselheiro Agente Avaliador Agente Tutor Individual Agente Definição de Papéis Agente Mediador Agentes do Estudante Agente de Busca Agente de Filtragem Agente de Seleção de Recursos Didáticos Agente de Indicação de Presença Agente de "Dicas" Agente Apoio Representação do Conhecimento Agente do Domínio do Conhecimento

As categorias, com seus setores e subsetores foram descritos. Convém ressaltar que as descrições apresentadas foram compostas com informações encontradas de forma difusa na literatura consultada. Eventualmente, estas descrições precisam ser refinadas e/ou complementadas.

4.1 Descrevendo Categorias, Setores e Subsetores

CATEGORIAS

AGENTES REATIVOS

Descrição: Agentes considerados não inteligentes, que possuem uma tabela de ocorrências para responderem ao ambiente, executando ações pré-determinadas. No contexto dos ambientes educacionais apoiados por computadores, há diferentes tipos de agentes reativos desempenhando funções típicas previamente determinadas, como cadastro de estudantes, suporte à avaliação através da apresentação e correção de testes *online*, controle da frequência dos estudantes.

Setor - Agentes Administrativos

Descrição: Agentes reativos encarregados de desempenhar funções típicas de administração e gerenciamento de recursos disponíveis e de estudantes, como cadastro de estudantes, gerenciamento dos recursos para atender os objetivos do estudante, coleta de dados para ajudar o professor no monitoramento e avaliação do progresso dos estudantes

Subsetores

Agente de Cadastro de Estudantes

Descrição: Agente reativo com o objetivo de apoiar a administração e gerenciamento de estudantes em ambientes educacionais, encarregado especificamente de providenciar o acesso do estudante no ambiente de curso, através de login e senha, provendo para tal facilidades de cadastro de informações dos estudantes.

Agente de Gerenciamento de Recursos

Descrição: Agente reativo com o objetivo de apoiar a administração e gerenciamento dos recursos do ambiente educacional, encarregado especificamente de apoiar o gerenciamento dos diferentes tipos de material didático e recursos de comunicação do ambiente disponíveis, apresentando-os aos estudantes

Agente de Coleta de Dados da Interação

Descrição: Agente reativo com o objetivo de apoiar a administração e gerenciamento dos estudantes, encarregado especificamente de apoiar a coleta de dados sobre a interação dos estudantes com os recursos do ambiente, através do monitoramento das interações do estudante, do armazenamento destas interações e da emissão, sob demanda do professor, de relatórios com os dados das interações.

Agente de Lembretes de Atividades e Prazos

Descrição: Agente reativo com o objetivo de apoiar a administração e gerenciamento dos estudantes, encarregado especificamente de associar tarefas realizadas aos resultados obtidos pelos estudantes na avaliação do desempenho destas tarefas, visando lembrar aos estudantes, através de mensagens em e-mail, das atividades que devem ser realizadas, bem como os prazos para a realização.

Setor - Agentes de Apoio à Avaliação on-line

Descrição: Agente reativo que apóia procedimentos de auto-avaliação, apresentando a cada estudante teste individualizado de acordo com seu progresso no curso e corrigindo testes objetivos automaticamente, a partir de gabarito armazenado pelo professor.

Subsetores

Agente de Apresentação de Testes Objetivos On-line

Descrição: Agente reativo que apóia procedimentos de auto-avaliação, apresentando a cada estudante teste objetivo individualizado de acordo com seu progresso no curso ao final de cada módulo ou em outro momento definido pelo professor.

Agente de Correção de Testes Objetivos On-line

Descrição: Agente reativo que apoia procedimentos de auto-avaliação, corrigindo teste objetivo e individualizado, a partir de um gabarito indicado pelo professor.

Setor - Agentes de Consulta ao Boletim

Descrição: Agente reativo que disponibiliza uma relação de consulta ao boletim de alunos, tanto para professores como para alunos, sendo que para alunos os mesmos têm acesso apenas às suas notas, tendo acesso a cada avaliação por ele enviadas.

Setor - Agente de Controle de Frequência dos Estudantes

Descrição: Agente reativo que monitora a frequência dos acessos do estudante no curso. O sistema registra as preferências do professor quanto a frequência, mensagem e e-mail. O professor configura uma mensagem a ser apresentada ao estudante que possui a frequência selecionada e, se desejar, pode ser comunicado da presença do estudante.

Setor - Agente de Monitoração do Interesse do Aluno

Descrição: Agente reativo que monitora através de uma tabela armazenada de cada aluno os passos do mesmo, dando ao professor o nível de interesse do aluno.

Subsetor - Agente de Trilha de Progresso

Descrição: Agente reativo que permite ao professor monitorar o progresso dos alunos. Indica os passos do aluno, quais as unidades por ele visitadas e quais as ferramentas utilizadas. Dentre os dados apresentados estão a data e o horário de acesso a cada item. Com estes dados o professor poderá inferir o nível de interesse ou dificuldade de cada página.

Setor: Agente de Apoio ao Estudante na Bibliografia

Descrição: Agente reativo que disponibiliza ao estudante as bibliografias para o assunto aprendido. A bibliografia pode ser do tipo arquivo ou *link*.

Setor: Agente de Orientação do Conteúdo

Descrição: Agente reativo que grava o último acesso do aluno, fornecendo a última unidade acessada pelo aluno, permitindo a ele avançar sem percorrer unidades já visitadas.

AGENTES COGNITIVOS

Descrição: Sistemas intencionais, isto é, possuem estados mentais de informação e manipulam o conhecimento. No contexto dos ambientes educacionais mediados por computador, há dois tipos de agentes cognitivos: agentes pedagógicos e agentes de aluno.

Setor - Agentes Pedagógicos

Descrição: Agentes cognitivos projetados e desenvolvidos para dar apoio ao aprendizado humano, desempenhando funções típicas do professor, tais como identificação do perfil de conhecimento e de interesse dos estudantes, monitoramento e avaliação do progresso e do desempenho de cada estudante e de grupos de estudantes, aconselhamento, *feedback* e proposta de remediação individuais, tutoria individual, mediação de conflitos, encorajamento à participação, apoio na definição dos papéis que os estudantes deverão assumir nas tarefas cooperativas propostas.

Subsetores

Agente Identificação do Perfil do Estudante e do Grupo

Descrição: Agente cognitivo com o objetivo de desempenhar funções típicas do professor, encarregado especificamente de identificar o perfil do estudante e do grupo de estudantes, levantando dados sobre o nível de conhecimento atual de cada estudante e do grupo de estudante.

Agente Modelagem do Estudante e do Grupo

Descrição: Agente cognitivo com o objetivo de desempenhar funções típicas do professor, encarregado especificamente de modelar dinamicamente as atividades a serem propostas, a remediação e o *feedback* a serem fornecidos, a forma de avaliação sugerida do estudante e de grupo de estudante, a partir de perfis já identificados.

Agente Monitoramento das Interações

Descrição: Agente cognitivo com o objetivo de desempenhar funções típicas do professor, encarregado especificamente de monitorar a participação do estudante nos trabalhos em grupo, através da análise das interações com as ferramentas de comunicação do ambiente.

Agente Encorajamento à Participação dos Estudantes

Descrição: Agente cognitivo com o objetivo de desempenhar funções típicas do professor, encarregado especificamente de encorajar a participação dos estudantes nos trabalhos em grupo, através de apresentação de desafios, de jogos e outras estratégias motivadoras.

Agente de Monitoramento da Representação do Conhecimento

Descrição: Agente cognitivo com o objetivo de desempenhar funções típicas do professor, encarregado especificamente de monitorar a representação explícita do conhecimento individual e grupal em construção.

Agente Monitoramento da Realização de Tarefas

Descrição: Agente cognitivo com o objetivo de desempenhar funções típicas do professor, encarregado especificamente de monitorar a realização de tarefas, comparando a execução em andamento com a proposta pelo professor.

Agente Conselheiro

Descrição: Agente cognitivo com o objetivo de desempenhar funções típicas do professor, encarregado especificamente de aconselhar o estudante na resolução de tarefa proposta, segundo seu nível de conhecimento, papel desempenhado e a resolução da tarefa proposta pelo professor.

Agente Avaliador

Descrição: Agente cognitivo com o objetivo de desempenhar funções típicas do professor, encarregado especificamente de avaliar o desempenho do estudante na realização de tarefas propostas, considerando seu nível de conhecimento, o papel desempenhado e a resolução da tarefa proposta pelo professor.

Agente de Tutoria Individual

Descrição: Agente cognitivo com o objetivo de desempenhar funções típicas do professor, encarregado especificamente de fornecer tutoria ao estudante, considerando seu nível de conhecimento, seu perfil e os recursos acessados.

Agente de Definição de Papéis

Descrição: Agente cognitivo com o objetivo de desempenhar funções típicas do professor, encarregado especificamente de sugerir o papel a ser assumido por cada aluno considerando seu perfil de conhecimento, seu estilo de aprendizagem e a tarefa proposta.

Agente Mediador

Descrição: Agente cognitivo com o objetivo de desempenhar funções típicas do professor, encarregado especificamente de solucionar conflitos nas tomadas de decisão do grupo.

Setor - Agentes do Estudante

Descrição: Agentes cognitivos com o objetivo de desempenhar funções tanto de gerenciamento quanto pedagógicas de apoio aos estudantes na realização das tarefas propostas, oferecendo ajuda para: busca e filtragem de informações, seleção de recursos mais apropriados, suporte para percepção da presença dos membros do grupo, suporte para a representação do conhecimento, suporte para o manuseio do domínio do conhecimento.

Subsetores

Agente de Busca

Descrição: Agente cognitivo com o objetivo de desempenhar funções de gerenciamento das fontes de informação, localizando informação específica sob demanda do estudante.

Agente de Filtragem

Descrição: Agente cognitivo com o objetivo de desempenhar funções de gerenciamento das fontes de informação, filtrando e/ou buscando novos artigos e procurando por informações identificados como úteis ao estudante.

Agente de Seleção de Recursos Didáticos

Descrição: Agente cognitivo com o objetivo de desempenhar funções de gerenciamento dos recursos didáticos, apontando para o estudante o recurso mais apropriado à tarefa a ser realizada.

Agente de Indicação de Presença

Descrição: Agente cognitivo com o objetivo de desempenhar funções de gerenciamento do grupo de estudante, exibindo o que os membros do grupo estão fazendo em dado momento.

Agente de "Dicas"

Descrição: Agente cognitivo com o objetivo de desempenhar funções de monitoramento das tarefas, oferecendo dicas ou pistas para a realização da tarefa e fazendo o papel de colega com informações privilegiadas.

Agente de Apoio à Representação do Conhecimento

Descrição: Agente cognitivo com o objetivo de desempenhar funções de monitorar e aconselhar os estudantes na resolução compartilhada da tarefa, oferecendo dicas sobre os relacionamentos entre conceitos envolvidos (causa efeito, argumento -contra-argumento).

Agente do Domínio do Conhecimento

Descrição: Agente cognitivo com o objetivo de desempenhar funções de construir e analisar sentenças sobre o domínio para auxiliar na sistematização do conhecimento em construção.

4.2 Funcionalidades do Domínio

O modelo de *features*, adotado para representar a taxonomia, requer a identificação e descrição das funcionalidades do domínio estudado. A literatura consultada não forneceu os elementos necessários à realização completa da tarefa, pois um dos problemas encontrados foi a insuficiência de informações sobre as funcionalidades necessárias para a implementação dos agentes. Com raras exceções, e Gracile (Ayala & Yono, 1996) é uma delas, a implementação dos agentes nos ambientes educacionais é mencionada ou descrita. Mas, visando contribuir para a sistematização da área, listamos um conjunto mínimo de funcionalidades de *software* que devem ser implementadas nos ambientes educacionais que utilizam agentes.

Agentes reativos

- Interface para construção de testes
- Banco de testes para auto-avaliação
- Mecanismo de senha para suporte à auto-avaliação
- Banco de dados dos registros dos alunos
- Banco de itens com gabarito de respostas
- Interface para exibir gabaritos
- Banco de recursos, com suporte para gerenciar recursos, banco de ferramentas de comunicação e cooperação, suporte para a formação de grupos, suporte para compartilhamento de idéias
- Mecanismo de *login* e senha para controle de frequência, com ferramenta para monitorar os acessos do aluno no curso e banco de dados das interações dos alunos nas ferramentas de comunicação
- Mecanismo de *software* para controle de acessos ao ambiente educacional, com ferramenta para monitorar os acessos do aluno

- Mecanismo de *software* para exibir gráficos de frequência, com: banco de dados do registro do aluno e datas de frequência, ferramenta para exibir dados sobre progresso dos alunos, comparando atividades previstas e notas de testes.
- Mecanismo para guardar os arquivos e *links* bibliográficos
- Mecanismo para guardar os acessos do aluno, com plano de trabalho do aluno, páginas de conteúdo, banco de dados com os acessos do aluno, indicando sempre o último acesso do aluno

Agentes cognitivos

- Banco de dados dos estudantes, com ferramenta para armazenamento dos registros dos estudantes, mecanismo para modelagem de aluno, mecanismo para identificar perfil de aluno.
- Mecanismo para monitorar interações, com banco de dados do histórico das interações, lista de "dicas", lista de conselhos
- Mecanismo para armazenar histórico das interações, com ferramenta para guardar dados sobre acesso do aluno, ferramenta para exibir dados sobre acesso dos alunos, banco de dados do histórico das interações
- Ferramentas síncronas e assíncronas de comunicação e cooperação, com suporte para a formação de grupos, editor gráfico, suporte para compartilhamento de idéias
- Agenda com atividades e prazos, com suporte para compartilhamento de idéias, mecanismo para selecionar e exibir mensagens com lembretes
- Mecanismo para coleta de dados sobre atributos pessoais, como preferências, motivação, atitudes, aptidões e conhecimentos prévios
- Banco de perfis de estudantes
- Banco de perfis do grupo
- Ferramenta para diagnosticar conhecimento atual do estudante
- Base de dados com uma coleção de informações sobre as possíveis condutas do estudante durante processo de aprendizagem mediado por computadores.
- Mecanismo para monitorar o desempenho dos alunos, composto de ferramenta para guardar dados sobre acesso e progresso dos alunos, ferramenta para exibir dados sobre acesso e progresso dos alunos, espaço individual de trabalho, espaço para trabalho de grupo, banco de dados do histórico da navegação, banco de dados do histórico das interações, base de dados com lista de problemas, base de dados com dicas, base de dados de conselhos
- Base de dados de desafios
- Dicionário de termos
- Base de dados com a solução da tarefa
- Ferramenta para guardar dados sobre acesso e progresso dos alunos
- Ferramenta para exibir dados sobre acesso e progresso dos alunos
- Espaço individual de trabalho
- Espaço para trabalho de grupo
- Banco de dados do histórico da navegação
- Banco de dados do histórico das interações
- Base de dados com dicas
- Base de dados de conselhos
- Ferramentas síncronas de cooperação
- Ferramentas assíncronas de cooperação
- Suporte para a formação de grupos
- Mecanismo para busca e filtragem de informações, com máquinas de busca
- Mecanismo para busca e filtragem de informações, com ferramenta para busca e filtragem de informações e máquinas de busca
- Mecanismo para indicar a presença do estudante, com suporte para indicação de presença (janelas para exibir a presença dos estudantes, cursores ou *telepronters*).

5. Agentes em WebSaber

Uma das razões para o estudo do uso de agentes em ambientes educacionais foi buscar apoio para decisões de projeto da 2ª versão de WebSaber, um ambiente para a aquisição de habilidades de resolução cooperativa de problemas (Santos, 2000 e 2001). O sistema tem funcionado, essencialmente, como espaço de experimentação para o desenvolvimento de ferramentas de apoio a CSCL. No ambiente, a cooperação é modelada de forma muito simples. A dinâmica de trabalho segue as etapas de uma visão simplificada do método científico: o levantamento de hipóteses para se chegar a uma solução, escolha de uma hipótese promissora, planejamento e execução da solução. A cada etapa de trabalho estão associadas ferramentas de comunicação e cooperação. O primeiro protótipo de sistema era composto de: (1) uma agenda compartilhada para apoio às atividades de coordenação, na qual o professor apresentava o problema a ser resolvido e indicava as etapas e tarefas a serem realizadas e as ferramentas a serem utilizadas; e (2) um conjunto de ferramentas cooperativas, com as quais os alunos poderiam cooperar e se comunicar para a construção de uma solução compartilhada.

Em 2000, os mecanismos de segurança do protótipo foram testados com sucesso por estudantes de Engenharia de Computação da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. No entanto, queríamos verificar o comportamento do sistema em casos reais de solução de problemas. Em 2001, entrevistamos 40 alunos do curso de Engenharia de Computação da Universidade do Estado do Rio de Janeiro para identificar o suporte de cooperação, adequado às suas necessidades acadêmicas. Segundo eles, um sistema CSCL deveria ter um editor cooperativo, um glossário para a inclusão de novos termos em um fórum de discussão e uma ferramenta para a inserção de arquivos, permitindo o compartilhamento de qualquer formato de arquivo. Um novo protótipo foi implementado, reutilizando a dinâmica de trabalho e algumas ferramentas existentes no protótipo anterior.

Para analisar o desempenho do novo protótipo, durante 4 semanas, estes 40 estudantes usaram uma interface comum, uma agenda compartilhada, uma ferramenta de bate-papo, um editor cooperativo de textos e um fórum, visando encontrar a melhor solução para a alocação de circuitos elétricos. O objetivo final foi atingido, mas o processo de trabalho foi pobre, tendo professor, encarregado de coordenar o trabalho, despendido muito tempo gerenciando as sessões, fora do ambiente. O principal problema percebido foi a perda do foco da discussão. Acreditamos que faltava ao protótipo suporte mais efetivo às atividades de coordenação das sessões de trabalho.

O gerenciamento de sessões em ambientes cooperativos está relacionado à coordenação das sessões. No contexto de CSCW (*Computer-Supported Cooperative Work*), coordenação é um termo utilizado para descrever um conjunto de mecanismos disponíveis em um ambiente compartilhado, que têm como função gerenciar a interdependência entre os participantes (Raposo, Magalhães, Ricarte & Fuks, 2001). Os mecanismos de coordenação devem garantir que os procedimentos serão praticados no ambiente compartilhado de acordo com regras pré-definidas pelos participantes, ou impostas pelo próprio ambiente.

Dois agentes poderiam dar suporte ao gerenciamento das sessões em WebSaber: (i) um agente conselheiro, como os agentes apresentados em Belvedere e em COLER, e, (ii) um agente colega com informações privilegiadas, como o proposto por Montero et al (1999). Como visto, um agente com funções de conselheiro tem que prover espaço para trabalho de individual e do grupo, um banco de dados do histórico das interações, uma base de dados de conselhos, e, eventualmente, um mecanismo para suporte à resolução de conflitos e formas gráficas de representar o conhecimento em construção. Um agente com as funções de colega, por atuar analisando a execução da tarefa e comparando a execução com um plano de execução pré-definido, precisa analisar as interações do grupo e dar "dicas" de uma base de dados de "dicas". As dificuldades da implementação de agentes com estas características inviabilizaram o desenvolvimento deste tipo de solução.

Estudando outra vez o problema, adotamos uma solução bastante análoga à adotada por Jaques & Oliveira (1998). Três agentes reativos, não inteligentes, poderiam apoiar a coordenação de sessões. Nossa hipótese é que em ambientes CSCL, o professor precisa analisar a interação entre os estudantes e verificar a manutenção do contexto da discussão. Mecanismos de *software* baseados

em agentes são capazes de observar e gravar as interações, extrair informações a partir das interações e realizar algumas análises, de acordo com critérios pré-definidos e enviar as análises para o professor. Para WebSaber, modelamos dois agentes que colhem informações a partir de mensagens das sessões de bate-papo e do fórum (Cajaty, 2002; Portela, 2002). Outro agente apresenta ao professor a análise realizada pelos dois agentes e realiza a análise global (Figura 1).

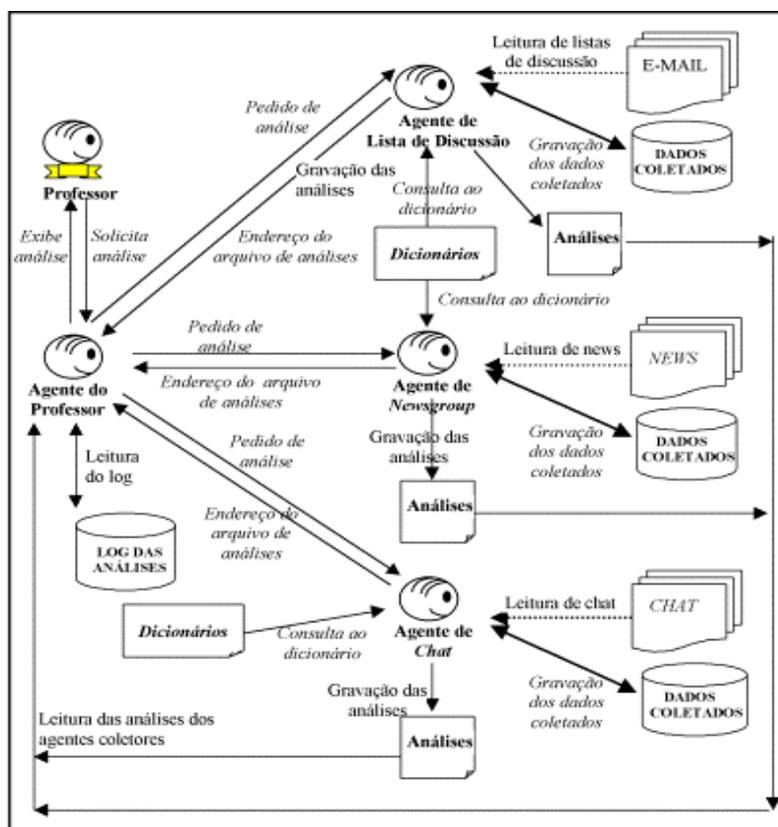


Figura 1 – Arquitetura dos Agentes em WebSaber

A 2ª versão de nosso sistema, usada nos testes, foi desenvolvida em ASP (Active Server Pages), não sendo possível integrar agentes de *software* nas ferramentas de bate-papo e fórum já desenvolvidas. Estamos estudando a adequação de JATLite (Java Agent Template Lite) para o desenvolvimento dos agentes em uma nova versão do sistema. JATLite é um pacote de programas escrito em Java que permite a criação de agentes que se comunicam na Internet. Sua principal vantagem seria o apoio fornecido para a construção de agentes que enviam e recebem mensagens usando uma linguagem padrão de comunicação.

6. Conclusões

Na medida em que crescem as experiências com o uso sistemático dos ambientes educacionais mediados por computador, alguns problemas decorrentes deste uso passam a ser descritos. Em paralelo, os novos ambientes desenvolvidos tornam-se mais poderosos, adotando soluções mais flexíveis, entre elas, aquelas baseadas em agentes de *software*.

Neste trabalho, analisamos o uso de agentes em ambientes EaD e CSCL e construímos uma taxonomia para o domínio. Identificamos duas categorias de agentes - os reativos e os cognitivos. Nos ambientes educacionais, observamos a preponderância dos agentes cognitivos. E entre estes, o predomínio dos agentes pedagógicos. Em nossa taxonomia, os agentes foram classificados em setores e subsetores e tiveram suas funcionalidades mínimas descritas. A descrição das funcionalidades do domínio mostrou-se como uma tarefa bastante difícil, já que raramente se

encontram relatos sobre a modelagem e implementação deste tipo de *software*. Mas, listamos um conjunto mínimo de funcionalidades, que podem auxiliar os desenvolvedores de ambientes educacionais. O trabalho também nos forneceu algumas diretrizes para trabalhos atuais e projetos futuros.

Agradecimentos: Este estudo foi parcialmente desenvolvido com o apoio da FAPERJ (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro) – Projeto Individual de Pesquisa - Processo nº E-26/171.773/99.

Referências Bibliográficas

- Alpert, B., Singley, M.K. & Fairweather, P. G. (2000). A Web-Based Intelligent Tutor for Elementary Algebra Equation Solving, *Proceedings of Learning Algebra with the Computer, A Transdisciplinary Workshop, ITS 2000: Fifth International Conference on Intelligent Tutoring Systems*.
- Ayala, G. & Yano, Y. (1996). Intelligent Agents to Support the Effective Collaboration in a CSCL Environment. *Proceedings of ED-MEDIA '96*.
- Berners-Lee, T. Hendler, J. & Lassila, O. (2001). The Semantic Web. *Scientific American*. <http://www.sciam.com/2001/0501issue/0501berners-lee.html> (visitado em 14/12/2002)
- Barros, L.A. (1994). ARCOO - Sistema de Apoio à Aprendizagem Cooperativa Distribuída. *Tese de Doutorado*. Rio de Janeiro. COPPE/Sistemas/UFRJ. Outubro (*Unpublished*)
- Boticario, J.; Gaudio, E. & Catalina, C. (2001) Towards personalized learning communities on the Web. *Proceedings of the EuroCSCL'2001*. Holanda, Março.
- Braga, R.; Werner, C. & Mattoso, M. (1999). Odyssey: A Reuse Environment based on Domain Models. *Proceedings of IEEE Symposium on Application-Specific Systems and Software Engineering Technology (ASSET'99)*, Richardson, Texas, USA. March.
- Brito, S. R., Tavares, O. L. & Menezes, C. S. (2002). MEDIADOR: Um Ambiente de Aprendizagem para a Aprendizagem Orientada a Projetos com Suporte Inteligente à Mediação. *Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. São Leopoldo, Brasil. Novembro.
- Cajaty, R. H. (2002). Um Ambiente de Aprendizagem para a Resolução Cooperativa de Problemas: Modelo da Cooperação e Edição Cooperativa. *Anais da 11ª Semana de Iniciação Científica*. UERJ. Rio de Janeiro. Setembro.
- Chaves, T.H. & Castro Jr., A. (2000). Elementos de um Ambiente Multiagente com Intermediação para Suporte à Aprendizagem. *Anais do XI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Maceió. Novembro.
- Constantino-González, M. & Suthers, D. (2001). Coaching Collaboration by Comparing Solutions and Tracking Participation. *Proceedings of the EuroCSCL'2001*. Maastricht, The Netherlands March.
- Constantino-Gonzales, M. A., & Suthers, D. (2002). Coaching Collaboration in a Computer-Mediated Learning Environment. In *Proceedings of Computer Support for Collaborative Learning 2002*, Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, January 7-11, Boulder, pp. 583-584. Online: <http://newmedia.colorado.edu/cscl/184.html> (visitado em 14/12/2002)
- Constantino-Gonzales, M. A., Suthers, D., and Escamilla, J. (2002). Coaching Web-based Collaborative Learning based on Problem Solution Differences and Participation. *International Journal of Artificial Intelligence in Education* 13, Online: http://www.cogs.susx.ac.uk/ijaied/abstracts/Vol_13/constantino.html. (visitado em 14/12/2002)
- Cunha, L. M., Fuks, H. & Lucena, C. J. P. (2002). Formação de Grupos no Ambiente AulaNet Utilizando Agentes de *Software*. *Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. São Leopoldo, Brasil. Novembro.
- Emiliano, J. P. & Geyer, C. F. R. (2002). Javal: Ambiente para Avaliações Remotas em Ensino a Distância Empregando Agentes Embarcados. *Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. São Leopoldo, Brasil. Novembro.
- Ferreira, L.F. & Bercht, M. (2000). Agentes Pedagógicos como Apoio à Avaliação de Competência Técnica em Educação e Prática Médica em Ambientes de Realidade Virtual. *Anais do XI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Maceió, Brasil. Novembro.
- Guarino, N. (1998). Formal Ontology in Information Systems. *Proceedings of FOIS'98*, Trento, Italy, June. OS Press, pp. 3-15.
- Hermans, B. (1996). Intelligent *Software* Agents on the Internet: An Inventory Offered Functionality of (near) Future Developments. Online: http://www.firstmonday.dk/issues/issue2_3/ch_123/index.html. (visitado em 14/12/2002)

- Heredia, E., Omar, N. & Mendonça, J. C. (2002). Um Agente de Comunicação em Linguagem Natural no Contexto de um Sistema Multiagente Orientado à Tutoria Inteligente na WWW. . *Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. São Leopoldo, Brasil. Novembro.
- Jacques, P.A. & Oliveira, F.M. (1998). Agentes de *Software* para Análise das Interações em um Ambiente de Ensino a Distância. *Anais do IX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Fortaleza, Brasil. Novembro.
- Jaques, P. A. (1999). Agentes de *Software* na Monitoração da Colaboração em Ambientes Telemáticos de Ensino. Dissertação de Mestrado. Departamento de Informática, PUCRS. Porto Alegre. Abril. Online: <http://www.inf.ufrgs.br/~pjaques/papers/dissertacao/indice.htm> (visitado em 14/12/2002)
- Johnson, A.E. et al (1998). The NICE project: Learning together in a virtual world. In <http://www.ice.eecs.uic.edu/~nice/NICE/PAPERS/VRAIS/vrais98.2.html>. (visitado em 14/12/2002)
- Lachi, R.L., Otsuka, J.L. & Rocha, H. V. (2002). Uso de Agentes de Interface para Auxiliar a Avaliação Formativa no Ambiente TelEduc. *Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. São Leopoldo, Brasil. Novembro.
- Menezes, R., Fuks, H. & Garcia, A.C.B. (1998) Utilizando Agentes no Suporte à Avaliação Informal no Ambiente de Instrução Baseada na Web – AulaNet. *Anais do IX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Fortaleza, Novembro.
- Montero, F.; Vizcaíno, A.; Moreno, A. & Prieto, M. (1999). Colaboración en Sistemas de Ayuda al Aprendizaje. *Anais do TISE'99*. Santiago, Chile. Dezembro.
- Pereira, A.S.; D'Amico, C.B & Geyer, C.F. (1998). Uma Aplicação de Ensino Orientada a Agentes. *Anais do IX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Fortaleza, Brasil. Novembro.
- Portela, M. S. (2002). Agentes em um Ambiente de Aprendizagem para a Resolução Cooperativa de Problemas. *Anais da 11ª Semana de Iniciação Científica*. UERJ. Rio de Janeiro. Setembro.
- Raposo, A. B; Magalhães, L.P.; Ricarte, I.L.M & Fuks, H. (2001). Coordination of Collaborative Activities: A Framework for the Definition of Tasks Interdependencies. *Proceedings of the International Workshop on Groupware CRIWG'2001*. Ilha da Madeira, Portugal, Julho.
- Rocha, A. R. et al. (1999). CardioEducar: Um Meta Ambiente Educacional para Cardiologia. Resumo Executivo de Projeto de Pesquisa – PROTEM/CNPq. *Rev. Bras. de Informática na Educação*. n° 6. Vol 1. Abril.
- Sanchez, J. & Ayala, G. (1998). User Agents in Digital Libraries and Collaborative Learning Environments. Online: <http://ict.udlap.mx/people/alfredo/cic98/taller-agentes/centia.html>. (visitado em 14/12/2002).
- Santoro, F. M.; Borges, M.R.S & Santos, N. (2001). Modelo de Cooperação para Aprendizagem Baseada em Projetos: Um Sistema de Padrões. *I Conferência Latina Americana em Linguagens de Programação para Padrões (SugarLoafPLOP 2001)*. Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES 2001). Rio de Janeiro, Brasil. Outubro.
- Santos, N. & Santoro, F. (2001). Modeling Coordination in Collaborative Problem-Based Learning Environments. *European Conference on Computer-Supported Collaborative Learning - EuroCSCL' 2001*. Holland, March. June.
- Santos, N. (2000). WebSaber: Um Ambiente para a Aprendizagem Cooperativa Baseada na Resolução de Problemas. *Anais do RIBIE 2000*. Viña del Mar, Chile. Dezembro.
- Santos, N. (2001). WebSaber: Solving Problems in a Computer-Supported Cooperative Learning Environment. *Proceedings of ED-MEDIA'2001*. Denver, USA. June.
- Silva, P. D. (2001). Agentes em Ambientes de Aprendizagem Cooperativa. *Relatório de Projeto de Final de Curso*. Depto de Informática e Ciência da Computação/Instituto de Matemática/UERJ, 45 pgs, julho. Rio de Janeiro, Brasil (Unpublished).
- Singley, M.K., Fairweather, P.G. & Swerling, S. (1999). Team Tutoring Systems: Reifying Roles in Problem Solving. *Proc. of Computer Support for Collaborative Learning '99*. Stanford, EUA
- Suthers, D. & Weiner, A. (1995). Groupware for Developing Critical Discussion. *Proc. Of Computer Support for Collaborative Learning '95, EUA*.
- Suthers, D. (1999). Effects of Alternate Representations of Evidential Relations on Collaborative Learning Discourse. *Proceedings of the Computer Support for Collaborative Learning 1999 Conference*. Stanford, USA. Online: <http://www.ciltkn.org/csc199/A74/A74.HTM>. (visitado em 14/12/2002)
- Suthers, D. (2000). Initial Evidence for Representational Guidance of Learning Discourse. *Proceedings of International Conference on Computers in Education*, November 21-24, 2000, Taipei, Taiwan. Online: <http://lilt.ics.hawaii.edu/lilt/papers/2000/Suthers-ICCE00-RepBias.pdf>. (visitado em 14/12/2002)
- Tedesco, P. & Self J. (2000). MArCO: Using Conflict Mediation Strategies to Support Group Planning Interactions, *Technical Report 00/4*, Computer Based Learning Unit, Univ. of Leeds.
- Vavasori, F.B. & Gauthier, F.A. (1998). Proposta de Ferramenta e Agentes Inteligentes para um Ambiente de Ensino/Aprendizagem na Web. *Anais do IX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Fortaleza, Brasil. Novembro.

Wooldridge, M. & Jennings, N. (1997). *Intelligent Agents: Theory and Practice*. <http://www.doc.mmu.ac.uk/STAFF/mike/ker95/ker95-html.html>. (visitado em 14/12/2002)
JATLine: <http://www-cdr.stanford.edu/ABE/documentation/overview.html>. (visitado em 14/12/2002)