

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Um Ambiente Inteligente para
Aprendizado Colaborativo no Ensino
a Distância Utilizando o Método de Casos**

**Tese submetida à Universidade Federal de Santa Catarina
para a obtenção do título de Doutor em
Engenharia de Produção.**

MARTA COSTA ROSATELLI

**Florianópolis,
Setembro de 1999**

Um Ambiente Inteligente para Aprendizado Colaborativo no Ensino a Distância Utilizando o Método de Casos

MARTA COSTA ROSATELLI

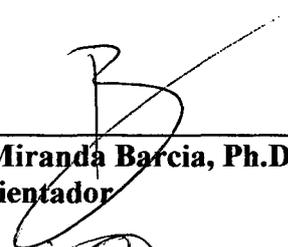
(BU)

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de **DOUTOR EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO** e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

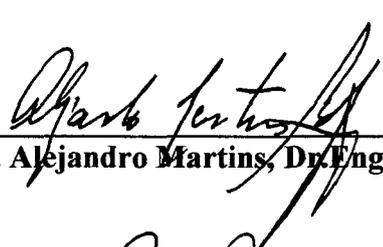


Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.
Coordenador do Curso

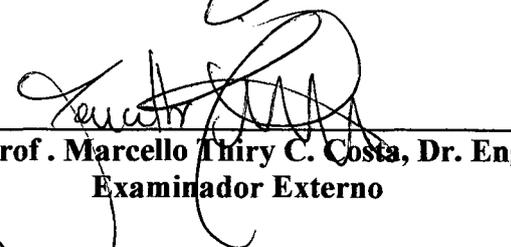
BANCA EXAMINADORA:



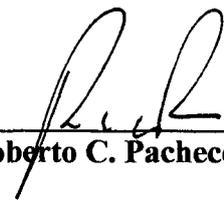
Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.
Orientador



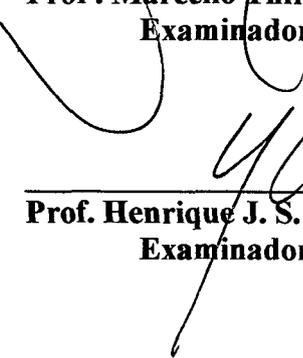
Prof. Alejandro Martins, Dr. Eng.



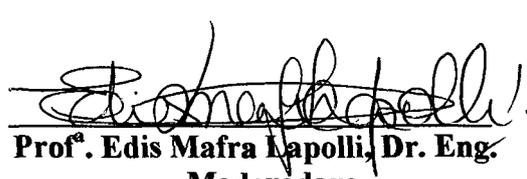
Prof. Marcello Thyry C. Costa, Dr. Eng.
Examinador Externo



Prof. Roberto C. Pacheco, Dr. Eng.



Prof. Henrique J. S. Coutinho, Dr. Eng.
Examinador Externo



Prof. Edis Mafra Kapolli, Dr. Eng.
Moderadora

Resumo

O ensino a distância baseado em estudos de casos envolve habilitar a colaboração entre dois ou mais estudantes a distância numa atividade de estudo de caso. A presente tese apresenta um sistema baseado na *World Wide Web* para suportar a atividade de grupo no ensino através de estudos de casos a distância. Tal sistema permite a colaboração entre os estudantes assim como colabora com estes no processo de solução de um estudo de caso realizado através da *World Wide Web*, com o apoio de tecnologia inteligente. Ele guia, promove e monitora a discussão do caso. De forma a desempenhar essas funções o *design* do sistema é baseado tanto numa metodologia para resolver um estudo de caso assim como no papel do professor que trabalha com casos na sala de aula tradicional. Essas premissas do *design* modelam as interações entre os estudantes e o sistema. Além disso o *design* do sistema também leva em consideração os problemas de aprendizado com o método.

Abstract

Distance Learning from Case Studies involves enabling collaboration between two or more learners at a distance on a case study activity. This thesis presents the design of a World Wide Web-based system to support group activity in Distance Learning from Case Studies. Such system allows collaboration between the learners as well as collaborates with the learners in the case study solution process, which is carried out over the Web with the support of intelligent technology. The system guides, promotes and monitors the case discussion. In order to accomplish these functions, the system design is based both on a methodology to solve a case study and on the role of the case instructor in the traditional classroom. These design basics model the interactions between the learners and the system. In addition, the system's design also takes into consideration the problems in learning with the method.

À memória da minha avó, Elmira Silva.

Agradecimentos

Ao meu orientador, Prof. Ricardo Miranda Barcia que me permitiu iniciar este trabalho no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina e me proporcionou a oportunidade de ter a experiência de viver e realizar parte da minha pesquisa de doutorado fora do país.

Ao Prof. John A. Self, meu orientador no doutorado sanduíche, realizado na Computer Based Learning Unit, University of Leeds, Inglaterra, onde foi desenvolvido o cerne desta tese. Ele foi um orientador e colaborador que esteve sempre presente e a sua contribuição foi muito importante para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus pais José e Eliane, pelo seu apoio durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Marcello Thiry, pela sua permanente disponibilidade para a troca de idéias e para auxiliar na programação, que foram fundamentais para a conclusão bem sucedida desta tese.

À todos os membros da Computer Based Learning Unit que, durante o tempo em que estive na Inglaterra cursando o doutorado sanduíche, contribuíram para este trabalho de diferentes maneiras e em diversas etapas do desenvolvimento do mesmo. Em especial gostaria de agradecer à Patricia Tedesco pela sua amizade e por compartilhar comigo as preocupações do trabalho e da vida diária, os bons e maus momentos e as experiências de morar fora do país. À Pat Greenwood, que muito calorosa e gentilmente me recebeu na Computer Based Learning Unit e que mais tarde veio a se tornar uma grande amiga. Às pessoas da Computer Based Learning Unit que, ou colaboraram com a minha pesquisa, ou me ajudaram de alguma forma: Paul Brna, Andrew Cole, Prof. Roger Hartley, Vania Dimitrova, Eric Fehse, Cornelia Kneser, Tim Barker, Rosa Viccari, Lucia Giraffa, Catherine Beneth, Ah Lian Kor, Rukaini Haji Abdullah, Julian Thomas, Alexandre Martins e Daniela Romano. À todos os estudantes do Mestrado em Educação que foram voluntários para participar dos meus experimentos. Por fim gostaria de expressar meus agradecimentos à Irene Rudling e Rosa Hall.

À comunidade brasileira da Universidade de Leeds e aos amigos que muitas vezes fizeram eu me sentir em casa. Agradecimentos especiais à Paul Sadot (Tijolo) da Capoeira Norte Herança.

Ao Prof. Alejandro Martins Rodriguez pela sua ajuda, principalmente no início desta pesquisa.

Ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico que patrocinou esta pesquisa. Agradecimentos especiais ao apoio dado pelo Dr. Wilson Antônio Auerswald.

À CAPES que deu apoio a esta pesquisa através do PAPED – Programa de Apoio à Pesquisa em Educação a Distância.

Sumário

1 Introdução.....	1
1.1 Objetivo.....	1
1.2 Justificativa.....	3
1.2 Relevância.....	5
1.4 Estrutura.....	5
2 Aprendizagem Colaborativa a Distância.....	8
2.1 Definição de Ensino a Distância.....	8
2.2 A Evolução do Ensino a Distância.....	11
2.3 Ensino a Distância Baseado em Computador.....	13
2.4 Aprendizagem Colaborativa Apoiada por Computador.....	16
2.5 Inteligência Artificial na Educação.....	19
2.6 Conclusão.....	24
3 O Método de Ensino Baseado em Estudos de Casos.....	26
3.1 O Que é um Estudo de Caso?	26
3.2 Fundamentos Teóricos do Método de Casos.....	28
3.2.1 Cognição Situada.....	28
3.2.2 Aprendizagem em Domínios Mal Estruturados.....	29
3.2.3 Reflexão-em-Ação.....	29
3.2.4 Conhecimento Narrativo.....	30
3.2.5 O Papel do Grupo e das Interações Sociais no Aprendizado.....	31
3.2.6 Aprendizagem Colaborativa.....	31
3.2.7 Construtivismo e Zona de Desenvolvimento Proximal.....	32
3.2.8 Auto-Regulação.....	32
3.2.9 Aprendizagem Ativa.....	33
3.2.10 Outros.....	34
3.3 Objetivos do Método de Casos.....	34
3.4 Instrução Baseada em Casos.....	35

3.4.1 A Discussão do Caso.....	36
3.4.2 O Papel do Professor.....	38
3.4.3 Ferramentas do Professor.....	39
3.5 Problemas de Aprendizagem com o Método de Casos.....	40
3.6 O Método de Casos Aplicado à <i>World Wide Web</i>.....	42
3.7 Conclusão.....	43
4 Suporte à Atividade de Grupo no Ensino Baseado em Estudos de Casos a Distância.....	45
4.1 Abordagem Computacional para os Sete Passos.....	45
4.1.1 Os Sete Passos, Objetivos e Atividades.....	46
4.1.2 A Ferramenta do Professor: Fazer Perguntas.....	51
4.1.3 A Implementação dos Sete Passos.....	54
4.2 Aspectos Básicos do Design do Sistema.....	56
4.2.1 Desenvolvimento de Habilidades x Aquisição de Conhecimento...	56
4.2.2 Orientação da Discussão do Caso.....	56
4.2.3 Promoção e Monitoramento da Discussão do Caso.....	57
4.2.4 Aprendizagem Individual.....	57
4.2.5 Colaboração.....	58
4.2.6 Tempo.....	58
4.2.7 Participação.....	59
4.2.8 Problemas com o Método de Casos Considerados pelo <i>Design</i> do Sistema.....	59
4.3 Ensino a Distância Baseado em Casos.....	60
4.4 Ambiente e Ferramentas.....	61
4.5 Conclusão.....	62
5 Um Ambiente Inteligente para o Ensino Baseado em Estudos de Casos a Distância.....	63
5.1 Arquitetura do Sistema.....	63
5.1.1 Agentes Inteligentes.....	63
5.1.2 Definições de Agentes.....	64
5.1.3 Revisões sobre Agentes.....	73
5.1.4 A Arquitetura Baseada em Agentes do Sistema Desenvolvido.....	79

5.1.5 Agente de Interface.....	83
5.1.6 Agente de Informação.....	85
5.1.7 Agente de Aconselhamento.....	86
5.2 Componentes e Funções do Sistema.....	87
5.2.1 Base de Conhecimento do Domínio.....	87
5.2.2 <i>Parser</i> e Interpretador Semântico.....	90
5.2.3 Controlador da Violação de Restrições.....	90
5.2.4 Controlador do Caminho de Solução.....	91
5.2.5 Gerador de Intervenções.....	97
5.2.6 Base de Conhecimento da Abordagem dos Sete Passos.....	100
5.3 Interface.....	100
5.4 Conclusão.....	108
6 Validação do Modelo Teórico Proposto.....	109
6.1 Experimento 1.....	109
6.1.1 Objetivo.....	110
6.1.2 Modelo.....	110
6.1.3 Procedimento.....	111
6.1.4 Resultados.....	112
6.1.5 Conclusões.....	113
6.2 Experimento 2.....	113
6.2.1 Objetivo.....	114
6.2.2 Modelo.....	114
6.2.3 Procedimento.....	116
6.2.4 Resultados.....	117
6.2.5 Conclusões.....	123
6.3 Conclusão.....	125
7 Discussão e Trabalhos Futuros.....	126
7.1 Avaliação da Solução do Caso.....	127
7.2 Ensino baseado em Casos.....	129
7.3 Ferramentas de Representação.....	131
7.4 Sincronicidade e Não-sincronicidade no Ensino a Distância.....	135
7.5 Conclusão.....	137

8 Conclusões.....	138
Referências Bibliográficas.....	141
Apêndices.....	151
Apêndice A: Estudos de Caso na Engenharia de Produção.....	152
Apêndice B: Extratos do Diálogo e Árvores de Solução.....	157
Apêndice C: Estudo de Caso: <i>A Dilemma Case on “Animal Rights”</i>	168

Lista de Figuras

Figura 1.	Tipologia de agentes	75
Figura 2.	Arquitetura baseada em agentes.....	81
Figura 3.	Performativas KQML para conexão inicial entre os agentes e o facilitador.....	82
Figura 4.	Estrutura básica do agente de interface.....	84
Figura 5.	Agente de informação.....	86
Figura 6.	Representação gráfica da árvore de solução.....	98
Figura 7.	O ambiente colaborativo.....	101
Figura 8.	Formulários.....	101
Figura 9.	As funcionalidades da lista de participantes.....	103
Figura 10.	A janela do browser customizada.....	103
Figura 11.	Representação gráfica da solução.....	104
Figura 12.	Intervenção do sistema.....	104
Figura 13.	A ferramenta de <i>chat</i>	106
Figura 14.	Tela do ambiente colaborativo Habanero mostrando, do lado esquerdo acima a janela principal da <i>framework</i> e abaixo a janela do editor de texto e no lado direito acima a janela do <i>browser</i> e abaixo a janela do <i>chat</i>	115

Lista de Tabelas

Tabela 1.	A abordagem dos Sete Passos.....	51
Tabela 2.	Características desejáveis de agentes.....	69
Tabela 3.	Propriedades dos agentes.....	71
Tabela 4.	Sentenças em inglês de estudos de casos em Engenharia de Produção representadas com grafos conceituais.....	88
Tabela 5.	Um exemplo de uma restrição de estado ($\langle Cr, Cs \rangle$) de um estudo de caso no domínio de Engenharia de Produção.....	89
Tabela 6.	Um exemplo de mal entendido dos estudantes sobre as sentenças do estudo de caso modeladas como restrições na Tabela 5.....	91
Tabela 7.	Regras de produção para a geração da árvore que representa a solução do caso.....	93
Tabela 8.	Algoritmo para geração da representação da árvore de solução do caso.....	95
Tabela 9.	Exemplos de mal entendidos (M) dos estudantes seguidos pelas sentenças corretas (C) de um estudo de caso em Engenharia de Produção.....	99

1 Introdução

O suporte ao método de aprender através de estudos de caso no ensino a distância envolve habilitar a colaboração entre dois ou mais estudantes geograficamente dispersos em uma atividade de estudo de caso. Esta tese apresenta um sistema baseado na *World Wide Web* que dá suporte a atividade de grupo no ensino a distância através de estudos de caso. Tal sistema permite a colaboração entre os estudantes, como também colabora com estes no processo de solução do estudo de caso, que é realizado através da *World Wide Web*, com o apoio de tecnologia inteligente.

1.1 Objetivo

O modelo teórico proposto nesta tese tem o objetivo de apoiar a atividade de grupo na aprendizagem através de estudos de caso a distância. O *design* do sistema aborda as questões pedagógicas que surgem da aplicação do método a este tipo de mídia e tem como objetivo proporcionar as condições apropriadas para seu funcionamento. Como resultado, este modelo contempla o que Burt (1997) encara como questões fundamentais no *design* do ensino a distância: a mistura apropriada entre interação e outros atributos desejáveis, tais como a comunicação efetiva de um sistema coerente de idéias e o fomento de certos tipos de pensamento (por exemplo, relativo ao método de casos, a prática de habilidades de tomada de decisão ao invés da aquisição de conhecimento ou desenvolvimento do pensamento independente).

Para atingir o seu objetivo este trabalho é fundamentado na Inteligência Artificial (IA), fazendo uso de seu *rationale* e de suas técnicas, tanto na concepção do sistema computacional, como no seu *design* e implementação. Na medida em que aplica as técnicas de IA a um problema educacional o trabalho está colocado no campo da Inteligência Artificial na Educação (IA-ED). Assim sendo, esta tese apresenta um sistema baseado em computador para apoiar o aprendizado que, em relação aos tipos mais conhecidos de sistemas de aprendizagem baseados em computador, se insere na categoria dos ambientes de aprendizagem inteligentes. Como consequência, tal sistema

não apresenta a arquitetura tradicional dos Sistemas Tutores Inteligentes (STI) e conseqüentemente não tem exatamente os mesmos componentes de um STI: modelo do conhecimento do estudante, modelo do conhecimento pedagógico e modelo do conhecimento do domínio.

Esta tese também se insere na área de pesquisa da Aprendizagem Colaborativa Apoiada por Computador, na medida em que o método de casos intrinsecamente exige a aprendizagem colaborativa e/ou o trabalho colaborativo por parte dos estudantes. A princípio, a meta de pesquisa da área de Aprendizagem Colaborativa Apoiada por Computador é estabelecer se e sob que circunstâncias a aprendizagem colaborativa é mais efetiva do que a aprendizagem individual. Em anos mais recentes a área começou a ver o grupo como a unidade de análise e a focar as propriedades da interação mais emergente, socialmente construídas. Neste sentido, o paradigma da aprendizagem através de estudos de caso a distância, apresentado nesta tese, modela as interações entre os estudantes e o sistema. Conseqüentemente, o sistema apresentado pode ser chamado de um sistema de suporte à aprendizagem colaborativa.

O contexto para esta pesquisa é um curso a distância de Engenharia de Produção que inclui disciplinas que contêm problemas abertos sobre *design*, análise, seleção, planejamento e/ou situações de tomada de decisão empresariais. Normalmente, tais problemas são derivados da experiência, refletem as “preocupações do mundo real” de engenheiros e gerentes e são usados para treinar os estudantes para a prática profissional. Os estudos de caso, neste contexto, são usados para testar, além de um certo conjunto de habilidades como será detalhado no Capítulo 3, se os estudantes adquiriram conhecimento numa certa matéria ou domínio. Isto é, o trabalho com um estudo de caso geralmente demanda que os estudantes, para resolver um caso, dominem um grupo de assuntos que foram previamente estudados e apresentam uma situação que exige a aplicação do conhecimento incorporado por esses assuntos. Este é um dos objetivos de utilizar o método de casos no ensino. Sendo assim, com a intenção de demonstrar a estrutura teórica proposta, alguns estudos de casos na disciplina de Controle de Inventário e Administração de Materiais, que abordam a filosofia *Just-in-Time* e o Inventário de Materiais em Processo (Tersine, 1988), foram modelados para serem usados no sistema. Porém, o sistema é geral o bastante para ser aplicável a

qualquer disciplina onde o método de casos é utilizado – a saber, aquelas onde as habilidades de resolver problemas complexos e não estruturados são requeridas.

1.2 Justificativa

A motivação para esta pesquisa é dupla. Por um lado, ela vem de uma demanda que teve um crescimento nos últimos anos com o advento das novas tecnologias de comunicação baseadas em computador. Tais tecnologias representam um novo leque de possibilidades para o ensino a distância. As redes, as aplicações multimídia, a aprendizagem colaborativa baseada em computador e a aplicação da inteligência artificial em sistemas educacionais, para citar apenas algumas, são exemplos das oportunidades que a área da pedagogia pode explorar. O desenvolvimento de incontáveis aplicações educacionais baseadas na *World Wide Web* (Web) ou na Internet, assim como os cursos a distância, são uma demonstração desta realidade. Porém, deve-se ter em mente o fato que a “única” diferença entre ensino a distância e a educação tradicional é que a comunicação entre professor/aluno e aluno/professor é mediada. E, como conseqüência, questões como a qualidade da interação educacional e a necessidade de uma (re) conceitualização devem ser levados em conta no processo educacional (Garrison, 1993).

Burt (1997) define ensino a distância como ensino que acontece a distância. Além dessa definição, o autor mostra a importância de características como a comunicação em duas vias e a interação. Ele considera fundamental no *design* do ensino a distância a mistura apropriada entre interação e outros atributos desejáveis. Isto significa que os materiais do ensino a distância devem ser especialmente projetados para prover as qualidades características da interação presencial tradicional. Na mesma linha, Benyon et al. (1997), comentando sobre o *design* de sistemas educacionais baseados na Web, coloca que é preciso levar em conta as restrições apresentadas pela mesma, assim como as questões pedagógicas que surgem de seu uso. Particularmente, num contexto de Universidade Virtual (Barcia et al., 1997) a importância de tais assuntos é significativa.

Por outro lado, além de, e acompanhando esta recente demanda, percebe-se que o campo do ensino de engenharia ainda tem uma grande lacuna relativa à aplicação dos

métodos educacionais e pedagógicos usados na área às possibilidades oferecidas pelas novas tecnologias. No início deste trabalho, uma investigação foi realizada com o propósito de pesquisar os métodos educacionais e/ou atividades de aprendizado utilizadas na área da Engenharia de Produção. Tal investigação mostrou que existe uma variedade de sistemas baseados em computador que implementam atividades de aprendizado, tais como resolução de problemas ou simulações, que são empregados na área. Porém, não havia nenhum trabalho relevante que aplicasse o método de aprender com estudos de caso a um sistema baseado em computador ou no ensino a distância.

A aprendizagem através de estudos de caso é um método educacional bem estabelecido e que tem sido usado durante anos no ensino de engenharia, como também em muitos outros campos (por exemplo, administração, direito, medicina, etc.). As tentativas de aplicar este método a um ambiente baseado em computador feitas até então, principalmente nos últimos anos, não são representativas se comparadas ao uso do método na sala de aula tradicional. Além de tais tentativas serem algumas poucas, elas também não implementam as características principais do método. Em nossa opinião isto não é devido a restrições tecnológicas, mas à negligência dos princípios básicos de funcionamento da instrução baseada em casos.

Uma boa evidência para isto é a aprendizagem colaborativa apoiada por computador no método de casos aplicado à administração (um campo típico e tradicional de aplicação do método). De acordo com Oram (1996), apesar do fato de que o apoio computacional para a colaboração na área de administração ser bem estabelecido, o seu uso na educação de gerentes tem sido largamente ignorado. Em nossa opinião a atividade de estudo de caso pode ser suportada na Web com: (1) o uso de recursos de hipermídia textual ou gráfica para apresentar um estudo de caso e conduzir o estudante no uso do sistema; (2) o uso de ferramentas para realizar as discussões e atividades de grupo e (3) a combinação de atividades de estudo de caso tanto *on-line* como *off-line*, já que estas normalmente se desenvolvem durante um tempo mais longo do que outras atividades de aprendizagem. Como Oram (1996) também sugere, é essencial proporcionar aos estudantes um sistema que esteja apto a dar suporte às diferentes fases do processo de aprendizagem.

1.3 Relevância

A relevância deste trabalho está na aplicação do método educacional da aprendizagem através de estudos de caso à um cenário de aprendizagem de ensino a distância baseado na Web, onde os estudantes se comunicam entre si através de computadores conectados em rede.

J. H. Shulman (1992) afirma que o aprendizado através de estudos de casos preenche uma lacuna entre a teoria e a prática e representa um valioso procedimento para complementar a instrução tradicional, que é caracterizada como uma prescrição de princípios teóricos onde normalmente os estudantes não estão sujeitos a enfrentar a complexidade dos problemas reais. O método de casos enriquece as limitações do ensino tradicional e cria oportunidades para o estudante lidar com as ambigüidades do dia-a-dia da vida profissional. Consequentemente, o sistema apresentado nesta tese adapta um método educacional da sala de aula tradicional a uma situação de ensino a distância, fazendo uso de algumas das possibilidades oferecidas pelas tecnologias de comunicação baseadas em computador, e proporcionando aos professores e estudantes distantes a oportunidade de trabalhar com o método.

Em relação à IA-ED, é importante observar que as características das atividades de estudos de caso levaram à sua relativa negligência na pesquisa na área. Os projetos que buscaram adaptar esta pesquisa para a Web (Brusilovsky et al., 1996) tipicamente enfocam a monitoração da resolução de problemas, ao invés das atividades de estudo de caso. Sendo assim, com respeito à originalidade, este trabalho constitui uma nova abordagem na área.

1.4 Estrutura

Esta tese está dividida em oito capítulos. O Capítulo 2 apresenta nossa estrutura de referência, isto é, as questões que representam a problemática da tese e na qual são colocadas as perguntas de pesquisa que guiaram este trabalho. Lá se apresenta a idéia de ensino a distância colaborativo. Para isto, primeiro definimos ensino a distância no

sentido de esclarecer o que nós queremos dizer por aprender a distância, dado o uso do termo com variados significados. Em seguida, a evolução do ensino a distância é descrita e a aprendizagem colaborativa apoiada por computador é apresentada com detalhes. Além disso, mostramos a relação da aprendizagem colaborativa apoiada por computador com o advento das novas tecnologias de comunicação e informação que, quando usadas como a mídia para o ensino a distância, originam a necessidade de se ter técnicas de IA aplicadas para superar as suas limitações.

O Capítulo 3 situa o contexto de pesquisa para esta tese, apresentando o método educacional de aprendizagem com estudos de casos como aplicado na sala de aula tradicional, incluindo a definição do que é um estudo de caso e os aspectos teóricos que constituem a base para o método. A seguir, os objetivos do método de casos são colocados e a operação do método na sala de aula é descrita, baseada no modelo da escola de administração. Coloca-se também os problemas com o método e o capítulo termina com uma descrição das tentativas realizadas, até o presente, de implementar o método em um ambiente de aprendizagem baseado nas tecnologias de computadores em rede.

No Capítulo 4 apresenta-se a teoria e o *design* desenvolvido para a aplicação do método de casos à um sistema baseado na Web, que dá suporte à atividade de grupo no ensino através de estudos de caso a distância. A seguir, a abordagem dos Sete Passos, que é uma metodologia para resolver o estudo de caso, e na qual o *design* do sistema é baseado, é detalhada a partir de um ponto de vista de computacional. O capítulo inclui ainda uma explicação sobre as premissas que dão as bases para a concepção do sistema desenvolvido, além de descrever como uma sessão com o sistema num cenário de ensino a distância acontece.

O Capítulo 5 explica e ilustra a implementação do sistema, a qual objetiva realizar o que foi conceitualizado no capítulo anterior em termos da funcionalidade do sistema. Além dos detalhes técnicos computacionais, são apresentadas as técnicas de IA empregadas, a arquitetura baseada em agentes e o raciocínio do sistema. Por fim, a interface do sistema é apresentada e as diferentes funções do sistema são demonstradas.

No Capítulo 6 apresenta-se a validação do modelo teórico de aprendizagem através de estudos de caso a distância de acordo com a abordagem dos Sete Passos que foi

proposto. O capítulo inclui a descrição de dois experimentos realizados em fases diferentes do desenvolvimento da tese, com o objetivo de observar como o processo da discussão de um caso acontece em um tipo diferente de mídia e de ambiente (em relação à sala de aula tradicional). Baseado nos resultados destes estudos empíricos nós ratificamos alguns aspectos do *design* do sistema e fizemos algumas recomendações que dizem respeito a outros aspectos.

O Capítulo 7 discute alguns pontos relevantes desta tese e mostra os possíveis desenvolvimentos deste trabalho. Primeiramente, mostra-se como o sistema fornece informações para o professor que trabalha com casos fazer a avaliação da solução do estudo de caso e dá-se uma idéia de como esta avaliação poderia ser feita pelo sistema, apenas acrescentando algumas outras funcionalidades à versão atual. A seguir, situa-se este trabalho em relação à área da IA de Raciocínio Baseado em Casos, explicando como o sistema poderia ser estendido para incorporar esta técnica e recuperar um estudo de caso de acordo com os objetivos de ensino/aprendizado. Em seguida, a ferramenta de representação, isto é, a representação gráfica da solução em forma de árvore incluída na interface com o usuário é discutida e a maneira de testar a efetividade e eficiência deste recurso é apresentada como trabalho futuro. Finalmente, considera-se a questão da sincronidade e não-sincronidade no ensino a distância. Dado que a aprendizagem com estudos de casos a distância demanda, em alguns pontos, atividades síncronas, em oposição aos requisitos do ensino a distância que tem como mídia a Internet ou a Web, que tipicamente enfatiza a não-sincronidade, apresentamos nosso ponto de vista relativo a este aspecto. Além disso, aponta-se uma direção no qual esta pesquisa pode ser conduzida para lidar com esta reivindicação.

Finalmente, o Capítulo 8 apresenta as conclusões.

2 Aprendizagem Colaborativa a Distância

O presente capítulo descreve as questões que representam a problemática desta tese e as perguntas de pesquisa que guiaram este trabalho. Primeiro apresenta-se a definição de ensino a distância e também uma breve revisão das visões dos diferentes autores sobre o seu conceito. O objetivo desta revisão é “adotar” uma definição e deixar claro o que se quer dizer por ensino a distância. A seguir, a evolução desta modalidade de educação é explicada, enfocando seus mais recentes desenvolvimentos, ou seja, as novas tecnologias disponíveis e particularmente o ensino a distância baseado em computador. Em seguida, apresenta-se a aprendizagem colaborativa apoiada por computador como uma questão principal em sistemas de ensino a distância. Finalmente, comentamos sobre a área de Inteligência Artificial na Educação apresentando uma visão sintética da evolução da pesquisa neste domínio e o papel variável que a Inteligência Artificial teve nos sistemas de ensino ao longo dessa evolução. Para tal os problemas educacionais que são abordados no campo da Inteligência Artificial na Educação, como parte da Inteligência Artificial aplicada, são apresentados. Como resultado, a aplicação mais típica e mais tradicional da área de Inteligência Artificial na Educação, os Sistemas Tutores Inteligentes, é brevemente descrita. Finalmente mostramos as tendências de direcionamento prováveis que esta área de pesquisa venha tomar nos próximos anos. A presente tese é um exemplo de um sistema de Inteligência Artificial na Educação que está em consonância com essas mais recentes tendências.

2.1 Definição de Ensino a Distância

De acordo com Keegan (1991), até 1990 havia uma confusão enorme sobre a definição de ensino a distância. Termos como “aprendizagem flexível”, “tecnologia educacional” ou “educação a distância”, assim como o uso da mídia em escolas e universidades, eram frequentemente misturados pelos autores desta área. Além disso, tais autores nem mesmo deixavam claro se conceitos tais como treinamento baseado em computador eram incluídos ou excluídos pelo conceito deles de educação a distância.

Outra dimensão deste problema são as diferentes designações do termo educação a distância que Peters (1991) apresenta, considerando as diversas acepções deste, segundo o enfoque dado ou até mesmo a língua em que é definido ou utilizado. Por exemplo, o termo alemão *fernunterricht*, que se traduz por **instrução a distância**, caracteriza o fenômeno, apontando uma diferença notável desta para a educação tradicional: a separação entre o professor e o estudante. Nesse sentido, o termo *fern* se mostra adequado e também é aplicado ao ensino superior (*fernstudium*, que se traduz por **ensino a distância no ensino superior**), na medida em que ficou possível estudar em uma universidade sem assistir aulas.

O **ensino por correspondência** por sua vez é um termo que caracteriza a carta como a mídia de comunicação. O conceito subjacente é que o professor e o estudante enviam cartas ao invés de falar um ao outro. A associação mais importante desta designação é que o professor instrui escrevendo e o estudante aprende lendo.

Quanto ao termo **aprendizagem aberta**, quando é usado para designar a educação a distância, este enfatiza a “abertura” do processo de ensino/aprendizagem ao invés da “proximidade” da escola tradicional. Este conceito ressalta que o acesso a este tipo de aprendizagem é mais fácil, na medida em que é permitido aos estudantes operarem com um certo grau de autonomia e autodirecionamento. Isto não se refere apenas ao lugar, tempo, duração e circunstâncias da aprendizagem, mas em alguns casos também ao currículo, o qual os estudantes podem selecionar a partir de currículos pré-planejados ou até mesmo a partir de currículos desenvolvidos por eles mesmos.

O **estudo em casa** se refere ao fato que o ensino e o aprendizado neste caso não acontece mais na sala de aula mas sim em casa. Contrastando com a (não sempre agradável) experiência nas escolas ou nas universidades que envolve a publicidade, a necessidade de lidar com muitas pessoas (desconhecidas ou não muito conhecidas), as salas sem conforto ou impessoais, etc., o sentimento agradável de estar em casa - o isolamento, a familiaridade, etc. - é enfatizado.

O termo **auto-estudo guiado** reforça o auto-estudo e também o qualifica por “guiado”. Ele minimiza a diferença entre a educação a distância e o ensino/aprendizagem numa universidade, se referindo a um elemento de alto valor do ensino superior avançado: produzir estudiosos que trabalham independentemente e, principalmente, por eles

mesmos. Como exemplo pode-se tomar a maior parte do trabalho de pós-graduação que é feito deste modo, com ajuda apenas ocasional do orientador. Este termo então associa à educação a distância este tipo particular de trabalho.

A palavra russa “distância” faz com que a tradução do termo usado nessa língua seja **educação sem contato presencial**. Sendo assim, o termo distingue a educação a distância do ensino convencional enfatizando a falta de contato direto e, conseqüentemente, colocando esta questão como uma deficiência severa.

Finalmente, **o estudo sem deixar a produção**, termo oriundo dos países soviéticos, considera como a característica mais importante da educação a distância a possibilidade dos estudantes poderem estudar sem descontinuar o seu trabalho.

Moore e Kearsley (1996), por sua vez, definem educação de distância como se segue:

“A educação a distância é a aprendizagem planejada que normalmente ocorre em um lugar diferente do ensino e como resultado requer técnicas especiais de *design* de curso, técnicas instrucionais especiais, métodos especiais de comunicação através de tecnologia eletrônica e outras, como também arranjos organizacionais e administrativos especiais.” (Moore & Kearsley, 1996, pág. 2)

Moore (1997) também coloca que há muita confusão sobre a terminologia em educação a distância e nenhuma unanimidade com respeito ao significado do termo. Argumentando por um termo comum, o autor enfatiza que o termo “ensino a distância” sugere ações de uma única pessoa, ou seja, sugere que as ações do estudante são independentes das ações dos professores. Ele ressalta que os chamados programas de “ensino a distância” são tanto um programa de ensino como também um programa de aprendizagem. Sendo assim, estes estariam mais corretamente denominados se chamados de educação a distância.

As definições de educação de distância podem ser colocadas de maneiras diferente mas existe um entendimento e consenso geral sobre seu conceito. Ensino a distância é, em primeiro lugar, um processo educacional onde o ensino é conduzido por alguém - e gostaríamos de acrescentar que entendemos que um programa de computador pode ser caracterizado como “alguém” na medida em que este implementa as idéias de um professor ou instrutor - que está separado do estudante em espaço ou tempo (Collis,

1995). Sendo assim, este processo tem duas variáveis: espaço e tempo. Como tal ele depende das diferentes graduações que estas variáveis podem assumir para caracterizar todos as variações deste tipo de processo. Quer dizer, ao longo dos eixos que definem tempo e espaço, pode-se acomodar as muitas variações do modelo de ensino a distância.

Na presente tese adota-se a definição de Moore e Kearsley (1996), e leva-se em consideração as observações de Moore (1997) relativas à educação a distância, embora nos refiramos a esta como **ensino a distância**. Quer dizer, embora se utilize o termo ensino a distância, o que se quer dizer é justamente o conceito de educação a distância destes autores. Com respeito às variáveis tempo e espaço, que definem as muitas variações do ensino a distância, os usuários/estudantes em potencial para o tipo de aplicação de ensino a distância descrito nesta tese estarão, mais provavelmente, geograficamente dispersos. Com respeito ao tempo, o sistema desenvolvido dá suporte à aprendizagem colaborativa e conseqüentemente demanda trabalho de grupo colaborativo, *on-line*. Como resultado, o uso do sistema exige sincronicidade nas atividades de aprendizagem ou em outras palavras ele restringe os estudantes, num certo grau, em termos de tempo, já que eles terão que trabalhar juntos em alguns momentos específicos. Por outro lado, acredita-se que nosso modelo atende em parte o que é a grande reivindicação do ensino a distância, pelo menos no que diz respeito à sistemas de ensino de distância baseados na *World Wide Web* (Web), ou seja, permite a não-sincronicidade, já que o modelo educacional proposto também requer uma grande parcela de aprendizagem individual. Isto é, os estudantes podem tirar proveito de trabalhar no seu próprio ritmo e podem usar o seu tempo como eles desejarem.

2.2 A Evolução do Ensino a Distância

Especialmente durante os últimos anos, o ensino a distância tem feito uso das novas tecnologias de comunicação e informação, aumentando a eficiência e aplicabilidade desta conhecida modalidade de ensino/aprendizagem. Porém, o ensino a distância não é novo. De acordo com Keegan (1991), por volta de 1990 o ensino a distância esteve em existência durante uns 150 anos. E sobreviverá, indubitavelmente, pelo menos por outros 150 anos, prediz o autor.

Historicamente, a evolução do ensino a distância foi caracterizada pelo uso das diferentes mídias (Nipper, 1989). Esta evolução começou com um modelo de primeira geração, também chamado ensino por correspondência, onde o material impresso ou escrito era a mídia. Ao final do século dezenove as novas técnicas de impressão e o sistema ferroviário impulsionaram esta modalidade de educação em termos de eficiência qualitativa, na medida em que tornou possível tanto a produção de materiais em quantidades maiores como a distribuição destes para um grupo geograficamente disperso de estudantes. Entretanto, neste modelo de primeira geração a interatividade não é possível. O processo de realimentação entre o estudante e professor, e vice-versa, é caracteristicamente lento, escasso e restrito à submissão de tarefas agendadas. Não existe também nenhuma interação entre os estudantes.

Em uma fase mais recente, um modelo de segunda geração, chamado ensino a distância multimídia, foi desenvolvido nos anos sessenta. Este integrava o uso de mídias como a radiodifusão, fitas cassete, e até mesmo os computadores, sendo que em menor escala. O processo de realimentação neste modelo é ainda semelhante ao do modelo de primeira geração, mas também inclui o telefone e os contatos presenciais.

O advento das novas tecnologias de comunicação e informação originou o modelo de ensino a distância de terceira geração, no qual a prioridade é dada à interatividade do processo. Nos modelos de primeira e segunda geração, o objetivo era a produção e distribuição de materiais de ensino e aprendizado para os estudantes. A falta de interatividade das mídias estabelecia os limites para se dar um *feedback* aos estudantes, para não falar sobre as comunicações entre os estudantes, que eram mais ou menos não existentes. Deste modo, estes modelos restringiam o processo de ensino/aprendizagem. O modelo de terceira geração permite o tipo de participação interativa que só existiu anteriormente em uma sala de aula tradicional.

Não obstante, o termo interatividade pode ter muitas interpretações, como também pode significar coisas diferentes, dependendo de qual a tecnologia usada. Algumas tecnologias permitem a comunicação simultânea ou em tempo-real (síncrona), outras permitem que a comunicação seja armazenada e acessada quando o professor ou o estudante está disponível (assíncrona). Algumas tecnologias são uma mídia de comunicação de uma só via e outras são de duas vias. Algumas são permanentes

enquanto outras são passageiras. Todas estas características da tecnologia têm um determinado impacto na interatividade (Bates, 1995).

2.3 Ensino a Distância Baseado em Computador

Os mais recentes desenvolvimentos das tecnologias de informação, em hardware, software e telecomunicações, aumentaram o papel potencial da tecnologia no ensino a distância. Hoje em dia os professores e educadores podem empregar uma diversidade de mídias que tornam possível todos os tipos de variações de modelos e estilos de ensino a distância. A **áudio-conferência**, a **conferência áudio-gráfica**, a **videoconferência**, a **conferência por computador** e o **ensino baseado em computador** representam a maioria dessas tecnologias. Ao invés de dar uma visão panorâmica de todas as possibilidades tecnológicas disponíveis, o que está fora do âmbito do presente trabalho, estas serão apresentadas brevemente e a seguir focar-se-á as comunicações mediadas por computador.

A **áudio-conferência** é a forma mais comum e menos cara de teleconferência, oferecendo a vantagem da interatividade ao vivo, a um relativo baixo custo. A transmissão de sinais auditivos é tipicamente realizada pelo uso de linhas de telefone regulares.

A **conferência áudio-gráfica** combina as tecnologias para comunicação de voz (linhas de telefone) com aquelas que permitem transmissão de imagens ou dados. Os periféricos que fornecem o componente visual incluem a máquina de fac-símile (fax), o quadro-negro eletrônico, a tecnologia de vídeo e o computador pessoal (Willis, 1993). É interessante observar que no Brasil o dispositivo mais usado para o componente visual é uma transmissão de televisão via satélite ao vivo, e esta modalidade é denominada **teleconferência**.

A **videoconferência** pode ser transmitida por satélite ou cabo, ou pode ser realizada por meio de vídeo e áudio comprimido. Esta é considerada a mídia que proporciona a maior semelhança com a sala de aula tradicional, já que esta permite o ensino a distância síncrono, altamente interativo (Moore, 1996).

A **conferência por computador** permite que os professores e estudantes interajam através de uma rede de computadores (por exemplo, a Internet). Eles podem enviar mensagens uns aos outros por *e-mail*, como também transferir arquivos de dados. Enquanto uma conferência por computador pode acontecer ao vivo, sincronamente, a maior parte das interações é distribuída ao longo do tempo, assincronamente. Além disso, ela também pode ser uma ferramenta poderosa para a cooperação e para a aprendizagem colaborativa.

A **aprendizagem baseada em computador** se refere à quando o estudante usa um computador pessoal para acessar os materiais instrucionais que estão armazenados num computador. As mais recentes formas de instrução baseada em computador atualmente utilizam ou o CD-ROM ou a Web para apresentar aos estudantes materiais de ensino multimídia. No caso da Web, o computador é a plataforma para acessar, processar e transmitir os dados a distância, entre computadores, pela Internet.

A Internet junto com a Web é uma das tecnologias mais promissoras para o ensino a distância. O crescimento fenomenal da Internet durante os últimos anos, junto com o desenvolvimento de várias aplicações multimídia, apresenta uma grande variedade de oportunidades para os educadores. Há um interesse crescente nesta tecnologia para a sala de aula, especialmente porque a simples instalação de servidores e linhas de telefone permite que as escolas se tornem *sites* da Internet (Sherry & Morse, 1995). Hoje em dia os computadores pessoais e as estações de trabalho estão espalhados no mundo inteiro em escritórios e laboratórios de universidades. Professores, estudantes e até mesmo pessoal administrativo têm acesso a uma grande variedade de serviços suportados por computador, inclusive acesso à Internet. O baixo custo relativo se aliou à capacidade de alcançar uma vasta audiência geograficamente dispersa criando uma vantagem comparativa desta tecnologia em relação às outras mídias. A inclusão de computadores nas escolas e universidades está ficando mais atraente desde que o hardware e o software alcançaram um nível tal que uma apresentação hipermídia de conteúdo não trivial se tornou possível até para a maioria dos leigos. Além disso, as ferramentas da Internet como *e-mail*, *chat* e *bulletin boards* podem proporcionar as características necessárias para as diferentes necessidades em termos educacionais.

A Web é um sistema de informação distribuído baseado em hipermídia que roda na Internet. A hipermídia é uma abordagem para o gerenciamento da informação onde os dados ou a informação é estruturada como uma rede associativa de nós e *links* que os relacionam. Isto livra os autores da estrutura seqüencial linear que domina a maioria dos documentos impressos. Em um documento de hipermídia, se você quer mais informações sobre um assunto em especial, você normalmente pode apenas “clique sobre ele” para ler detalhes adicionais. Os nós desta rede podem então conter texto, gráficos, áudio, vídeo assim como código fonte ou outras formas de dados. A hipermídia por sua vez é um hipertexto com os recursos de multimídia (Bieber et al., 1997).

A Web pode ser usada suportar e melhorar o ensino em cursos a distância. Ela proporciona acesso simples à informação em uma escala global. Ela constitui um mecanismo de distribuição de materiais, permitindo aos estudantes fazer um curso estando em qualquer lugar do mundo. Ela representa uma nova tecnologia de ensino poderosa devido a seu potencial de integrar todos os recursos de hipermídia em um único ambiente de aprendizagem. Porém, para tirar proveito das possibilidades que esta tecnologia provê, as teorias de aprendizagem devem ser desenvolvidas e incorporadas no *design* da aprendizagem baseada em computador. Nesse sentido, as teorias de aprendizagem modernas enfatizam a importância do contexto e da colaboração quando integram as tecnologias na aprendizagem em diferentes níveis. Conseqüentemente, o *design* de um sistema de ensino de distância baseado na Web precisa levar em conta as restrições apresentadas pela Web assim como as questões pedagógicas que surgem de seu uso (Benyon et al., 1997).

De muitas maneiras o ensino a distância é o paradigma para a aprendizagem baseada em computador. No ensino a distância é necessário que os recursos representem o papel do professor ausente. É essencial determinar, conseqüentemente, como se pode acomodar todos os diferentes estilos e atividades de aprendizagem que são necessários dentro de um software computacional. É preciso também considerar como a avaliação e o *feedback* podem ser empregados para especializar e adaptar o que o computador apresenta, de forma a se adequar ao estudante individual. É necessário amenizar o isolamento social do estudante, encontrando modos para ajudá-lo a se sentir parte de uma autêntica comunidade de aprendizagem.

Neste contexto, um aspecto importante do suporte ao ensino a distância deve ser a possibilidade de contatar um facilitador ou tutor, e de se comunicar com os outros participantes de um curso, de forma que exista a oportunidade para o debate entre eles. Isto está relacionado às questões de participação autêntica nas atividades intelectuais que requerem as habilidades intelectuais que nós esperamos que os estudantes adquiram. Qualquer que sejam os mecanismos de efetiva colaboração, os estudantes, que estão socialmente isolados em do outro devem ter a chance para experimentar trabalhar como um grupo para produzir um produto coletivo. No mínimo, as habilidades sociais que são necessárias para fazer isto são qualidades altamente desejáveis que a mão-de-obra possua.

2.4 Aprendizagem Colaborativa Apoiada por Computador

Diante do que foi exposto na seção anterior, verifica-se que a aprendizagem colaborativa apoiada por computador (*CSCL - Computer Supported Collaborative Learning*) é uma questão importante nos sistemas de ensino a distância atuais. Isto é devido à possibilidade apresentada pela Internet para reunir estudantes geograficamente dispersos e conectados por computadores em rede trabalhando como um grupo. Como consequência, há uma proliferação de sistemas educacionais baseados em computador que reivindicam ser colaborativos.

Porém, antes de comentar a respeito da aprendizagem colaborativa apoiada por computador, é interessante colocar suas características e sua importância como um método de aprendizagem por si só, ou seja, tornar claro o que se quer dizer por aprendizagem colaborativa.

Roschelle e Teasley (1995) afirmam que o trabalho colaborativo entre estudantes proporciona um ambiente particularmente rico para aprender. O contexto social mantém a motivação dos estudantes e naturalmente estimula a comunicação verbal. A fim de enfatizar este aspecto, os autores mencionam vários teóricos proeminentes (entre eles

Piaget, 1932 e Vygotsky, 1978), que tem argumentado que aprender é fundamentalmente uma atividade social.

Buscando analisar o processo de colaboração, Roschelle e Teasley (1995) primeiramente definem o que eles se referem como colaboração: “uma atividade síncrona coordenada que é o resultado de uma tentativa continuada de construir e manter uma concepção compartilhada de um problema”. Esta definição tem uma grande aceitação e foi amplamente usada durante vários anos pela comunidade de pesquisa no campo da aprendizagem colaborativa apoiada por computador. A principal virtude desta definição é sua capacidade de distinguir precisamente colaboração de cooperação - que é a situação onde há simplesmente uma divisão do trabalho a ser feito entre o grupo, e cada participante quase não interfere com a parte do outro - quando ambos os termos são muitas vezes usados como sinônimos.

Entretanto, de acordo com Dillenbourg (1999) não existe um consenso no que diz respeito ao que é rotulado como aprendizagem colaborativa. Tanto na área de pesquisa continuada quanto nas práticas de aprendizagem colaborativa existe um uso generalizado do termo. Em função disso, é difícil falar sobre os efeitos cognitivos de uma situação colaborativa, como por exemplo a aprendizagem, se qualquer situação pode ser chamada de colaborativa. Além disso, existe uma variedade de abordagens para a definição de aprendizagem colaborativa. A mais ampla é “uma situação na qual duas ou mais pessoas aprendem ou tentam aprender algo juntas”. Mesmo assim, esta definição é insatisfatória, uma vez que seus elementos (**duas ou mais**, **aprender algo** e **juntas**) podem ser interpretados de modos diferentes. **Duas ou mais** pode ser interpretado como um par, um grupo pequeno (de três a cinco pessoas), uma classe (de vinte a trinta estudantes), ou até mesmo uma comunidade, uma sociedade e todos os níveis intermediários. **Aprender algo** pode ser interpretado como seguir um curso, estudar os materiais de um curso, executar atividades de aprendizado tais como resolução de problemas, etc. **Juntas** pode ser interpretado como formas diferentes de interação: presencial ou mediada por computador, síncrona ou não, freqüente no tempo ou não, se é um esforço verdadeiramente em comum ou se o trabalho é dividido de um modo sistemático, etc. Assim, os três elementos acima definem o espaço do que é encontrado sob o rótulo de aprendizagem colaborativa: pares que aprendem através da

resolução de problemas síncrona e intensivamente durante uma ou duas horas, grupo de estudantes que usam o correio eletrônico durante um curso de um ano, etc.

Dillenbourg (1999) afirma que esta generalização afeta até mesmo as teorias subjacentes. Por exemplo, isto é ilustrado pelo aparecimento de teorias de cognição distribuída nas quais o grupo é visto como um sistema cognitivo e os processos de grupo são descritos com os termos que a ciência cognitiva usa para descrever a cognição individual (memória, propagação de estados de representação, etc.). É importante notar que na área de pesquisa de aprendizagem colaborativa apoiada por computador a memória de grupo frequentemente é reduzida a uma memória de trabalho, que inclui uma representação persistente do estado do problema mediada por algum artefato (por exemplo, um espaço de trabalho visual compartilhado) e uma memória de interação (por exemplo a história das últimas n interações).

A pesquisa em aprendizagem colaborativa apoiada por computador tradicionalmente tem se preocupado com algumas das situações neste espaço. Com respeito à escala (tamanho do grupo e variação de tempo), ela se refere a uma escala pequena, isto é dois a cinco participantes que colaboram durante cerca de uma hora. Com respeito à aprendizagem ela inclui qualquer atividade colaborativa, entre as quais a mais característica é a resolução de problemas em grupo, onde é esperado que a aprendizagem ocorra como um efeito colateral da resolução de problemas, medida pela elicitação do novo conhecimento ou pela melhora de desempenho na resolução do problema. Finalmente, com respeito à própria colaboração, a definição de Roschelle e Teasley (1995) colocada acima caracteriza corretamente o tipo de processos de aprendizagem, exceto pelo fato de que ela não inclui a situação denominada como colaborativa - os participantes estão mais ou menos no mesmo nível e podem executar as mesmas ações, eles têm uma meta comum e trabalham juntos (Dillenbourg, 1999).

Mais recentemente, estudos empíricos começaram a focar menos o estabelecimento de parâmetros para colaboração efetiva e mais a tentativa de entender o papel que tais variáveis representam na mediação da interação. Esta mudança para um enfoque mais orientado ao processo requer ferramentas novas para analisar e modelar as interações (Dillenbourg et al., 1996). Nesse sentido um dos papéis da Inteligência Artificial (IA)

pode ser de apoiar as interações entre os estudantes. Este é o contexto para o presente trabalho.

2.5 Inteligência Artificial na Educação

De acordo com Self (1995) o campo de Inteligência Artificial na Educação (IA-ED) consiste na aplicação de técnicas da IA à problemas educacionais. Os sistemas de IA-ED são freqüentemente chamados de sistemas de apoio à aprendizagem baseados em computador (apesar disto poder não parecer óbvio à primeira vista) dado que os princípios de *design* desses sistemas serão derivados e principalmente expressados na linguagem da IA. É importante enfatizar que um sistema de IA-ED é um sistema de ensino baseado em computador que tem algum grau de tomada de decisão autônoma com respeito à sua interação com os usuários. Este processo de tomada de decisão é executado necessariamente *on-line*, durante a interação do sistema com os usuários. Para tal, o sistema necessita ter acesso a vários tipos de conhecimento e processos de raciocínio de forma a habilitar tais decisões a serem tomadas. Assim, a IA-ED é parte da IA aplicada. Ela constitui um campo interessante de pesquisa por causa de seu constante inter-relacionamento de idéias e é importante por causa da sua contribuição em potencial para o objetivo social de melhorar a qualidade da aprendizagem. As fontes para IA-ED vêm de diversas áreas: principalmente da ciência da computação, da psicologia e da pesquisa em educação, mas também dos muitos campos que são os tópicos dos sistemas de IA-ED.

Self (1995) também observa que uma revisão da IA-ED é hoje em dia bastante difícil, já que o campo se expandiu em muitas direções. O autor coloca que desde o panorama mostrado por Wenger (1987), nenhuma revisão geral da IA-ED foi publicada. Ao invés disso, muitos livros se concentraram em partes específicas do campo.

Em uma tentativa de inspecionar os problemas educacionais que são abordados na área de IA-ED, Self (1995) discute as perguntas colocadas abaixo:

- Qual é a natureza do conhecimento?

A maioria dos sistemas IA-ED objetiva auxiliar os estudantes a adquirir conhecimento em algum campo. Isto é feito de acordo com uma variedade de filosofias de conhecimento.

O **objetivismo** implica que a representação da IA descreve e ajuda os estudantes a adquirirem conhecimento sobre o mundo, que é estruturado em termos de entidades, propriedades e relações, e o sobre as quais se pode raciocinar através da manipulação de símbolos abstratos que representam a realidade.

O **construtivismo**, que contrasta com o objetivismo, defende que o significado é imposto no mundo por nós em lugar de existir no mundo independente de nós. Um sistema de IA-ED com uma abordagem construtivista não conteria *a priori* um conhecimento correto, mas tentaria descobrir-lo em um empreendimento conjunto com o estudante.

O **situacionismo** enfatiza que o conhecimento não existe na memória mas emerge da interação com o ambiente. Os situacionistas argumentam que as representações são criadas no curso de atividade, mas não são elas mesmas o conhecimento, sendo este a capacidade de interagir.

O **conexionismo** é a visão de conhecimento que o representa nos pesos e conexões entre um grande número de nós modelados nas redes neuronais.

- Como o conhecimento pode ser aprendido?

O fato de não existir um mapeamento inequívoco entre as filosofias de conhecimento e as filosofias de aprendizagem é uma das dificuldades da pesquisa em IA-ED. Em geral, o *design* de sistema de IA-ED reflete uma visão bastante eclética sobre a natureza de aprendizagem, a despeito das visões sobre a natureza do conhecimento.

Os **sistemas de ensino dirigidos por falhas** são baseados na suposição de que a ocorrência de fracassos provê a oportunidade para a aprendizagem.

A **aprendizagem baseada em casos** envolve a idéia de que os estudantes aprendem a partir de histórias (casos) apresentados no momento exato em que estes necessitam da informação trazida por esta estória.

A **aprendizagem através da experimentação** é um ambiente de resolução de problemas no qual os estudantes executam experiências e são guiados pelo sistema para interpretá-los.

A **aprendizagem através do diálogo** advoga que existe uma necessidade de se engajar o estudante num diálogo a fim de se esclarecer as concepções errôneas fundamentais que derivam de, por exemplo, os estudantes interagirem com um sistema com o objetivo de alcançar um efeito de curto prazo, sem abordar as crenças e concepções equivocadas, que por sua vez permanecerão no longo prazo.

A **aprendizagem como uma atividade social** propõe que a ênfase do *design* de um sistema deve ser o contexto social e físico no qual ele vai ser usado.

- Os sistemas devem instruir, ensinar, guiar ou treinar os estudantes?

A visão de que a especialidade do professor pode ser embutida em um sistema de IA-ED é bastante ingênua, na medida em que a natureza desta não é conhecida clara e suficientemente, e também porque os *designers* de sistemas IA-ED geralmente não são eles mesmos os especialistas ou não têm acesso à essa especialidade. Além disso, o componente pedagógico tem sido considerado de menos importância do que, digamos, as representações do conhecimento do domínio. Vários estilos pedagógicos são adotados nos sistemas IA-ED e uma questão que vale a pena notar é que a velha distinção entre teorias de aprendizagem como sendo descritivas e teorias de instrução como sendo prescritivas é rejeitada pela pesquisa em IA-ED. A vasta maioria dos sistemas é uma investigação de um estilo aplicada à um tópico específico, e não uma cobertura inclusiva ou de uma parte significativa do currículo ou de uma gama de estilos pedagógicos. Em tais sistemas, o equilíbrio entre “guiar”, “dizer o que fazer” ou “deixar” o estudante, e conseqüentemente toda a questão do equilíbrio do controle entre o estudante e o sistema é um debate contínuo.

- Como as novas tecnologias devem ser usadas em educação?

A despeito de considerações filosóficas, psicológicas, ou qualquer outro tipo de consideração acadêmica, as novas tecnologias têm sido crescentemente aplicadas à educação. A IA tem uma relevância em potencial para as novas tecnologias no sentido de que suas técnicas podem ser adotadas para superar as limitações em proporcionar o que as novas tecnologias prometem. As várias tendências apontam, para citar apenas algumas, para o uso de interfaces multimídia que requerem modelos não apenas para as próprias mídias mas do usuário, da tarefa e do discurso; a efetividade da realidade virtual que depende fundamentalmente da relação entre a experiência de aprender, a experiência social e a experiência perceptiva, que por sua vez mostra a necessidade de incluir outros estudantes e outros agentes inteligentes no ambiente; a demanda por ambientes de aprendizagem colaborativos baseados em computador no ambiente de trabalho pode ser suprida adaptando os ambientes de prática supervisionada desenvolvidos originalmente para a aprendizagem individual.

- Quais são as medidas de efetividade?

A pesquisa em IA-ED, como um campo de aplicação de IA, e comparado às outras áreas, tem uma demanda muito alta por avaliação. Dois tipos de avaliação podem ser distinguidos: o de sistemas completos, que são avaliações somativas ou externas e que geralmente tentam demonstrar algum benefício do sistema como um todo; e o de componentes ou protótipos do sistema (avaliações formativas ou internas) que geralmente objetivam investigar as propriedades de partes do sistema de forma que este possa ser melhorado.

Além do que foi exposto acima é importante neste ponto fazer um comentário sobre os Sistemas Tutores Inteligentes (STI), dando uma visão geral do desenvolvimento histórico da IA-ED, que tem o propósito de esclarecer o que é freqüentemente tomado como a totalidade da área de IA-ED. Neste sentido, a IA-ED tem uma história curta mas porém interessante. Os esforços iniciais neste campo datam dos anos setenta e foram caracterizados pelo otimismo presente na IA em geral. Os trabalhos iniciais fizeram contribuições significativas tanto para a IA quanto para a educação. Por volta dos anos

oitenta, seguindo o sucesso do trabalho da IA aplicada, os sistemas especialistas, a pesquisa em IA-ED, buscando capitalizar em cima da pesquisa em IA, desenvolveu sistemas que se caracterizavam muito mais pela sua utilidade do que sistemas teoricamente interessantes. O impacto disto permanece até o presente.

As aplicações mais típicas e tradicionais da IA-ED desenvolveram os STI. Um STI tenta implementar métodos tradicionais de ensino e aprendizagem, exemplificados por uma interação humana um-para-um. O ensino um-para-um permite que a aprendizagem seja altamente individualizada, e geralmente rende resultados melhores que outros métodos de ensino. Embora os STI difiram em uma variedade de modos, a maioria tem uma estrutura característica. Um STI tradicional é baseado na suposição de que o processo de pensamento de um estudante pode ser modelado, rastreado e corrigido. Baseado nos princípios da instrução auxiliada por computador (*Computer Assisted Instruction, CAI*), os STI permitiriam um modelo genérico que pode ser usado para qualquer indivíduo. Classicamente um STI inclui os três componentes seguintes: o **conhecimento do domínio**, o **modelo do estudante** e o **conhecimento pedagógico** (McArthur et al., 1993; Self, 1988).

O **módulo de conhecimento do domínio** ou módulo especialista se refere ao conhecimento sobre a matéria ou assunto. Ele contém o conhecimento correto, na forma do conhecimento do especialista, que é para ser transferido e aprendido. Ele é uma base de conhecimento, mais comumente uma base de regras de produção, que pode rodar como uma simulação dos processos de resolução de problemas do especialista para raciocinar sobre determinados problemas.

O **modelo do estudante** se refere ao conhecimento incorreto e incompleto que um estudante tem. Ele constrói um quadro do estudante em termos do que este sabe ou não sabe. Ele deve inferir o que o estudante já sabe sobre a matéria e o quão bem ele está progredindo. Esta informação é usada para decidir o que apresentar para o estudante nas próximas interações com o sistema.

O **módulo do conhecimento pedagógico** se refere ao conhecimento sobre o ensino. O elemento pedagógico é a base da instrução, e determina que instrução será dada e em que ponto. Isto é, este módulo pega a informação do modelo do estudante e decide o que

fazer em seguida. Ele pode decidir apresentar material novo ou revisar o material previamente ensinado.

Tipicamente um STI incorpora a especialidade em pelo menos uma dessas três áreas, mais comumente no domínio. Além disso, num STI a transferência da aprendizagem acontece como um processo de comunicação de duas vias, tornado possível pela interface gráfica com o usuário (*graphical user interface, GUI*).

O paradigma dos STI dominou a área de IA-ED por um tempo bastante longo, durante o qual o papel de IA parecia ser mais claro. Desde os anos oitenta, novos paradigmas instrucionais emergiram, refletindo várias mudanças de ênfase na educação, bem como um enfoque maior na meta-cognição, no uso de domínios abertos e tarefas, no interesse renovado pela aprendizagem colaborativa, como também nas novas tecnologias, que crescentemente estão sendo aplicadas à educação. Por conseguinte, o papel de IA é hoje menos claro que costumava ser. A fragmentação do campo e o inter-relacionamento complexo entre a IA, a educação e as novas tecnologias determinam novos desenvolvimentos e talvez um papel variável de IA nos sistemas IA-ED. A coisa mais significativa a ser reconhecida até então é que o papel de IA está definitivamente mudando de uma tecnologia exclusiva para tecnologias complementares, o que pode indicar um direcionamento desta área de pesquisa para os sistemas híbridos (Sandberg, 1999).

2.6 Conclusão

As questões levantadas neste capítulo constituem a problematização para esta tese. Elas caracterizam o sistema desenvolvido como um sistema de apoio à aprendizagem colaborativa. Um curso de ensino a distância que usa as novas tecnologias, isto é, as comunicações mediadas por computador como mídia, é o cenário de aprendizagem no qual este trabalho é aplicável. Isto levanta questões relativas à aprendizagem colaborativa apoiada por computador, na medida em que as novas tecnologias } proporcionam mais oportunidades de interação entre o professor e os estudantes, e } particularmente introduz a possibilidade de interações entre os estudantes, o que era bastante incomum, para não dizer não existente, nos sistemas de ensino a distância

anteriores. Objetivando a melhoria dos ganhos de aprendizagem, as técnicas de IA contribuem para apoiar tais interações.

No próximo capítulo é apresentado o contexto de pesquisa para esta tese. O método educacional de aprender através de estudos de caso, como é aplicado na sala de aula tradicional, é apresentado em detalhes. O capítulo termina com um relato sobre algumas tentativas e possíveis alternativas de implementação deste método educacional na Web que aconteceram até o presente.

3 O Método de Ensino Baseado em Estudos de Casos

O presente capítulo dá uma idéia do que é aprender através de estudos de caso. Primeiro, a definição do que é um estudo de caso assim como os aspectos teóricos do método de ensinar com casos são apresentados. Estes aspectos estão relacionados com questões que muitas vezes estão implícitas na aplicação do método. Elas constituem a sua base e como tal necessitam ser entendidas e apropriadamente manipuladas num cenário de aprendizado diferente (isto é, no ensino a distância). A seguir, os objetivos do método de casos são colocados e a operacionalização do mesmo na sala de aula tradicional é detalhada, dado que ambos diferem de muitas maneiras do ensino tradicional. É importante notar que existem algumas variações na aplicação do método de casos e este trabalho é baseado no modelo da escola de administração. Em seguida comenta-se sobre os problemas de aprendizagem com o método, reportados por professores e estudantes que trabalham com o método de casos na sala de aula tradicional. O *design* do sistema objetiva atacar tais problemas. Finalmente apresenta-se as experiências relativas ao aprendizado com casos baseado na *World Wide Web* realizadas até o presente. Como colocado a seguir estas tentativas de aplicar o método à *World Wide Web*, se limitam a utilizar a mesma como uma mídia para distribuir o conteúdo do estudo de caso e uma lista de discussão e/ou *e-mail* para fazer a discussão sobre este.

3.1 O Que é um Estudo de Caso?

Um caso pode assumir diversas formas, tais como uma história, um evento ou um texto e é definido por L. S. Shulman (1992) como uma “instância de uma classe teórica maior”, como “um exemplo de uma categoria mais ampla”. O estudo de caso é um membro de uma classe de eventos e como tal representa certas características dessa classe. Numa tentativa de estabelecer uma terminologia comum para ser utilizada na área, o autor sugere uma classificação dos casos em três tipos distintos, de acordo com o seu uso:

materiais de casos, relatos de casos e estudos de casos. Em resumo, ele diz que **materiais de casos** são a matéria prima, os dados a partir dos quais os casos são elaborados; os **relatos de casos** são narrativas na primeira pessoa e os **estudos de casos** são narrativas na terceira pessoa. O autor lembra que os **casos de ensino** podem ser classificados tanto como **relatos de casos** quanto como **estudos de casos**, desde que eles tenham sido escritos com o propósito de ensino. Os casos a que este trabalho se refere são os **casos de ensino** na classificação de L. S. Shulman (1992), e serão chamados aqui simplesmente como **estudos de caso**.

Os estudos de casos podem ser utilizados para ensino numa variedade de disciplinas tais como direito, psicologia, psiquiatria, arquitetura, educação, engenharia, administração, gerenciamento, etc. A característica comum entre essas disciplinas é que os estudos de casos são utilizados como método de ensino onde as habilidades de resolver problemas complexos e mal estruturados são requeridas. Usualmente não existe nenhuma técnica ou abordagem analítica para resolver este tipo de problemas. Os casos são então adequados para problemas abertos, que não possuem solução correta ou precisa. De fato, o mesmo caso pode derivar duas conclusões bastante diferentes, ambas sendo válidas. Qual resposta é a melhor freqüentemente depende dos pesos relativos atribuídos aos vários critérios utilizados para julgar a solução do caso (Easton, 1982; Merseth, 1992; Carter, 1992; Meyer & Jones, 1993; Harrington, 1995; Richards et al., 1995).

Easton (1982) define um caso, do ponto de vista da escola de administração, como uma descrição escrita de uma situação real que uma organização enfrenta. Tabelas, diagramas, apêndices, etc., podem acompanhar essa descrição, que pode ser bastante variada no comprimento. Além disso o autor ressalta que filmes, vídeos, fitas de áudio, *slides*, e multimídia também podem ser usados, apesar de que na maioria das vezes a informação escrita é mais fácil de analisar.

Um caso na engenharia é definido como um relato escrito de uma atividade de engenharia como ela aconteceu na realidade. Este relato é derivado da experiência real e reflete as preocupações de engenheiros e gerentes com o “mundo real”. Geralmente, este relato apresenta problemas abertos de engenharia sobre *design*, análise, seleção, planejamento e/ou situações de decisões administrativas. Somando-se à narrativa, o caso típico pode oferecer detalhes tais como cálculos originais e desenhos; orçamento e

limitações de seqüenciamento; disponibilidade de recursos materiais e facilidades técnicas; detalhes sobre os elementos humanos envolvidos, assim como as interações entre eles e com a organização. Além disso o caso pode ter diversas partes, cada uma delas terminando em algum ponto crítico de decisão (Kardos, 1979; Richards et al., 1995).

3.2 Fundamentos Teóricos do Método de Casos

O método de ensinar através estudo de casos está relacionado à alguns aspectos de teorias educacionais que representam variadas correntes do campo da educação e da pedagogia. Tais aspectos são vistos como as bases teóricas do método e são, via de regra, mencionados em geralmente todos os trabalhos que abordam o método. No presente capítulo apresentamos estes aspectos. São eles, entre outros: **cognição situada, aprendizagem em domínios mal estruturados, reflexão-em-ação, conhecimento narrativo, o papel do grupo e das interações sociais na construção do conhecimento, construtivismo, Zona de Desenvolvimento Proximal, aprendizagem colaborativa, auto-regulação, e aprendizado ativo** (Christensen & Hansen, 1987; Kleinfield, 1992; Meyers & Jones, 1992; L. S. Shulman, 1992; Harrington, 1995, Levin, 1995).

3.2.1 Cognição Situada

L. S. Shulman (1992) é um dos autores que enfatizou a natureza situada dos casos. De acordo com ele, os casos são contextualizados: em aplicação, lugar, tempo, etc. Essa característica se incorpora à área de pesquisa sobre **aprendizagem situada**, onde a contextualização é o foco central. O papel da narrativa (evidente nos casos) no entendimento humano é considerado um fator chave na “situação” do processo de aprendizado. Nesse sentido, a especificidade e contexto dos casos não são uma desvantagem, mas sim uma vantagem se comparados às listas de proposições descontextualizadas e abstratas, à exposição de fatos, aos conceitos e princípios, elementos estes característicos dos métodos de aprendizagem tradicionais. Tais métodos

podem ser mais eficientes ou mais econômicos na representação do conhecimento, mas por outro lado os estudantes acham mais fácil de se lembrar e de usar as idéias que estão presentes numa forma narrativa. Além disso, os casos podem reduzir os problemas de transferência do conhecimento, na medida em que este é adquirido num contexto e circunstâncias similares à da sua aplicação.

3.2.2 Aprendizagem em Domínios Mal Estruturados

Outra questão que L. S. Shulman (1992) discute – também fazendo um contraste com os métodos de aprendizado tradicionais que geralmente lidam com domínios bem-estruturados – é a **aprendizagem em domínios mal estruturados**. Considera-se que os casos ajudam os estudantes a enfrentar julgamentos complexos demandados por situações que envolvem domínios mal estruturados de conhecimento e desempenho, e onde a flexibilidade cognitiva é necessária. Dada a natureza situada da cognição requerida no aprendizado em domínios mal estruturados, acredita-se que o conhecimento é mais bem organizado em redes flexíveis de conceitos e casos – já que “o significado de um conceito está intimamente ligado ao seu padrão de uso” (Spiro et al., 1988¹ citado por L. S. Shulman, 1992) – do que hierarquicamente e relativamente fixo como no aprendizado em domínios bem estruturados. O propósito dessa rede é evitar representações únicas que impedem a capacidade de lidar com domínios imprevisíveis e fluidos.

3.2.3 Reflexão-em-Ação

Nessa mesma linha de raciocínio, Kleinfield (1992) acredita que um caso representa o que Schön (1983) denomina **reflexão-em-ação**. Schön (1987) considera que a vida diária de trabalho de um profissional revela um padrão de “saber-em-ação” no seu reconhecimento, julgamento e habilidades. Isto é, Schön (1987) considera que o nosso saber está implícito nos nossos padrões de ação. Entretanto, algumas vezes esse saber-

¹Spiro, R. J., Coulson, R. L., Feltovich, P. J., & Anderson, D. K. (1988). Cognitive flexibility theory: advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. In *Proceedings of the 10th annual conference of the cognitive science society* (pp. 375-383). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

em-ação não funciona, provocando uma reação ao inesperado por um tipo de averiguação instantânea que ele chama “reflexão-em-ação”. Em tais situações o sujeito repensa sobre o saber-em-ação implícito em suas ações que tiveram o resultado inesperado. Ele reflete sobre a ação, no sentido que é ainda possível mudar os resultados daquela ação. Kleinfield (1992) frisa que esta é precisamente a característica distintiva do pensamento profissional em muitas áreas, onde os problemas enfrentados são tanto mal estruturados como não tem uma solução técnica precisa disponível. E isso é o que um estudo caso apresenta para os estudantes.

3.2.4 Conhecimento Narrativo

Merseth (1992) coloca que o conhecimento num caso não é abstrato nem científico, mas presente numa situação em particular. A autora associa essa característica com o **conhecimento narrativo**, em contraste com o conhecimento paradigmático, de acordo com as duas formas de conhecimento que Bruner (1986², citado por Merseth, 1992) propõe. Bruner (1986, 1990³, citado por L. S. Shulman 1992) diz que o conhecimento paradigmático é geralmente associado com o conhecimento científico, sendo analítico, geral, abstrato, impessoal e descontextualizado. Por outro lado, o conhecimento narrativo é específico, local, pessoal e contextualizado. Por fim, Merseth (1992) lembra que os casos⁴ são adequados para a natureza complexa, dependente do contexto e constantemente evolutiva de assuntos onde o conhecimento não é nem fixo nem bem estabelecido.

² Bruner, J. S. (1986). *Actual minds, possible worlds*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

³ Bruner, J. S. (1990). *Acts of meaning*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

⁴ Merseth (1992) diferencia os casos entre os de tomada de decisão e os teoricamente especificados, os quais podem ser usados para instanciar conhecimento teórico. O tipo de casos a que nos referimos aqui não são esses últimos.

3.2.5 O Papel do Grupo e das Interações Sociais no Aprendizado

Levin (1995) acrescenta às perspectivas teóricas anteriores, que são em sua maioria baseadas na psicologia cognitiva, **o papel do grupo e das interações sociais na construção do conhecimento**, mencionado nos trabalhos de Piaget e Vygotsky (Piaget, 1932⁵ e Vygostky, 1978⁶ citados por Levin, 1995). De acordo com a autora, a interação social que acontece durante a discussão do caso tem o potencial de originar conflito cognitivo, que por sua vez pode disparar mudanças. Isso está relacionado à idéia de Piaget de que a interação entre os pares funciona como um gatilho para a mudança, na medida em que esta geralmente gera conflito cognitivo. Tais conflitos são resolvidos por uma criança através da construção de um novo esquema, a saber, uma nova estrutura que se liga ao sistema existente. Acredita-se que conflitos semelhantes ocorram em adultos, quando aprendendo individualmente ou em grupos.

Em relação a Vygostky (1978), Levin (1995) menciona que este autor coloca que a interação entre os pares não apenas inicia a mudança, mas muda a natureza da mudança também. A visão de Vygostky sobre a internalização dos processos cognitivos implícitos nas interações e comunicações com os pares, assim como as relações sociais entre as pessoas que são subjacentes à todas as funções mentais superiores, formam uma base teórica para argumentar que as interações sociais e o conteúdo da discussão de grupo são cruciais para o que é aprendido dos casos. A autora defende que até mesmo a Zona de Desenvolvimento Proximal pode ser associada com a discussão do caso no sentido que os estudantes mais experientes podem influenciar os com menos experiência durante esta.

3.2.6 Aprendizagem Colaborativa

Apesar da **aprendizagem colaborativa** no ensino baseado em casos parecer evidente, na medida em que o método requer que os estudantes colaborem no processo de solução

⁵ Piaget, J. (1932). *The moral judgement of the child*. (M. Gabain, Trans.). New York: Harcourt, Brace and World.

⁶Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.

do estudo de caso, as referências diretas à atividade de grupo colaborativa na literatura sobre estudos de caso não são significativas. As considerações sobre colaboração são muito mais evidentes em trabalhos mais recentes, onde o método de ensinar através de estudos de casos é geralmente associado com uma aplicação às novas tecnologias (Kent et al., 1995; Linderman et al., 1995; Richards et al., 1995; Kinzie et al., 1997).

3.2.7 Construtivismo e Zona de Desenvolvimento Proximal

A relação entre a aprendizagem colaborativa e o método de ensinar através de estudos de caso é confirmada pelas referências feitas acima a respeito dos trabalhos de Piaget e Vygotsky, assim como as citações de L. S. Shulman (1992) (colocando a cognição situada como um dos elementos em razão dos quais o método de casos funciona) dos trabalhos de Lave e Resnick (Lave, 1988 e Resnick, 1987 citados por L. S. Shulman, 1992). Sob essa ótica, é possível identificar os mesmos elementos do papel do grupo e das interações sociais na construção do conhecimento, tanto na aprendizagem através de estudos de caso quanto na aprendizagem colaborativa. Por exemplo, alguns dos aspectos teóricos do método de casos estão diretamente relacionados com os fundamentos das abordagens que representam os posicionamentos teóricos ao longo dos eixos categorizados em Dillenbourg et al. (1996). Os eixos representam como os sistemas cognitivos, com relação ao indivíduo e ao grupo, se fundem em diferentes níveis, para produzir um entendimento compartilhado de um problema (ou de um estudo de caso). Tais posições teóricas são as abordagens sócio-construtivistas, as abordagens sócio-culturais e a abordagem de cognição compartilhada.

3.2.8 Auto-Regulação

Ertmer et al. (1996) abordam o papel da **auto-regulação** reflexiva na aprendizagem através de estudos de caso. A auto-regulação é definida como a habilidade de ativar, alterar e sustentar as práticas de aprendizado apropriadas, de forma a alcançar um sucesso acadêmico tanto em contextos familiares quanto em contextos novos de

aprendizado (Zimmermann, 1990⁷, citado por Ertmer et al., 1996). Ertmer et al. (1996) começam criticando o senso comum presente na literatura a respeito do método de ensino baseado em casos, que sugere que os estudos de caso são mais motivantes e facilitam o aprendizado para uma ampla gama de estudantes. Eles argumentam que as respostas ao ensino baseado em casos dependem do nível de auto-regulação dos estudantes, pois este influencia como os mesmos respondem a um dado contexto de aprendizagem. Considera-se que o aprendizado baseado em casos requer uma grande quantidade de auto-regulação na medida em que este coloca para os estudantes demandas do tipo se engajar em análises individuais e em grupo de situações problemáticas, fazer julgamentos, tomar decisões, projetar possíveis resultados, etc. Por outro lado, os autores reconhecem que estratégias intrínsecas ao método de casos, como por exemplo, o aprendizado ativo e o esforço colaborativo, são os mesmos recomendados para a melhoria das habilidades de auto-regulação.

3.2.9 Aprendizagem Ativa

Meyers e Jones (1993) ressaltam a relação entre o método de casos e a **aprendizagem ativa**, na medida em que ambos têm muitas características em comum, como por exemplo, a interação entre os estudantes e o professor, a colaboração, a reflexão e a discussão extensiva. Os autores ressaltam que, como uma estratégia de aprendizagem ativa, o método de casos é adequado para uma grande variedade de disciplinas. Nessa mesma linha Christensen e Hansen (1987) consideram a necessidade do envolvimento ativo dos estudantes como uma marca distintiva do método de aprender com estudos de casos e um dos princípios pedagógicos fundamentais subjacentes ao método, os quais de certa forma explicam o potencial do método.

⁷ Zimmerman, B. J. (1990). Self-regulated learning and academic achievement: an overview. *Educational Psychologist*, 25, 3-17.

3.2.10 Outros

Finalmente, vários autores ainda adicionam outros elementos a essa base teórica. Por exemplo, Grant (1992) relaciona o método ao **ensino do pensamento crítico**. Zeichner e Liston (1987), LaBoskey (1992), Harrington (1995) e Harrington et al. (1996) enfatizam o valor do método ao ensinar como **pensar reflexivamente**.

3.3 Objetivos do Método de Casos

De forma a entender como o método de ensino através de estudos de casos opera é interessante fazer a diferença entre casos e exercícios, já que os exercícios podem se assemelhar a um caso na medida em que também são uma descrição de uma situação real ou fictícia, mas cujos objetivos são bastante diversos. O objetivo de aprendizado de um exercício é aplicar um conceito, técnica ou princípio em particular. O objetivo do método de casos é ajudar os estudantes a aprender um vasta gama de habilidades. Conseqüentemente, um exercício tem uma solução e uma maneira de atingi-la. Um caso, por outro lado, pode ter muitas soluções e muitos caminhos alternativos de se chegar até elas. Entretanto, isso não significa que os estudantes não irão aplicar uma determinada técnica ou dar respostas específicas à perguntas, de forma a resolver um estudo de caso. E, dessa maneira, os estudantes estão também exercitando a aquisição do conhecimento. Mas, deve-se ter em mente que este não é o propósito central de utilizar os casos como um método de aprendizagem (Easton, 1992).

A ênfase do método de casos está então no desenvolvimento do pensamento independente, na prática de habilidades de tomada de decisão em contraste à aquisição de conhecimento. O método enfoca a formação de bons decisores, fazendo uso de um ambiente simulado. Easton (1982) relaciona seis áreas principais que o método de casos é adequado para desenvolver:

1. **Habilidades analíticas:** o método de casos desenvolve a capacidade de lidar com informações, já que os estudos de caso geralmente apresentam dados brutos que devem ser classificados, organizados, e avaliados de forma a se tornar informação.

2. **Habilidades aplicativas:** o método de casos proporciona a prática em aplicar ferramentas como conceitos, técnicas e princípios. Tais ferramentas não dão por si só uma solução para o caso mas servem de base para a análise do estudante. Além disso, antes de usá-las os estudantes devem julgar a sua adequação para uma dada situação.
3. **Habilidades criativas:** os casos em geral não podem ser resolvidos somente através de um processo lógico. É importante gerar soluções alternativas para problemas não cobertos pela análise lógica.
4. **Habilidades de comunicação:** depende da maneira pela qual o professor escolhe liderar a sua classe, mas as oportunidades de apresentar os resultados oralmente cooperando em apresentações de grupo, de defender um ponto de vista, de persuadir usando argumentos e de escrever relatórios são comuns.
5. **Habilidades sociais:** as discussões do caso são basicamente processos sociais. O método de casos proporciona uma oportunidade de aprender mais sobre a interação do grupo (do que sobre a resolução de problemas algumas vezes).
6. **Habilidades de auto-análise:** os casos freqüentemente provocam discordâncias ocorridas sobre julgamentos de valor ao invés de julgamentos analíticos. Sendo assim, a discussão do caso é um fórum apropriado para se analisar os próprios julgamentos.

3.4 Instrução Baseada em Casos

A escola de administração de Harvard é um exemplo tradicional de um sistema educacional que tem sido bem sucedido, durante vários anos, no uso do método de instrução baseada em casos no ensino de administração. O estilo de ensino dessa escola é orientado para um modo de aprendizado ativo, baseado na discussão, utilizando estudos de casos geralmente retirados da complexidade da vida real. A sua pedagogia apoia o objetivo de treinamento para a prática profissional, ligando o conhecimento à sua aplicação. Em suma, essa escola reivindica que o método de casos possibilita a descoberta e o desenvolvimento da estrutura do próprio estudante para abordar, entender e lidar com os problemas de administração (Christensen & Hansen, 1987).

3.4.1 A Discussão do Caso

Uma questão central ao método de ensinar com estudos de casos é a discussão. Ela é tão importante que Hansen (1987a) se refere ao método de casos como o processo de ensinar através da condução de discussões, em contraste com as aulas expositivas ou de laboratório. O caso vai basicamente fornecer a matéria-prima para a discussão. Em (Hansen, 1987b) o autor reivindica que um caso é trazido completamente à vida apenas quando está sendo discutido. Grossman (1992) por sua vez considera que o método de ensino baseado em casos é um subconjunto de ensinar um texto através da discussão. Kagan (1993) sistematiza, ao longo dos anos, o uso dos casos no ensino de professores em diversas variações: incidentes críticos, protocolos, vinhetas e simulações. Em cada uma dessas variações a discussão está sempre presente, ao longo do tempo, e entre os diferentes autores também. Levin (1995) também aborda a discussão do caso afirmando que apesar de existirem argumentos para o conteúdo do caso como sendo o seu principal aspecto, a discussão no método de casos representa o seu valor e a sua contribuição. Kardos (1979) enfatiza que com a discussão do caso os estudantes vivenciam a atividade dos casos e se envolvem na resolução de problemas. Eles aprendem a pensar, a detectar informação útil, a ver mais de um lado de uma situação, a decidir qual é o melhor e, nessa base, formular e defender um curso de ação.

Nesse sentido, Hansen (1987a) utiliza adjetivos tais como fluida e colaborativa para descrever como a discussão deve ser. Entretanto, na literatura, parece ser senso comum que o processo de solução de um estudo de caso tem um tipo de estrutura que geralmente emerge na medida em que a discussão progride. Kardos (1979) reivindica que tal estrutura é a seguinte:

- (1) revisão do conteúdo do caso;
- (2) estabelecimento dos problemas;
- (3) coleta da informação relevante;
- (4) desenvolvimento de alternativas;
- (5) avaliação de alternativas;
- (6) seleção de um curso de ação e;
- (7) seqüenciamento das ações recomendadas.

Nessa mesma linha, Easton (1982) fornece uma estrutura abrangente para a discussão do caso, na qual a solução do caso é desenvolvida passo a passo: a abordagem dos Sete Passos. Cada passo tem os seus próprios objetivos e sugere uma gama de atividades para serem realizadas pelos estudantes de forma a atingir esses objetivos. Abaixo, apresentamos a seqüência de passos proposta pelo autor e uma breve descrição do objetivo de cada um, exemplificando o tipo de atividades associadas com cada um deles.

- Passo 1: Entendimento da situação. Envolve tentar entender a situação sem pré julgá-la. Isso é obtido através dos processos de organizar e avaliar a informação.
- Passo 2: Diagnóstico de áreas problema. Está relacionado com a identificação de problemas, análise de sua natureza e estrutura, e identificação do que atacar primeiro.
- Passo 3: Geração de soluções alternativas. Ela começa com as soluções dos problemas identificados no passo 2. Estas precisam ser combinadas e organizadas de forma que a escolha entre as soluções pode ser feita de forma eficiente, numa série de estágios.
- Passo 4: Previsão de resultados. Requer que os resultados de cada alternativa listada sejam previstos e que alguma medida da probabilidade de cada uma ocorrer seja estimada.
- Passo 5: Avaliação de alternativas. Envolve a avaliação das soluções alternativas e a escolha entre elas. O processo de avaliação pode variar do simples e implícito ao complexo e explícito.
- Passo 6: Refinamento da análise. Refere-se a fazer a ponte entre o processo de análise e a comunicação dos resultados dessa análise. Envolve detalhar e fazer planos de contingência.
- Passo 7: Comunicação dos resultados. Demanda uma abordagem de base ampla e planejada para a comunicação dos resultados da análise do caso.

3.4.2 O Papel do Professor

A partir do que foi discutido na seção anterior, pode-se assumir que o papel do professor está intimamente ligado à discussão do caso. Christensen e Hansen (1987) resumem as questões importantes na discussão do caso, relacionando-as ao papel do professor. Eles colocam que (1) a liderança do processo de discussão do caso é uma responsabilidade crítica do professor, que, ao invés de possuir um conhecimento profundo do campo ou problema colocado pelo caso, deve liderar o processo pelo qual os estudantes individualmente e o grupo em geral exploram a complexidade de uma situação específica apresentada pelo caso; (2) o professor que trabalha com o método de casos efetivamente maximiza as oportunidades para o aprendizado fazendo perguntas apropriadas para um determinado estudante no melhor ponto durante a discussão; (3) as habilidades e técnicas do líder da discussão podem ser observadas, abstraídas e ensinadas.

Sendo assim, o tipo de processo de aprendizado que ocorre quando o método de casos é usado difere em essência e em muitos aspectos da prática tradicional. O professor que trabalha com estudos de casos deve guiar a discussão com o objetivo duplo de encorajar o processo analítico assim como a participação de tantos estudantes quanto possível. O fato de que a tarefa do professor é o encorajamento do aprendizado tem uma influência nas atividades que devem ser desenvolvidas por ele. Sendo assim, a posição do professor não é mais de uma figura central, que é um repositório do conhecimento ou um especialista. Ao contrário, ele deve estar preparado para se engajar na discussão como um parceiro dos estudantes (Christensen & Hansen, 1987; Hansen, 1987a; Hansen, 1987b).

Christensen e Hansen (1987) colocam que o ensino através da discussão requer, junto com uma mudança notável no papel do professor, uma mudança nas responsabilidades na sala de aula. Essa mudança vem de uma percepção diferente da relação professor-aluno, enfatizando o envolvimento do estudante e o auto-aprendizado. Sob essa perspectiva, ele também difere do ensino tradicional e do modo de aulas, que dá primazia ao professor, e onde as atividades de sala de aula tanto derivam da apresentação da matéria pelo mesmo como devem seguir o seu planejamento. De forma diferente, o professor que trabalha com casos deve se sentir confortável quando

confrontado com a ambigüidade de uma discussão difícil de planejar, de fluxo livre, dirigida pelas idéias dos estudantes e que pode muito bem seguir caminhos não usuais e até chegar a pontos inesperados. Os autores da área reconhecem que existem pontos de decisão do professor que ocorrem repetidamente em qualquer situação de decisão. Entre outros, eles citam como exemplos:

- Como o professor seleciona um aluno para começar a aula?
- Como o professor seleciona um aluno para responder a uma questão quando muitos outros estão com as mãos levantadas pedindo reconhecimento? Que tipo de questões podem ser mais apropriadas e em que pontos específicos da aula?
- Como um professor decide se responde ou não pessoalmente a um comentário de um aluno, se ele o ignora, ou se pede a um outro aluno para comentá-lo?
- Quando se coloca um comentário no quadro?
- Como o professor obtém altos níveis de envolvimento do aluno na discussão do caso? Como ele lida com a apatia? Como ele trabalha com alunos nervosos?
- O que o professor deve “saber” sobre um aluno? Como tal informação pode ser obtida?

Correspondentemente, Easton (1982) afirma que o professor “controlará o processo de discussão mas não o seu conteúdo”. Na medida em que o professor é um guia e não um especialista, o papel dele está intimamente relacionado com promover e monitorar a discussão do caso. Os vários recursos disponíveis para o professor que trabalha com casos, a saber as ferramentas do professor, fornecerão os meios para desempenhar essas funções.

3.4.3 Ferramentas do Professor

No método de casos uma preocupação importante é como o professor direciona a discussão do caso. Ele pode fazer perguntas, reformular e resumir o que foi dito, dar a sua própria opinião e contribuir com a sua especialidade (Kardos, 1979). As questões utilizadas para promover e guiar a discussão não são as mesmas utilizadas numa

situação de ensino comum. Questões bem preparadas pelo professor com o objetivo de chegar ao centro do problema colocado pelo caso servem para focalizar o pensamento, para enquadrar a discussão, e para reforçar o propósito do método de casos.

A reformulação é o meio pelo qual o professor chama atenção para algum ponto, esclarece e faz uso da discussão que foi feita. O objetivo é coletar as várias contribuições conjuntamente e esclarecê-las através da expressão, em uma forma diferente, das idéias colocadas, de maneira que a discussão possa proceder a partir de um entendimento comum. O professor pode também diminuir o ritmo da discussão e esclarecê-la, ocasionalmente expressando em suas próprias palavras o que foi dito ou resumindo a discussão até aquele ponto. Alternativamente, pode-se pedir a um estudante para fazer isso - expressar de forma diferente ou resumir as idéias até então colocadas. Isso dá uma chance para que o estudante que se posiciona menos durante a discussão do caso participe da mesma.

Em alguns casos o professor pode contribuir com a sua especialidade, acrescentando à discussão e ajudando a atingir os objetivos de aprendizado, através da colocação das suas próprias opiniões e conclusões. Nos casos onde informação técnica especial é requerida, o professor pode suplementar a discussão com “mini-aulas” curtas, com o objetivo de suplementar os estudantes com a informação técnica que eles provavelmente não tem ou que não está prontamente acessível para eles. Assim como com as opiniões do professor, as aulas devem ser utilizadas comedidamente e apenas depois da turma ter lidado com o problema e expressado a necessidade do material. As mini-aulas não devem ser usadas para refrescar a memória dos estudantes quanto à matéria coberta em alguma outra parte do currículo e com a qual eles deveriam estar familiarizados.

3.5 Problemas de Aprendizagem com o Método de Casos

A grande diferença que existe entre o método de casos e o ensino tradicional dá origem a alguns problemas, relatados pelos estudantes quando confrontados com o método de aprender através de estudos de caso. Tais problemas são descritos como um sentimento

de desorientação, falta de motivação, relutância em se engajar em tarefas de aprendizagem não familiares e ambíguas, etc. Eles estão relacionados à hipótese, geralmente feita por quem está ensinando com o método de casos de que os estudantes estarão motivados e encorajados quando confrontados e solicitados a resolver problemas que retratam uma situação real (Ertmet et al., 1996).

Harrington (1995) relaciona os problemas no aprendizado através de estudos de casos com as dificuldades que os estudantes encontram em lidar com a natureza mal estruturada dos casos. A autora menciona como problemas comuns com o método a inabilidade de estruturar os problemas do caso ou de construir uma explicação de porque os estudantes identificaram um caso de uma certa maneira. Por exemplo, a solução recomendada pelos estudantes para um dado caso não esclarece como eles estruturaram e resolveram o mesmo. Podem não existir conexões aparentes feitas entre as questões, fatos, perspectivas e a solução em si.

Easton (1982) classifica tais problemas em três grupos de acordo com as questões colocadas pelos estudantes quando estes descrevem o que sentem quando têm problemas em trabalhar com o método: “O que nós devemos fazer?”, “O que nós estamos aprendendo?”, e “Porque o professor não ensina?”.

A primeira destas questões surge porque não é dito aos estudantes qual é o problema e é parte da tarefa deles encontrar o seu objetivo. Eles não podem checar se estão certos ou errados, já que não existe apenas uma única solução para o caso. Eles devem encontrar o que é ou não relevante e se existe alguma coisa faltando na informação que lhes é fornecida por si mesmos. A segunda questão, a respeito do que eles estão aprendendo, aparece porque é mais difícil determinar, quando comparado com uma aula por exemplo, o que se está aprendendo. Isso é ainda pior porque a ênfase na prática de habilidades é ainda mais difícil de se detectar. O último problema mencionado - porque o professor não ensina - tem origem na mudança no papel do professor em relação à situação tradicional. Ele não mais corrige os estudantes, ele não diz o que os estudantes devem fazer e estes devem fazer os seus próprios julgamentos.

3.6 O Método de Casos aplicado a *World Wide Web*

Até o presente existiram algumas tentativas de fazer uso do método de ensino baseado em estudos de casos num ambiente de aprendizado baseado na tecnologia de computadores em rede. Essa tendência está em consonância com a atual popularidade da Internet como uma mídia para transmitir educação, em todos os níveis e assuntos. Com relação ao método de casos essa tendência é muito mais restrita, talvez até modesta, se comparada com a extensiva utilização do método em algumas áreas.

Dentre essas experiências, a competição virtual de casos entre times (*Virtual Team Case Competition*), usada na educação de professores, combinou ferramentas da Internet e o método de ensinar com casos para promover o uso da tecnologia e a resolução de problemas entre professores (Kent et al., 1995). Essa experiência utilizou uma lista de discussão para mandar para os participantes as instruções, o calendário dos eventos, o caso, e os resultados da competição. As comunicações intermediárias - referentes à análise do caso e ao *feedback* dos juízes - foram feitas via *e-mail*.

Rich (1995) relata um exercício com um estudo de caso baseado na Internet e na Web utilizada num ambiente universitário, a saber num curso de mestrado em administração (*MBA*), onde o ensino eletrônico é usado em conjunto com o ensino tradicional, e não como um substituto para ele. O estudo de caso, assim como os objetivos de aprendizagem, foram disponibilizados para os estudantes através de uma página Web. As questões relacionadas ao caso foram colocadas gradualmente na página. Além disso, um exercício de desempenho de papéis (*role-playing*) foi feito pelos alunos *usando e-mail*. Quanto às questões relativas ao trabalho de grupo transferiu-se a responsabilidade de uma questão para cada estudante, o que significou que se afastou da idéia de trabalho de grupo e a opção pelo trabalho colaborativa foi deixada aberta aos estudantes.

Ainda na área de administração, Oram (1996) examina a prática do aprendizado através de estudos de caso em cursos de pós-graduação como o *MBA* no Reino Unido. O autor identifica um espaço para o suporte computacional tanto para o conteúdo do caso quanto para o que ele classifica como todos os estágios do processo de aprendizagem. Entretanto, ele observa que esse suporte na prática acontece apenas para o conteúdo e para os aspectos não colaborativos de apenas uma etapa desse processo. Baseado nisso

ele propõe a abordagem de questões tais como os eventuais benefícios do suporte computacional aos aspectos colaborativos da aprendizagem com estudos de caso.

Outra combinação de recursos a respeito de como dar suporte *on-line* ao método de casos foi usado por Linderman et al. (1995). Os autores descrevem um ambiente virtual *on-line* baseado na *World Wide Web* (Web) e num MOO (MUD Orientado a Objetos, onde MUD significa *Multi-User Dimension*) para a apresentação, discussão e desenvolvimento das respostas a um estudo de caso sobre *design* instrucional. Eles colocam que o ambiente baseado na Web/MOO tem as vantagens de simular a natureza colaborativa das interações reais assim como colocar juntos os indivíduos que estão geograficamente dispersos. Por outro lado, os autores enfatizam que o ambiente MOO permite interações em tempo real e são mais adequados ao desempenho de papéis (*role-playing*). Em Kinzie et al. (1996) alguns aspectos adicionais dessa experiência são descritos assim como os efeitos do ambiente MOO nas discussões de grupo. Além disso, os padrões de funcionalidade e liderança dos times são discutidos.

Nessa mesma linha de pesquisa Kinzie et al. (1997) também abordam o método de casos, usando-o para promover uma competição de casos baseada na Web entre times envolvendo seis universidades, também na área de *design* instrucional. Na experiência relatada eles adicionaram o fator da competição entre os times além do fator de motivação já existente, que é a colaboração entre os membros do time. Os autores reportam que deixaram de lado pelo momento o ambiente MOO, já que este permitia várias correntes de conversação ocorrerem simultaneamente em tempo real, o que foi considerado frustrante por alguns estudantes e fascinante para outros.

3.7 Conclusão

A instrução baseada em casos constitui uma interessante ferramenta a mais para o ensino tradicional em muitas áreas. Especialmente onde os estudantes estão a ponto de se tornarem profissionais, os professores de diversos campos podem fazer uso de estudos de casos de forma a “simular” uma situação mais próxima daquela que os estudantes encontrarão na sua vida de trabalho.

Ao longo dos últimos anos existiram algumas tentativas de implementar um suporte computacional ao método de ensino baseado em estudos de casos. Estas representam a preocupação dos professores que trabalham com o método na sala de aula tradicional em aplicá-lo usando as novas tecnologias de comunicação e informação. Apesar disso, tais tentativas provaram ser bastante limitadas e restritas, não abordando na nossa opinião o método, nem conceitualmente, nem praticamente de uma maneira eficiente.

No capítulo seguinte, descreve-se a nossa proposta de suporte à atividade de grupo no ensino baseado em estudos de caso a distância. Essa proposta, além de implementar o método de casos num ambiente computacional, torna possível que num cenário de ensino a distância professores e alunos possam também se beneficiar da aplicação desse método.

4 Suporte à Atividade de Grupo no Ensino Baseado em Estudos de Casos a Distância

O suporte à atividade de grupo no ensino baseado em estudos de caso a distância envolve habilitar a colaboração entre dois ou mais estudantes a distância numa atividade de estudo de caso. No presente capítulo o *design* do sistema desenvolvido, cujo objetivo é precisamente dar esse tipo de suporte, é descrito. A concepção do sistema é baseada na utilização da abordagem dos Sete Passos num ambiente baseado em computador. Sendo assim, neste capítulo detalha-se a metodologia que foi apresentada no capítulo anterior de um ponto de vista computacional, mostrando-se como esta pode ser aplicada. Além disso, os aspectos levados em consideração no *design* do sistema são descritos. É importante notar que esses aspectos são derivados tanto dos aspectos teóricos do método de casos quanto das decisões de *design* feitas durante o desenvolvimento do sistema. A seguir, para esclarecer como o ensino baseado em casos opera num cenário de ensino a distância de acordo com esse *design*, detalha-se como o processo de resolver um estudo de caso de acordo com o sistema desenvolvido acontece. Por fim, apresentam-se os requisitos do sistema, os quais resultam das necessidades de se implementar computacionalmente o modelo proposto de aprendizado baseado em casos.

4.1 Abordagem Computacional para os Sete Passos

No Capítulo 3, Seção 3.4.1 foi apresentada a abordagem dos Sete Passos (Easton, 1992) como uma metodologia para o desenvolvimento da solução de um estudo de caso. Foi enfatizado que ela estrutura o processo de discussão do caso, que a princípio parece ter um fluxo livre e ser desestruturado.

No entanto, por outro lado, é importante notar também a relevância que a abordagem dos Sete Passos também tem do ponto de vista computacional. O valor desta para um sistema baseado em computador é que a solução do estudo de caso é desenvolvida através de um processo seqüencialmente estruturado, separando a solução em partes que

possuem uma granularidade de informação computacionalmente adequada. Dessa maneira, os resultados de cada passo da abordagem podem ser representados pelo sistema de forma que ele pode interagir com os alunos, dando suporte e *feedback* a estes em tempo real durante o processo de desenvolvimento da solução do caso.

De forma a atingir os objetivos de cada um dos passos é necessário que os estudantes realizem as atividades que são sugeridas. E, para solicitar dos estudantes a realização dessas atividades, ou seja, os resultados de cada passo (tal que o sistema possa representá-los e raciocinar a respeito deles), o *design* do sistema faz uso de uma das ferramentas do professor, a saber, colocar questões para os alunos.

Na literatura se encontra um conjunto de exemplos de questões utilizadas por professores que usam o método de casos na sala de aula tradicional, e que estão organizadas segundo uma classificação de acordo com o objetivo do professor. Essas questões estão categorizadas como: questões para gerar discussão, questões de investigação e de desafio, questões analíticas e de avaliação, questões de resumo, etc. A partir desse conjunto de questões foram selecionadas e associadas a cada passo aquelas que, uma vez respondidas, cumprem o objetivo de cada passo, demandando dos estudantes a respectiva atividade a ser desenvolvida.

Abaixo, apresentamos a abordagem dos Sete Passos em mais detalhes, mostrando as atividades que devem ser desenvolvidas de forma a atingir os objetivos dos passos. Em seguida, apresentamos as questões usadas por professores que trabalham com o método de casos no ensino presencial, de acordo com vários autores. Por último, mostra-se quais destas questões foram associadas aos Sete Passos e quais são os resultados esperados ao responder-se tais questões.

4.1.1 Os Sete Passos, Objetivos e Atividades

Ao explicar a aplicação da abordagem dos Sete Passos, Easton (1992) argumenta que o professor que usa esta abordagem deve desenvolver a sua própria, a partir do que o autor sugere como um guia para a aplicação desta na sala de aula tradicional. Neste guia o autor descreve cada um dos passos em detalhe, relacionando os diferentes tipos de atividades que podem ser desenvolvidas para atingir o objetivo de cada passo. Para

justificar a escolha de uma atividade em particular para cada passo no presente trabalho, nesta seção apresenta-se um resumo do que o autor coloca como as diversas maneiras de atingir o objetivo do passo ou, em outras palavras, qual foi a nossa escolha em termos de um ambiente de aprendizagem baseado em computador.

No Passo 1 o objetivo de organizar a informação do caso tem a intenção de auxiliar o entendimento da situação descrita. Ou seja, deve-se organizar a informação para se ter uma visão da situação do caso, sem a princípio procurar por problemas ou soluções. Existe algumas maneiras através das quais pode-se fazer isso: indexando, reestruturando, estendendo, resumindo, relacionando e destacando a informação.

Indexar ajuda a compilar um índice para o material do caso. Isso serve para condensar a informação presente no caso e ao mesmo tempo destacar áreas obscuras e/ou sugerir áreas inteiras sobre as quais não há informação.

Reestruturar se refere ao fato de que muitas vezes os casos são escritos para tornar mais fácil a sua leitura, o que freqüentemente significa que o texto é estruturado de uma maneira que não necessariamente é a mais útil para propósitos analíticos. Conseqüentemente, pode ser aconselhável reestruturar o caso em categorias sugeridas pela própria natureza do mesmo.

Estender pode ser visto como um estágio além da reestruturação e significa combinar a informação de maneira a criar informações novas e como resultado melhorar o entendimento.

Resumir é quase o oposto de estender e diz respeito a apontar a informação mais evidente que está presente no caso. Nesse sentido, o autor chama atenção para o fato de que resumir significa jogar fora alguma informação. De qualquer forma, este processo será feito continuamente ao longo da análise do caso e qualquer omissão pode ser corrigida posteriormente nos passos seguintes. O resumo pode ter um enfoque quantitativo ou qualitativo e ele proporciona *insights* que não são necessariamente óbvios quando se está imerso em detalhes.

Relacionar é o processo pelo qual as relações entre as variáveis são descobertas. Esta é uma das maneiras mais significativas no qual o entendimento de uma situação é promovido. As relações colocam juntos fatos isolados, resumos ou mesmo grupos de

fatos relacionados, formando uma estrutura coerente e válida. Relacionar também pode distinguir entre relações quantitativas e qualitativas.

Por fim, **destacar** significa fazer um exame ao longo do caso e destacar suas partes chave de informação. É importante observar que o autor sugere que o uso dessa prática não é sempre útil e aconselha a usá-la em conjunto com uma das outras técnicas relacionadas acima.

Finalmente, dentre as técnicas relacionadas acima, quando usando o sistema descrito nesta tese os alunos são requisitados a resumir, com o objetivo de entender e organizar a informação presente no caso. Eles são requisitados a listar todas as informações as quais são julgadas importantes no caso. O resultado esperado do Passo 1, então, é uma lista das informações relevantes apresentadas pelo caso.

O Passo 2 trata tanto da identificação de problemas assim como da análise da sua natureza e estrutura. Easton (1992) coloca que, antes de identificá-los é necessário entender o que constitui um problema ou o que é um problema. Uma definição de problema útil para isso é “uma diferença entre uma situação atual (ou futura esperada) e alguma situação desejada”. A identificação de problemas é precisamente a busca por essas diferenças. Então, um primeiro estágio do diagnóstico de áreas problema é listar todos os problemas que podem ser identificados no caso. Uma grande parte dos problemas relacionados nessa lista podem já estar presentes na lista anterior (resultado do Passo 1) e constituir os problemas explícitos. Entretanto, problemas implícitos, problemas futuros e as pessoas diretamente relacionadas com tais problemas devem também ser levadas em consideração. Sendo assim, o resultado esperado do Passo 2 é uma lista estabelecendo quais os problemas que são apresentados no texto do estudo de caso e que representam aqueles que serão atacados pelos estudantes no desenvolvimento de sua solução para o caso.

O Passo 3 está relacionado com a geração de soluções alternativas para os problemas identificados no Passo 2. O desenvolvimento de soluções deve ser atacado de maneira semelhante àquela usada para a identificação de problemas. Isto é, uma lista de soluções possíveis será gerada de forma que estas possam ser avaliadas em passos posteriores. A geração de soluções deve fazer uso do processo criativo, dentro da análise do caso, para produzir tantas soluções quanto possível. Tomando cuidado para não levar este processo

a limites extremos (na medida em que soluções demais podem tornar a tarefa de julgá-las mais difícil) é interessante ter em mente que não se deve pré julgar as idéias novas criadas nesse ponto. Além disso, os problemas e soluções não necessariamente têm uma relação um para um. Na geração de soluções os estudantes devem estar cientes desse fato, na medida em que isto pode influenciar a maneira como as soluções são criadas e definidas. Adicionalmente, as técnicas de criatividade, experiência, conhecimento e disciplinas acadêmicas são boas fontes para soluções. Sendo assim, o Passo 3 tem como resultado esperado uma lista de soluções possíveis.

No Passo 4 os resultados das soluções alternativas geradas no passo anterior são previstos. Estes podem ir muito além do problema que a gerou: a solução pode ajudar ou impedir a solução de outros problemas, ela pode criar novos problemas ou oportunidades e ela pode ainda afetar situações que não são vistas nem como problemas nem como oportunidades. Essas são as razões para a necessidade de gerar resultados a partir de um curso de ação em particular, isto é, verificar as conseqüências que uma solução implica. Este também é um processo criativo e consiste em listar os resultados das soluções antevistas no Passo 3.

A despeito de que Easton (1982) coloca que o Passo 5 envolve avaliar soluções alternativas e escolher entre elas, no presente sistema deixa-se a escolha entre as alternativas para ser feita no próximo passo. Então, dadas as soluções alternativas, deve-se considerar que, cada uma delas, se implementadas, gerariam um conjunto de resultados como detalhado acima. O valor desses resultados deve de alguma forma ser totalizado para se ter um valor para cada alternativa. Uma das maneiras mais simples e diretas que o autor aponta para se atribuir um valor para um resultado é decidir se ele é bom ou ruim. Isso significa pegar a lista de resultados gerada e decidir como cada um afeta o problema apresentado pelo caso. Como resultado a expectativa a respeito desse passo é uma lista de prós e contras dos resultados para as soluções alternativas antevistas no passo anterior.

No Passo 6 é feita a escolha entre as soluções alternativas para o problema apresentado pelo caso. Esta escolha geralmente é feita baseada em um ou vários critérios. Um critério é uma medida para se fazer a decisão ou escolha. Um único critério de escolha bem definido e facilmente mensurável significa que o processo de escolha é direto.

Nessa situação a alternativa que obtém a melhor avaliação é escolhida. Escolhas com múltiplos critérios são muitas vezes mais interessantes já que freqüentemente é difícil ligar os resultados de uma alternativa com o seu efeito num único objetivo em particular. Em suma, deve ser decidido quais valores serão usados na escolha das alternativas. O resultado esperado do Passo 6 é então a escolha entre as soluções alternativas geradas no Passo 3, baseada nos prós e contras dos resultados de cada uma dessas alternativas.

Finalmente, o Passo 7 se refere, uma vez que a escolha foi feita, à maneira pela qual o resultado da análise, isto é, a solução do caso, é comunicada. A primeira coisa a ser levada em consideração é o objetivo da comunicação da análise do caso. Responder à questão do porque da comunicação pode ter implicações que afetam o que será feito e como se intenciona fazê-lo. Outro fator que tem influência é a audiência e os apresentadores, na medida em que de alguma forma eles afetam o conteúdo, a estrutura e o estilo da apresentação. Em seguida, deve-se proceder à preparação e execução da comunicação dos resultados do caso, o que demanda decidir que tipo de apresentação será usado. Por último, o efeito de uma comunicação em particular deve ser considerado. Esses são os quatro fatores que afetam a comunicação dos resultados da análise do caso e que os estudantes devem ter em mente. Este é também precisamente o resultado esperado no Passo 7.

A Tabela 1 apresenta um resumo do que foi exposto acima. Ela é um sumário da seqüência de passos, colocando os objetivos de cada passo e exemplificando as atividades associadas com cada um deles no *design* do presente sistema. Isto representa o nosso ponto de vista a respeito da adaptação da abordagem dos Sete Passos para um ambiente baseado em computador.

Tabela 1. A abordagem dos Sete Passos (adaptado de Easton, 1992).

Os Sete Passos	Atividades
Passo 1. Entender a situação	Resumir
Passo 2. Diagnosticar áreas problema	Listar problemas
Passo 3. Gerar soluções alternativas	Listar soluções
Passo 4. Prever resultados	Lista resultados
Passo 5. Avaliar alternativas	Listar prós e contras
Passo 6. Refinar a análise	Escolher
Passo 7. Comunicar os resultados	Apresentar a solução para o caso

4.1.2 A Ferramenta do Professor: Fazer Perguntas

No Capítulo 3 foi colocado o papel do professor no método de ensinar através de estudos de caso e as funções que ele pode desempenhar de forma a atingir seus objetivos. Em resumo, ele pode fazer perguntas, reformular e resumir o que foi dito, dar sua própria opinião e contribuir com a sua especialidade. Abaixo, nós especificamos as particularidades de fazer perguntas, que é como o nosso sistema vai promover a discussão do caso.

Christensen e Hansen (1987) dizem que a habilidade de fazer perguntas, ouvir e responder é fundamental ao líder da discussão. A tentativa de identificar padrões de questões e respostas tipicamente conduz a seis ou oito tipos básicos de questões e dúzias de subconjuntos dessas que estão disponíveis para o professor. Elas podem ser por exemplo, questões de fato, de interpretação, ou questões hipotéticas. O *design* de questões com o objetivo de maximizar as oportunidades de aprendizado do aluno é um ingrediente essencial à tarefa do professor que utiliza estudos de casos.

Meyer e Jones (1993) apresentam alguns exemplos de questões modeladas em abordagens usadas pelos professores que trabalham com o método de casos, classificadas de acordo com o objetivo do professor.

- Questões para gerar discussão:

Qual é o dilema que este caso coloca?

Como você interpreta as ações do Sr. 'X'?

Porque você acha que a corporação 'Y' foi à falência?

Você pode me ajudar a entender o papel que o Sr. 'Z' tem nesse caso?

- Questões de investigação e de desafio:

Você pode me dizer o que aconteceu como resultado dessa ação?

Como as coisas ficaram mais confusas após aquela reunião?

O presidente realmente acreditou naquela afirmação?

O que os dados e o relatório estatístico sugerem?

- Questões de conexão:

A decisão tomada pelo Sr. 'Y' está relacionada com o que a teoria do nosso livro-texto diz sobre resolução de problemas?

A experiência de 'X' com 'Z' se encaixa aqui?

No que o problema colocado nesse caso implica para a sua carreira?

- Questões hipotéticas e de previsão:

Qual dos candidatos você acha que o Sr. 'X' deve colocar na lista?

Se a conselheira estivesse no lugar do presidente, como ela lidaria com a situação?

Imagine que um valor primário para essa sociedade era a competição - como isso mudaria as coisas na vida da cidade?

- Questões analíticas e de avaliação:

Quais das ações que o secretário de estado tomou ao desenvolver a política para o Sudeste da Ásia que mostrou ser mais importante?

Qual evidência está presente no documento que indica que o Sr. 'X' tinha uma escolha?

Você consegue classificar o *design* baseado em o quão bom esteticamente falando ele é?

- Questões de resumo:

Quais são os principais pontos desse estudo de caso que nós discutimos até agora?

Você pode resumir as decisões que os engenheiros tomaram no inventário inicial que eles fizeram?

Quais das teorias de comunicação que nós estudamos foram aplicadas pelo Sr. 'Z'?

Kardos (1979) menciona as seguintes questões e respectivos objetivos:

- Para abrir novas avenidas de discussão:

O que aconteceu aqui?

- Para esclarecer o que foi dito:

Você pode dar maiores explicações sobre isso?

- Para convidar à colaboração:

Você gostaria de contribuir?

- Questões técnicas para diferenciar fato de opinião, para distinguir o que é do que pode ser, para identificar preconceitos ou generalidades:

Isso é sempre verdade?

Isso se aplica nesse caso?

Você pode ser mais específico?

- Para promover a discussão:

Você concorda com essa declaração?

É isso que você faria?

- Direcionadas para as hipóteses e leis físicas sobre as quais o caso é fundamentado:

Podemos modelar isso?

- Para desvendar relações e interconexões entre pontos trazidos por alunos diferentes ou casos diferentes:

Como estes se relacionam uns com os outros?

Isto está consistente com o que dissemos da última vez?

- Quando a discussão foi além da capacidade do estudante de lidar com o caso e trazer questões mais diretivas:

O que você faria agora?

Levin (1995) adiciona a estas algumas outras questões:

- O que está acontecendo nesse caso?
Resuma os aspectos do caso que você acha importantes para entendê-lo.
- Quais são as questões colocadas nesse caso para você?
Quais são as questões que esse caso levanta para você?
- Porque você acha que é importante levantar as questões ou preocupações sobre as quais você escreveu na questão número n?
- Como você responderia à questão do professor colocada no final desse caso?
- O que mais você precisa ou quer saber sobre esse caso?

4.1.3 A Implementação dos Sete Passos

Tendo em mente o que foi exposto na seção anterior nós associamos a cada um dos Sete Passos questões que solicitam dos estudantes uma atividade a ser realizada. O resultado de tal atividade é o *input* para o raciocínio do sistema. Ou seja, o sistema desempenhará algumas das suas funções inteligentes raciocinando sobre o que o grupo de estudantes responde às questões colocadas.

- **Passo 1**

Questão: Quais você acha que são as informações relevantes apresentadas pelo caso?

Atividade: Listar todas as informações que você acha relevante nesse caso.

Resultado esperado: Lista de informações.

- **Passo 2**

Questão: Quais são os problemas que são levantados para você neste caso?

Atividade: Escrever uma lista dos problemas a serem atacados.

Resultado esperado: Lista de problemas.

- **Passo 3**

Questão: Você poderia listar as soluções alternativas para os problemas levantados anteriormente?

Atividade: Listar as soluções alternativas para os problemas levantados.

Resultados esperados: Lista de soluções.

- **Passo 4**

Questão: Você pode dizer o que pode acontecer como resultado de cada ação que você listou anteriormente?

Atividade: Listar os resultados de cada solução alternativa.

Resultado esperado: Lista de resultados (para cada solução).

- **Passo 5**

Questão: Você pode listar os prós e os contras de cada resultado (para as soluções alternativas) levantado no passo anterior?

Atividade: Listar os prós e os contras de cada resultado.

Resultado esperado: Lista dos prós e os contras (para cada resultado).

- **Passo 6**

Questão: Qual é a sua escolha entre as soluções alternativas que listadas anteriormente?

Atividade: Escolher, tomar a decisão entre as soluções listadas.

Resultado esperado: A solução alternativa escolhida.

- **Passo 7**

Questão: Tendo em mente o que essa comunicação tem como objetivo qual é a sua resposta à questão colocada pelo caso?

Atividade: Comunicar a solução, os resultados da análise do caso.

Resultado esperado: A solução do caso.

4.2 Aspectos Básicos do *Design* do Sistema

Os aspectos básicos do *design* consistem nas questões teóricas que têm implicações computacionais para o sistema. Tais aspectos têm relação com os fundamentos do método de casos colocados no Capítulo 2, e no que foi descrito nesse capítulo nas seções anteriores. Tais questões modelam, em última análise, as interações entre os estudantes e o sistema.

4.2.1 Desenvolvimento de Habilidades x Aquisição de Conhecimento

Um sistema de apoio ao método de ensino baseado em estudos de caso não tem a intenção de “corrigir” a solução do caso. Como foi previamente discutido (ver Seção 3.1) o método de casos é aplicado para resolver problemas que não tem apenas uma solução correta ou precisa. A solução que é considerada mais apropriada para um certo caso depende do critério (e dos pesos atribuídos a esses critérios) utilizados pelo professor para julgar uma solução em particular. Além disso o sistema objetiva encorajar o desenvolvimento de habilidades (ver Seção 3.3). Conseqüentemente, as intervenções do sistema dizem respeito, em sua maioria, ao processo de solução, levando em consideração a maneira pela qual os estudantes estão conduzindo a sua solução. As intervenções a respeito do estudo de caso em si, isto é, a respeito do domínio, constituem uma parte menor no suporte ao processo de desenvolvimento da solução do caso que o sistema proporciona.

4.2.2 Orientação da Discussão do Caso

No presente sistema a abordagem dos Sete Passos (Easton, 1982) orienta a discussão do caso. A cada passo, o objetivo do mesmo é colocado e uma pergunta é feita, demandando que os estudantes realizem a atividade daquele passo. Como mostrado anteriormente, a cada passo foi associada uma questão. Sendo assim, cada resposta a um passo representa um ponto crítico e intermediário de decisão que influencia a solução final. Uma vez que o grupo respondeu à pergunta do passo em questão, eles passam ao

passo seguinte. O que se necessita no passo seguinte é baseado no que foi feito nos passos anteriores.

4.2.3 Promoção e Monitoramento da Discussão

Promover e monitorar a discussão do caso se refere a determinar em quais oportunidades e com que intenções uma intervenção é feita pelo sistema durante a discussão do caso. De maneira semelhante ao que acontece na sala de aula tradicional com o professor que ensina com estudos de caso, existirão oportunidades nas quais o sistema deve intervir, dando ao estudante algum tipo de orientação ou assistência. Com o objetivo de identificar algum padrão que as contribuições ao diálogo referentes à discussão do caso possam seguir, realizamos um estudo empírico qualitativo (Rosatelli & Self, 1998) com pares de estudantes trabalhando colaborativamente na solução de um estudo de caso. Os diálogos resultantes deste experimento foram revisados e neste foram identificados alguns padrões de expressão, os quais foram classificados como específicos da discussão ou como específicos do caso. Os primeiros se referiam ao processo de negociação para se chegar a um acordo. Os últimos estavam relacionados às questões dos passos e ao que foi incluído nas respostas anteriores, ou mesmo ao conteúdo do estudo de caso (isto é, relacionado ao domínio). Entre estes dois tipos enfoca-se os padrões de expressão específicos do caso. Estes podem caracterizar um mal entendido a respeito do processo de solução do caso, denotando dificuldades em responder à uma questão de um passo em particular ou então um mal entendido sobre o que está colocado no estudo de caso. Isso implica no sistema ter um mecanismo para seguir e raciocinar dinamicamente sobre o caminho de solução seguido pelos estudantes. O conhecimento do sistema sobre um caso é conseqüentemente mantido num nível tal suficiente para identificar e iniciar intervenções a respeito dos mal entendidos sobre o que está colocado no caso.

4.2.4 Aprendizagem Individual

A abordagem dos Sete Passos como incorporada pelo sistema, implica tanto em aprendizagem individual como em aprendizagem colaborativa. A aprendizagem

colaborativa será discutida abaixo. A respeito da aprendizagem individual Grossman (1992) (baseado no trabalho de Fenstermacher e Soltis (1986)), inclui como uma das sugestões aos professores que trabalham com estudos de casos que eles solicitem que os alunos leiam os casos e considerem as suas próprias respostas antes da discussão em aula.

4.2.5 Colaboração

A aprendizagem colaborativa é uma característica implícita no método de aprender com estudos de caso (Christensen & Hansen, 1987), já que o método requer que os estudantes colaborem para resolver um estudo de caso. Em outras palavras, a colaboração é necessária no aprendizado baseado em casos dado que o método geralmente é aplicado a grupos e demanda dos seus membros uma solução conjunta para o caso. O grupo como um todo tem que concordar sobre essa solução e o consenso é atingido através de uma discussão. Então, a aprendizagem colaborativa, definida como “uma atividade coordenada e síncrona que é o resultado de uma tentativa continuada de construir e manter uma concepção compartilhada de um problema” (Roschelle & Teasley, 1995), se adequa perfeitamente ao tipo de interações necessárias ao método. Além disso, o papel do professor nas interações é decididamente colaborativo, já que ele atua como um membro do grupo nas discussões do caso.

O sistema também colabora com os estudantes. Ele assume o papel desempenhado pelo professor na discussão do caso, de um parceiro dos estudantes, ao invés de ser um repositório de conhecimento ou uma fonte de especialidade. O seu envolvimento da discussão tem o propósito de encorajar o aprendizado, maximizando então as oportunidades de aprendizado dos estudantes (ver Seção 3.4.2). Isso é conseguido através do tipo de intervenções que o sistema faz.

4.2.6 Tempo

A aplicação do método de casos na sala de aula tradicional tem limites de tempo, assim como qualquer outra atividade de sala de aula. Os limites de tempo a respeito da solução

do estudo de caso são supostamente específicos de cada caso. Eles são estimados (por exemplo, pelo professor) de maneira semelhante à estimativa de tempo feita para a duração máxima da resolução um problema. É importante notar que na literatura revisada nenhum estudo abordando essa questão foi encontrado.

No presente sistema não existem restrições de tempo a respeito do aprendizado individual (isto é, quando o estudante trabalha sozinho, *off-line*). Os estudantes podem levar tanto tempo quanto necessário para elaborarem as suas respostas individuais quando a solução do caso é desenvolvida em mais de uma sessão (o que não é possível se o caso vai ser resolvido em apenas uma sessão com o sistema). Por outro lado em ambos os casos (resolvendo o caso em uma ou mais de uma sessão) o aprendizado colaborativo, feito *on-line*, deve respeitar os limites de tempo.

4.2.7 Participação

O sistema não tem como objetivo avaliar as contribuições individuais dos estudantes. Entretanto, ele deve encorajar a participação sempre que esta estiver concentrada em maior grau em apenas um dos membros do grupo, ao longo das diferentes fases da solução do caso, num número significativo de situações. Em tais situações geralmente o(s) outro(s) estudante(s) oferece(m) apenas um pequeno número de contribuições as quais, via de regra, constituem um conjunto de aquiescências com as idéias dos outros membros do grupo.

4.2.8 Problemas com o Método de Casos Considerados pelo *Design* do Sistema

O *design* do sistema tem como objetivo atacar os problemas que o método de ensinar com estudos de casos normalmente apresenta na sala de aula tradicional (ver Seção 3.5). Acredita-se que no sistema isso é obtido através tanto da orientação dada pela abordagem dos Sete Passos como pela promoção e monitoramento da discussão que eventualmente resultam em intervenções do sistema, quando necessário. Em resumo, considera-se que as diferentes funções do sistema que dão esse suporte minimizam os

problemas que o método de casos apresenta, nesse cenário de aprendizado (ensino a distância, sistema baseado em computador, colaboração, etc.).

4.3 Ensino a Distância Baseado em Casos

O objetivo do *design* do sistema de dar suporte à atividade de grupo no ensino a distância baseado no método de casos implica em habilitar dois ou mais estudantes a distância a realizar uma atividade colaborativa de estudo de caso na *World Wide Web* (Web). Uma sessão típica para resolver um estudo de caso a distância de acordo com o *design* do sistema proposto é imaginado como descrito abaixo.

- **Materiais de Ensino/Aprendizagem**

Os materiais de ensino/aprendizagem consistem, além do texto do estudo de caso, de uma breve explicação sobre o método, enfatizando a importância tanto da discussão do caso como de se chegar a um acordo sobre a solução do mesmo. Esses materiais também incluem informações relevantes, tais como instruções aos estudantes de como proceder para resolver o caso de acordo com a abordagem dos Sete Passos nesse ambiente (isto é, que ferramenta usar, como e quando) e como o sistema irá dar o suporte a este processo. O texto do estudo de caso irá apresentar, adicionalmente ao seu conteúdo, uma questão a ser respondida, uma decisão a ser tomada, ou um dilema a ser resolvido. Além disso, os materiais de ensino/ aprendizagem também compreendem os Sete Passos. Cada passo, assim como o seu objetivo, a questão e a atividade relativa à cada um deles, são apresentados. Depois de ler o caso os alunos iniciam o processo de solução.

- **Aprendizagem Individual**

Depois de ler as instruções e o texto do estudo de caso os estudantes começam pela pergunta colocada no primeiro passo, trabalhando individualmente, *off-line*. Em seguida eles devem apresentar ao grupo as suas respostas individuais à pergunta daquele passo.

- **Aprendizagem Colaborativa**

A seguir, os estudantes devem colaborar uns com os outros, trabalhando em grupo. Eles devem alcançar um consenso de maneira a ter apenas uma resposta conjunta para o grupo, tendo como ponto de partida suas respostas individuais. Eles devem discutir e concordar sobre uma resposta comum, baseado nas diferenças ou semelhanças entre as suas opiniões individuais.

- **Solução do Caso**

Quando os estudantes chegam num acordo, eles apresentam a sua resposta conjunta. Depois de terminar a resposta do passo em questão, eles passam para o próximo passo, onde o procedimento anterior acontece novamente. Ao prosseguir seqüencialmente através dos passos, os estudantes vão sendo guiados para a solução do caso.

- **Feedback do Sistema**

O *feedback* do sistema está relacionado com o papel do professor na sala de aula tradicional com relação ao desenvolvimento da solução do caso. Durante uma sessão este *feedback* consiste em fazer intervenções e apresentar informações relevantes em momentos oportunos para os alunos.

4.4 Ambiente e Ferramentas

A sessão detalhada acima dá as diretrizes para os requisitos do sistema em termos de como ele vai operar e quais ferramentas devem ser incluídas no ambiente de aprendizagem. O primeiro aspecto importante a ser considerado é que o método de casos é baseado em colaboração e conseqüentemente foi feita a opção por um ambiente de aprendizagem colaborativa. Tal ambiente permite que os estudantes se comuniquem e realizem trabalho colaborativo. Como o sistema é baseado na Web e na Internet, o ambiente naturalmente segue um modelo de computação cliente/servidor e portanto inclui clientes e servidores. Para proporcionar as condições de executar os procedimentos descritos acima (ver Seção 4.3) o ambiente deve incluir um conjunto de ferramentas que é concebido de modo a permitir a realização de tarefas de aprendizado

específicas, visando atingir os objetivos de aprendizado. Estas devem ser usadas pelos estudantes de acordo com a atividade que eles estão desenvolvendo. Sendo assim, cada ferramenta serve a um propósito diferente, em pontos diferentes durante a solução do caso. O conjunto básico de ferramentas é composto de:

- Um *browser* para acessar os materiais de ensino/aprendizagem;
- Um *chat* onde se faz a discussão;
- Um editor de texto, onde os participantes podem editar o texto de suas respostas.

O uso dessas três ferramentas em particular foi determinado pela utilização do método de casos e da abordagem dos Sete Passos na sala de aula tradicional. O uso do *browser* está implícito na concepção do sistema, já que a Web é a mídia para apresentar os materiais de ensino/aprendizagem. O editor de texto é usado para apresentar e registrar as respostas às perguntas colocadas em cada passo. O *chat* é onde a discussão para se chegar a um acordo sobre as respostas a cada pergunta dos passos, e sobre a solução do caso, acontece. O ponto de partida para a discussão são as diferenças e/ou similaridades entre as respostas individuais, visualizadas com o editor de texto.

4.5 Conclusão

Nesse capítulo detalhou-se como os aspectos teóricos envolvidos tanto no aprendizado baseado em casos como nos Sete Passos são incorporados num ambiente de aprendizado colaborativo baseado em computador. Os Sete Passos foram descritos em maiores detalhes a partir de uma perspectiva computacional, e as perguntas usadas pelos professores que trabalham com estudos de casos na sala de aula tradicional foram relacionadas. A seguir, as questões que embasam o *design* do sistema foram colocadas e nosso modelo de aprendizado baseado em casos foi apresentado. Por fim, de acordo com o que foi proposto, os requisitos do sistema foram determinados.

No próximo capítulo é apresentada a implementação do que está descrito neste capítulo. Os princípios e idéias incluídos no *design* do sistema são descritos de uma forma computacional e as técnicas de Inteligência Artificial empregadas para executar as funções do sistema são explicadas.

5 Um Ambiente Inteligente para o Ensino Baseado em Estudos de Casos a Distância

No presente capítulo descreve-se o sistema desenvolvido, o qual pode ser definido como um ambiente inteligente para o ensino a distância baseado em estudos de casos. Mais especificamente, ele consiste de um ambiente inteligente para o aprendizado colaborativo que roda na Internet. A sua implementação tem o objetivo de cumprir o que foi concebido e descrito no capítulo anterior, em termos da funcionalidade do sistema. Sendo assim, primeiro detalha-se a arquitetura do sistema. A seguir apresentam-se os componentes do sistema e suas respectivas funções. Essas funções são desempenhadas pelos agentes inteligentes definidos na arquitetura do sistema. Por fim, a interface com o usuário do sistema é ilustrada e as diferentes funções do mesmo são demonstradas.

5.1 Arquitetura do Sistema

A presente seção começa com uma discussão sobre o conceito de agentes inteligentes. O objetivo é dar uma visão geral sobre essa área de pesquisa e situar teoricamente o conceito de agentes usado nesta tese. A seguir, a arquitetura baseada em agentes é detalhada e os tipos de agentes são apresentados, detalhando como eles se comunicam e operam no ambiente.

5.1.1 Agentes Inteligentes

A literatura sobre agentes inteligentes ao longo dos últimos poucos anos tem apresentado uma grande discussão sobre o assunto. A maior parte dessa discussão refere-se à fazer a diferença entre um agente inteligente e um programa comum, na medida em que a palavra agente tem sido apropriada para caracterizar quase tudo em termos de software. Isso equivale a dizer que esta discussão consiste em uma tentativa

de estabelecer uma definição comum de agentes inteligentes, agentes autônomos ou simplesmente agentes e determinar suas respectivas propriedades e características. Os trabalhos de Wooldridge e Jennings (1995), Nwana (1996) e Müller (1998) constituem revisões bastante completas da área e relatam as definições, propriedades e classificações de agentes mais importantes, dadas por diferentes autores da área de Inteligência Artificial (IA) durante os últimos anos. Para fazer isso, tais autores, de maneira geral, relatam os conceitos adotados pelos diferentes pesquisadores que trabalham com agentes e os usam como uma base para apresentar a sua própria definição, propriedades e/ou características de agentes sob um determinado ponto de vista. Aqui apresentamos algumas das referências que são os fundamentos para essas revisões, assim como algumas outras que também são relevantes (Sycara et al., 1996; Lander, 1997; Petrie, 1996; Franklin & Graesser, 1997). A seguir, sintetiza-se os trabalhos (Wooldridge & Jennings, 1995; Nwana, 1996, Müller, 1998) que, em nosso ponto de vista colocaram as fontes primárias dentro de uma estrutura teórica. Finalmente, situa-se, neste contexto, os agentes do sistema apresentado nesta tese, isto é, o conceito de agentes que está implementado e é implícito no sistema desenvolvido.

5.1.2 Definições de Agentes

Muitos autores diferentes se aventuraram em dar ao termo **agentes** uma definição e até mesmo em estabelecer as propriedades e/ou características de agentes. Tais definições geralmente variam de acordo com o ponto de vista do autor, o que por sua vez, depende da sua formação, área de trabalho, etc. Entre as definições existentes, as mais significativas e interessantes são as que se coloca abaixo.

De acordo com Maes (1995), os agentes autônomos são sistemas computacionais que habitam algum ambiente dinâmico complexo, sentem, e agem nesse ambiente e realizam um conjunto de objetivos ou tarefas para as quais eles foram designados. Em (Maes, 1996) a autora acrescenta alguns comentários para fazer a diferença entre um agente e um software comum. Os agentes têm um senso de si mesmos como entidades independentes, que sabem quais são os seus objetivos e vão procurar atingi-los. Outras características importantes que ela enfatiza são a robustez e adaptabilidade, a capacidade de aprender com a experiência e de responder a situações não antevistas

utilizando métodos diferentes. Os agentes devem também ser autônomos, de forma que de acordo com o seu estado atual de percepção do ambiente, eles agem para progredir em direção a seus objetivos.

Foner (1993) não apresenta explicitamente nenhuma definição de agentes, mas lista o que ele considera como as “noções cruciais” que definem o que um agente é. Tais noções podem ser vistas em termos das propriedades que os agentes devem satisfazer, por exemplo, autonomia, capacidade de ser personificado, discurso, cooperação, risco e verdade, antropomorfismo, etc. Além disso, pode-se identificar alguns aspectos importantes do conceito de agentes de Foner (1993) entre as suas noções cruciais. Tais aspectos vão, num certo sentido, na mesma direção de algumas definições de outros autores. Por exemplo, a noção de autonomia, que de acordo com ele requer aspectos de **ação periódica, execução espontânea e iniciativa**, parece ter relação com a propriedade de proatividade de Wooldridge e Jennings (1995). Ou mesmo a noção de capacidade de personificação, onde o autor enfatiza que a questão principal de um agente é **habilitar as pessoas a fazer melhor alguma tarefa**, que pode estar associado ao conceito de agentes como alguma coisa que age em favor do outro.

Existem ainda outros aspectos que vale a pena mencionar a respeito das noções cruciais de Foner (1993). Cooperação, por exemplo, a qual nesse caso tem o sentido de que tanto o humano quanto o agente colaboram para executar uma tarefa. Discurso, que implica um *feedback* de duas vias entre o agente e o usuário, de maneira a se chegar a um acordo sobre o que vai ser feito e por quem. Ou ainda, risco e verdade, os quais envolvem o quanto um usuário deve confiar num agente e qual é o custo do erro de um agente.

Genesereth e Ketchpel (1994) definem agentes de software com uma abordagem que vem da engenharia de software baseada em agentes, a qual enfatiza a interoperabilidade entre o software num ambiente dinâmico. Na visão dos autores os agentes de software são programas escritos componentes de software que se comunicam com outros pares através da troca de mensagens numa **linguagem de comunicação** de agentes. Os autores também acrescentam que a despeito dos agentes poderem ser tão simples quanto uma sub-rotina, geralmente eles são entidades maiores, com algum tipo de controle persistente.

Russell e Norvig (1995) definem um agente como qualquer coisa que pode ser vista como percebendo seu ambiente através de sensores e agindo nesse ambiente através de seus *effectors*. Como se pode observar, essa definição é bastante ampla. Entretanto, os autores apresentam tanto algumas características de seus agentes como algumas distinções entre os agentes abordados pela definição deles. Por exemplo, eles afirmam que um agente racional ideal realiza a ação que maximiza a sua medida de *performance*, dada a seqüência percebida que ele anteviu até então. Isso adiciona a dimensão de racionalidade a um agente. Eles também mencionam autonomia, declarando que um agente é autônomo na medida em que seu comportamento é determinado pela sua própria experiência, ao invés de seu conhecimento incorporado sobre o ambiente.

Com relação aos diferentes tipos de agentes, Russell e Norvig (1995) citam agentes reflexivos, agentes baseados em objetivos e agentes baseados em utilidade. Agentes reflexivos são aqueles que respondem imediatamente a percepções, usando regras de produção. Agentes baseados em objetivos são aqueles que agem de forma a atingir seu(s) objetivo(s). E, finalmente, existem agentes baseados em utilidade, os quais tentam maximizar a sua própria “felicidade”, isto é, um estado do mundo que tem uma utilidade maior para o agente.

Hayes-Roth (1995) afirma que os agentes inteligentes desempenham continuamente três funções: percepção das condições dinâmicas no ambiente; ação para afetar as condições no ambiente; e raciocínio para interpretar percepções, resolver problemas, fazer inferências, e determinar ações. Ela acrescenta que a percepção pode tanto levar ao raciocínio que guia a ação, ou direciona a ação imediatamente. Essa observação dá uma idéia que os agentes dela possuem tanto o componente colaborativo como o reativo. Adicionalmente, ela reconhece que a definição engloba uma ampla gama de tipos de agentes, dentre os quais, por exemplo, agentes biológicos, correspondendo à comportamentos sofisticados e versáteis, e agentes artificiais, de comportamento limitado e estereotipado.

Além disso, Hayes-Roth (1995) reivindica que tais diferenças nas capacidades definem em que classe de ambientes (nicho) um certo tipo de agente vai funcionar. A classe de ambientes é caracterizada pelas tarefas que o agente desempenha, os seus recursos, suas condições contextuais, e seus critérios de avaliação. Assim, a autora toma um caminho

de raciocínio um pouco diferente dos outros teóricos de agentes na medida em que ela defende que uma arquitetura de agentes determina o comportamento potencial dos agentes e, como consequência, o nicho que no qual ele está apto a funcionar (sendo que o inverso também é verdadeiro). É importante lembrar que, para a autora, uma arquitetura de agentes significa o conjunto de componentes estruturais no qual percepção, raciocínio, e ação ocorrem, a funcionalidade e interface específica de cada componente, e a topologia de interconexão entre os componentes. Hayes-Roth (1995) argumenta que os agentes da IA atuais são limitados pelo nicho, por causa da sua limitação em conhecimento e arquitetura. Ela enfoca a classes de sistemas inteligentes adaptativos, cujos nichos apresentam variabilidade em seus ambientes (tarefas, recursos, condições contextuais e critério de avaliação como mencionado acima). Como resultado os agentes, para a autora, devem possuir a propriedade de adaptação.

Antes de colocar a sua definição de agentes Shoham (1993) também menciona o uso popular crescente da palavra agente. E, como consequência, a perda do sentido original da palavra, como alguém que age em benefício de outra pessoa. O autor acha que geralmente, a comunidade da IA se refere a um agente como uma entidade que funciona continuamente e autonomamente num ambiente, junto com os outros processos e entre outros agentes. O autor aponta que talvez isso (autonomia) seja a única propriedade uniformemente assumida por tal comunidade, no sentido de que os agentes realizam atividades sem a orientação ou intervenção humana constante. Outra propriedade dos agentes é que se supõe que eles sejam de alto nível. Essa qualidade de alto nível, apesar de ser algumas vezes vaga, pode ser tomada como uma maneira de distinguir agentes de outros softwares, já que estes devem ter representações simbólicas e/ou alguma função do tipo cognitiva. Shoham (1993) quer dizer com o termo agente uma entidade cujo estado é visto como consistindo de representações mentais como crenças, capacidades, escolhas e compromissos. De acordo com ele, o que faz a diferença entre um software e um agente é se a sua análise (autonomia) e controle são feitos em termos mentais.

Franklin (1995) não dá propriamente uma definição aos agentes, mas como um ponto de partida propõe que se pense num agente autônomo como uma criatura que sente o seu ambiente e age nele de forma a cumprir sua própria agenda. Além disso o autor acrescenta que, visto como tal, um agente (não importa qual o tipo de agente) tem uma única e principal função de escolher o que fazer a seguir, isto é, produzir a ação

apropriada. Franklin (1995) discute o trabalho de Brustoloni (1991), quem ele acredita produziu os princípios de uma teoria sobre agentes autônomos. O autor (Franklin, 1995) reivindica que agentes autônomos não devem estar sob o controle de algum outro agente para ser considerado autônomo. Ele relaciona esse conceito com o conceito de ação proposital sobre o qual Brustoloni (1991) fala. Além disso, a respeito do requisito de “mundo real” de Brustoloni, Franklin entende-o como significando o ambiente no qual o agente vive.

Brustoloni (1991), por sua vez, definiu agentes autônomos (explicitamente rejeitando a expressão agentes inteligentes uma vez que ela traz a tona a questão delicada sobre o que é inteligência) como sistemas que são capazes de ações autônomas e propositas no mundo real. Ele coloca como propriedades essenciais dos agentes, primeiramente, que eles sejam reativos. Eles devem ter a capacidade de responder, a tempo, à estímulos vindos do ambiente a qualquer tempo. Segundo, eles devem estar aptos a desempenhar funções intencionais. Eles as desempenham não exatamente porque eles são direcionados a objetivos, mas porque eles têm impulsos e realmente buscam satisfazer esses impulsos. E também, ao encontrar como satisfazer os seus impulsos, eles fazem algum tipo de planejamento. Numa tentativa de evitar o que o autor chama de a dicotomia clássica entre arquiteturas reativas e simbólicas, Brustoloni (1991) classifica seus agentes como de regulação, de planejamento ou adaptativos. Tal diferenciação é feita em termos da quantidade de conhecimento incorporada no sistema. Conseqüentemente, os agentes de regulação não fazem planejamento, e lidam com qualquer coisa com as quais eles são confrontados. Os agentes de planejamento, obviamente, fazem planejamento, além de fazer o que um agente de regulação faz. Agentes adaptativos planejam, mas também estão aptos a adquirir o conhecimento necessário para o planejamento.

Sycara et al. (1996) concordam que a definição de agentes inteligentes ainda está por vir, mas afirmam que é senso comum no momento a noção de que os agentes inteligentes de software são programas que agem em benefício de seu usuário humano para desempenhar tarefas trabalhosas de coleta de informações. A seguir eles apresentam o que eles denominam abordagens competitivas para agentes: agentes de interface, que possuem conhecimento simples, estão aptos a resolver problemas e cuja tarefa principal é filtrar a informação; *softbots*, também um agente único com um

conhecimento geral para desempenhar uma vasta gama de tarefas delegadas pelo usuário; e sistemas multiagentes. Sistemas multiagentes ampliam, na opinião dos autores, a noção de agentes inteligentes porque eles podem primeiramente, interagir tanto com um humano ou com outro agente e segundo, possuir mecanismos explícitos para comunicação e interação com outros agentes. Tais sistemas multiagentes compreendem agentes de interface, agentes de tarefas e agentes de informação. Os autores também relacionam as características desejáveis de agentes (ver Tabela 2).

Tabela 2. Características desejáveis de agentes (adaptado de Sycara et al., 1996)

Característica	Significado
Ordenável	apto a seguir ordens de humanos e de outros agentes
Centrado na rede	distribuído e auto-organizado
Semiautônomo	não sempre sob o controle humano direto. O usuário deve estar apto a controlar o grau de autonomia do agente
Persistente	capaz de longos períodos de operação não assistida
Confiável	apto a atender as necessidades do usuário de forma que estes desenvolvam confiança no desempenho dos agentes.
Antecipatório	apto a antecipar as necessidades de informação do usuário através de modelos de tarefas, papel e situações, assim como aprender a servir como um <i>cache</i> inteligente para adquirir e manter a informação provável de ser requisitada.
Ativo	apto a iniciar atividades de resolução de problemas, antecipar necessidades de informação do usuário e chamar a atenção deste para a informação relevante para uma situação, o que envolve decidir quando fundir a informação ou apresentar a informação bruta.
Colaborativo	apto a interagir com humanos e agentes de outras máquinas. Interações colaborativas permitem aos agentes resolver conflitos e inconsistências na informação, tarefas atuais e modelos de mundo, desta forma melhorando suas capacidades de apoio à decisão.
Flexível	apto a lidar com a heterogeneidade de outros agentes e dos recursos de informação
Adaptativo	apto a acomodar necessidades mutáveis dos usuários e do ambiente

Lander (1997) adota o mesmo estilo de raciocínio, tanto reconhecendo que o conceito de agentes ainda não está definido e enfocando sistemas multiagentes. Depois de apontar alguns problemas que podem ser originados pela falta de uma definição clara de agentes, a autora categoriza de forma ampla a pesquisa sobre agentes em três grandes áreas: **sistemas de agentes colaborativos, assistentes pessoais, e agentes móveis.**

A primeira área da tecnologia de agentes, a saber, sistemas de agentes colaborativos, envolve integrar componentes de software baseados em conhecimento, semi-autônomos e heterogêneos em aplicações coordenadas (Lander, 1997). De acordo com a autora isso inclui desenvolver padrões e métodos tal que a informação e as aplicações possam ser usadas em várias máquinas, plataformas, linguagens e representações de processamento de dados. Também envolve desenvolver infra-estruturas, teorias e protocolos para coordenar componentes e negociar compensações entre as restrições de vários especialistas.

A segunda área se refere aos assistentes pessoais, definidos como agentes de software que auxiliam o usuário no gerenciamento de informações e tarefas. Eles incluem interfaces adaptativas, software que representa o usuário de alguma maneira (por exemplo, em compras), mecanismos de buscas baseados na *World Wide Web* (Web) e filtros de mensagens.

Finalmente, a terceira área da tecnologia de agentes são agentes móveis que se transportam para um *host* remoto para processar a informação. A autora (Lander, 1997) conclui enfatizando que esta é uma visão bastante ampla de agentes. Um agente é considerado qualquer componente de software autônomo relativo que está apto a se comunicar com humanos ou com outros componentes de software, que contribuem com sua especialidade em alguma matéria, esteja este componente representando um usuário ou desempenhando uma tarefa.

Franklin e Graesser (1997) relatam as diferentes definições, como elaboradas pelos diversos autores, seguidas por um breve comentário deles mesmos a respeito do que é enfatizado em cada definição. Eles então propõem a sua própria definição, listam as propriedades dos agentes, e por fim definem uma taxonomia para os agentes autônomos. Segundo os autores um agente autônomo é um sistema que se situa dentro e faz parte de um ambiente, sente este ambiente e age nele ao longo do tempo no cumprimento da sua

própria agenda, o que afeta o que ele sente no futuro (Franklin & Graesser, 1997). Além disso os autores observam que os agentes podem ser classificados de acordo com algumas propriedades, mas na opinião deles todos os agentes devem ao menos satisfazer as quatro primeiras dessas propriedades (ver Tabela 3).

Tabela 3. Propriedades dos agentes (adaptado de Franklin e Graesser, 1997).

Propriedade	Outros Nomes	Significado
Reativo	sensível e atuante	responde a tempo a mudanças no ambiente
Autônomo		exercita controle sobre as suas próprias ações
Orientado a objetivos	proativo	não age simplesmente em resposta ao ambiente
Contínuo no tempo		é um processo que roda continuamente
Comunicativo	socialmente apto	se comunica com outros agentes, talvez incluindo pessoas
Aprendiz	adaptativo	muda o seu comportamento baseado na experiência prévia
Móvel		apto a se transportar de uma máquina para outra
Flexível		as ações não seguem um <i>script</i>
Personagem		personalidade confiável e estado emocional

Outra fonte de discussão interessante sobre a definição de agentes é o artigo de Petrie (1996), que tem por sua vez o artigo de Franklin e Graesser (1997) como um ponto de partida⁸. A discussão tem um enfoque em agentes “úteis para a engenharia”. O autor começa enfatizando três problemas principais com as definições de agentes que tentam usar palavras como “autônomos” e “inteligentes”. Na visão do autor, primeiro, tais palavras tem significados subjetivos. Segundo, esses rótulos subjetivos não são aplicáveis a um objetivo de *design* no sentido de que, se um agente é alguma coisa que desempenha uma tarefa, de forma que ele pode ser considerado inteligente ou auto dirigido, porque um agente é um tipo de software e não outro? E, terceiro, não existe

⁸ Petrie (1996) discute o artigo de Franklin e Graesser (1997) baseado numa versão anterior à referenciada aqui. Essa é a razão da discrepância nas datas das publicações.

uma definição de inteligência que possa distinguir um agente de todos os outros softwares inteligentes.

Petrie (1996) enfoca autonomia versus inteligência e aponta que a razão para usar esses termos é uma tentativa de distinguir um agente de um mero servidor, móvel ou não, e está relacionado ao contexto de uma comunidade/tecnologia. O último termo se refere a teorias de arquiteturas, comunicações e características humanas de agentes independentes de domínio e abstratas; a primeira não tem significado técnico formal. Isto é a razão pela qual, na opinião do autor, teorias que definem qualidade da agência como forte, como a de Wooldridge e Jennings (1995), são discutíveis, especialmente por causa do uso de termos subjetivos como intenção e crença.

Petrie (1996) também considera uma questão que ele acha que está de alguma forma fora da comunidade de pesquisa da IA. A saber, os agentes da Web que fazem buscas para o usuário, os quais ele coloca, não tem inteligência e devem ser chamados de servidores ao invés de agentes. A única coisa que o autor concorda é chamar de agentes móveis algumas aplicações de software que são construídas sobre uma tecnologia que os permite ir de máquina para máquina. Por fim, o autor coloca que o conceito de agentes está associado com um protocolo e linguagem de comunicação comum, como os agentes KQML, de Genesereth e Ketchpel (1994). Essa questão serve de base para Petrie (1996) estabelecer o que caracteriza um agente. O autor acha que um agente deve trocar mensagens em um protocolo compartilhado de forma a desempenhar coletivamente uma tarefa para ser considerado diferente de um sistema especialista, por exemplo. Um agente deve também estar apto a voluntariar informação, a iniciar uma mensagem. Tais pré-requisitos demandam que o protocolo de comunicação seja *peer-to-peer*, ao invés de cliente-servidor, o que especialmente torna agentes da Web impróprios, ao menos quanto à mensagens digitadas. Os *tags* HTML descrevem um formato e os agentes precisam de uma semântica baseada em tarefas. Dentro dessa perspectiva, o autor conclui que o ambiente Web pode até ser chamado hostil aos agentes, tendo em vista a sua natureza cliente/servidor e seus dados não estruturados.

5.1.3 Revisões sobre Agentes

Os trabalhos apresentados nesta seção são revisões sobre a área de agentes inteligentes. Tais revisões têm a característica de colocar numa estrutura teórica os vários trabalhos sobre agentes, situando essas fontes primárias (como, por exemplo, os trabalhos citados na seção anterior, como também alguns outros) num contexto.

De acordo com Nwana (1996), Wooldridge e Jennings (1995) tem o mérito de ter tentado uma revisão extensiva dessa área, o que do ponto de vista da teoria, arquitetura e linguagens. Wooldridge e Jennings (1995) apresentam duas definições de agentes, de acordo com o uso feito dessa palavra. Na sua noção fraca o termo é usado para definir um sistema de computador que goza das propriedades de autonomia, habilidade social, reatividade, e proatividade. Na sua noção forte de agência, eles levam em consideração particularmente os agentes que trabalham com IA. Sendo assim, um agente é visto como um sistema de computador que possui as propriedades acima, mas é concebido também com características humanas, por exemplo, um agente que usa noções mentais (conhecimento, crença, intenção) ou agentes emocionais.

Wooldridge e Jennings (1995) estruturam a sua revisão então em torno das questões mencionadas anteriormente, a saber, teorias, arquiteturas e linguagens de agentes. As **teorias de agentes** enfocam as teorias formais de agentes que expressam características desejáveis de agentes. **Arquiteturas de agentes** abordam o aspecto prático da matéria, ou seja, a construção de sistemas computacionais que satisfazem as propriedades delineadas nas teorias de agentes. As **linguagens de agentes** estão relacionadas com a programação de sistemas computacionais de acordo com as teorias de agentes. Finalmente, os autores também examinam algumas aplicações de agentes, tanto atuais quanto potenciais.

No tópico sobre **teorias de agentes** Wooldridge e Jennings (1995) descrevem agentes como sistemas intencionais, processando tanto atitudes de informação (por exemplo, crença, conhecimento) quanto proatitudes (por exemplo, desejo, intenção, obrigação, comprometimento, escolha, etc.). Atitudes de informação estão relacionadas com o que o agente sabe sobre o mundo que ele habita, enquanto que proatitudes têm relação com a ação do agente. Os autores observam que uma teoria completa de agência, envolvendo lógica e as propriedades relacionadas acima (crença, conhecimento, desejo, etc.) deve

definir as relações entre os atributos de agência, isto é, a relação entre os vários elementos que compreendem o estado cognitivo do agente. Eles concluem colocando que o papel desempenhado por tal teoria de agência é representar especificações para agentes.

A respeito das **arquiteturas de agentes** Wooldridge e Jennings (1995) basicamente dividem a matéria em três grupos principais. O primeiro é a abordagem clássica, que se refere às arquitetura deliberativas. Estas contêm um modelo simbólico do mundo representado de maneira explícita e as decisões são tomadas baseadas no raciocínio lógico, no casamento de padrões e na manipulação simbólica. Isso significa que um agente desse tipo provavelmente tem um sistema de planejamento. O segundo é uma abordagem alternativa e tem relação com as arquiteturas reativas, as quais não incluem modelos simbólicos do mundo e não usam raciocínios simbólicos complexos. O último são as arquiteturas híbridas, que tentam fazer uso tanto das abordagens anteriores, contendo um modelo simbólico do mundo, desenvolvendo planos e tomando decisões, mas também reagindo a eventos, que ocorrem no ambiente sem usar raciocínio complexo. Tais arquiteturas são geralmente construídas em camadas e o componente reativo tem precedência sobre o deliberativo.

A respeito das **linguagens de agentes** Wooldridge e Jennings (1995) apresentam uma breve descrição de algumas das linguagens existentes, enfatizando a importância da sua emergência como sinalizadora do uso prático e mais amplo da tecnologia de agentes. Eles também dividem as linguagens de agentes em categorias (linguagens deliberativas e reativas, de acordo com a sua correspondência com a teoria de agentes, assim como eles fazem com as arquiteturas de agentes).

Finalmente os autores (Wooldridge & Jennings, 1995) revisam algumas aplicações da tecnologia de agentes. Dessa forma eles apresentam a sua classificação dos trabalhos atuais, ao menos em termos das aplicações práticas. Elas são, a saber, resolução cooperativa de problemas e IA distribuída, agentes de interface, agentes de informação e sistemas cooperativos de informação, e agentes confiáveis.

Nwana (1996), por sua vez, apresenta uma revisão bastante ampla da área. Primeiro, ele mostra a evolução da pesquisa sobre **agentes de software**, classificando as referências principais dessa área de acordo com suas respectivas ênfases. O autor divide a pesquisa

na área em duas linhas, de acordo com sua perspectiva histórica. A primeira é caracterizada por abordar as questões macro (tais como interação, comunicação, decomposição de tarefas e distribuição, coordenação, cooperação, negociação para resolução de conflitos, etc.) e em geral deriva de trabalhos com agentes colaborativos múltiplos. Sob esse rótulo, o autor (Nwana, 1996) menciona o trabalho de Wooldridge e Jennings (1995), lembrando que estes enfatizam as teorias, arquiteturas e linguagens de agentes. Ele (Nwana, 1996) considera as últimas como uma evolução natural das primeiras, as quais enfatizam as questões macro. Por outro lado, a diversificação nos tipos de agentes sendo investigados é típico de uma segunda linha. Essa linha é muito mais ampla e representa o contexto para o trabalho deste autor.

Nwana (1996) também discute a dificuldade atual de se chegar a um consenso sobre a definição de agentes e os define como a um componente de software e/ou hardware o qual é capaz de agir exatamente para desempenhar tarefas em nome do seu usuário. Além disso, o autor afirma que um componente de software que se enquadra fora das áreas de interseção da Figura 1 não é considerado um agente.

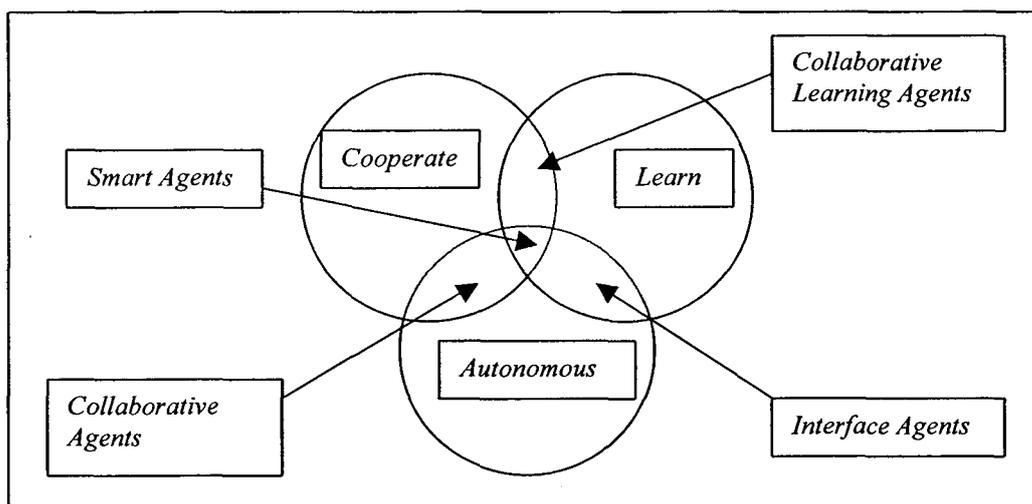


Figura 1. Tipologia de agentes (adaptado de Nwana, 1996).

Uma questão importante no artigo de Nwana (1996) é a tentativa de classificar os tipos diferentes de agentes de software, os quais são extensivamente revisados, com exceção do último (*smart agents*) que no momento ele considera mais uma aspiração dos pesquisadores do que realidade. O autor então identifica os seguintes tipos:

- Agentes colaborativos;
- Agentes de interface;
- Agentes móveis;
- Agentes de informação/Internet;
- Agentes reativos;
- Agentes híbridos;
- Sistemas de agentes heterogêneos (combina dois ou mais dos tipos anteriores) e;
- *Smart agents*.

Agentes colaborativos representam a maioria dos trabalhos da primeira linha investigada por Nwana (1996). Ele relata as características principais dos agentes colaborativos como sendo autonomia, habilidade social, responsividade e proatividade. Tais características tornam possível para estes agentes agir racionalmente e autonomamente em ambientes multiagentes. Eles podem ser benevolentes, racionais, confiáveis, ou uma combinação destes, além de poder aprender também, mas o aprendizado não é fundamental para a sua operação. A negociação é um aspecto que pode ser requerido, se for para eles chegarem a um acordo para realizar alguma tarefa.

As características dos **agentes de interface** são autonomia e aprendizado. Eles também são chamados de assistentes pessoais. Essencialmente eles apóiam e dão assistência através da observação e monitorarão das ações feitas pelo usuário. Sendo assim, os agentes de interface cooperam com o usuário. Nwana (1996) também aponta a sutil diferença entre colaboração com o usuário, característica dos agentes de interface e colaboração com outros agentes, característica dos agentes colaborativos.

Sobre **agentes móveis**, o autor afirma que a mobilidade não é condição nem necessária nem suficiente para a agência, significando que eles são agentes porque são autônomos e cooperam porque eles são móveis. É também importante notar que estes são autônomos e cooperativos mas de uma maneira diferente dos agentes colaborativos.

Os **agentes de informação/Internet** auxiliam o usuário a gerenciar, manipular e organizar a informação de fontes distribuídas. A distinção entre agentes de informação/Internet em contraste com os primeiros dois tipos de agentes (agentes colaborativos e de interface) é que os primeiros são definidos pelo que eles fazem enquanto os últimos são definidos pelo que eles são ou por seus atributos.

Os **agentes reativos** não têm um modelo simbólico interno do mundo. Eles agem em resposta a estímulos do ambiente que eles habitam. O autor reivindica que um ponto importante a respeito desses agentes é que eles são relativamente simples. A complexidade emerge como resultado de uma visão global da interação com outros agentes.

Os **agente híbridos** combinam as características de dois ou mais tipos descritos acima num único agente.

Finalmente, **sistemas de agentes heterogêneos** são definidos fazendo-se a diferença entre estes e os agentes híbridos. Sistemas de agentes heterogêneos referem-se a um *set-up* integrado de ao menos dois ou mais agentes os quais pertencem a duas ou mais classes de agentes diferentes. Eles podem até mesmo conter agentes híbridos.

Müller (1998) por sua vez introduz a sua revisão colocando a indefinição a respeito do termo agentes e afirma que o termo agentes autônomos parece ser uma palavra mágica no mundo da computação nos anos 90. Ele enfatiza que o conceito de programas de software autônomos tem tal importância que isso até mudou o modo como a IA como um todo se define, citando como uma evidência para isso o livro de Russell e Norvig (1995), que é o livro texto mais usado em IA hoje e apresenta o campo com uma abordagem baseada em agentes.

No ponto de vista do autor (Müller, 1998) o coração de um agente autônomo é a sua arquitetura de controle, isto é, a descrição dos seus módulos e de como eles trabalham juntos. Então, ele primeiramente revisa o estado da arte do *design* de arquiteturas de controle para os agentes autônomos. Ele investiga questões relativas à arquitetura levantadas pelas três correntes que influenciam a pesquisa em agentes: agentes reativos, agentes deliberativos e agentes interativos, assim como as propriedades de agentes que cada uma dessas correntes enfoca.

Os **agentes reativos** são construídos de acordo com o paradigma baseado no comportamento, não tem uma - ou no máximo tem uma muito simples - representação interna do mundo, e fazem um casamento rigoroso entre percepção e ação. As propriedades de agentes enfocadas aqui são reatividade e comportamento em tempo real.

Os **agentes deliberativos** são agentes (na tradição da IA simbólica) que tem uma representação simbólica do mundo em termos de categorias tais como crenças, objetivos e intenções, e que possuem mecanismos de inferência lógica para tomar decisões baseadas no seu modelo de mundo. A sua propriedade característica de agente é a habilidade de agir de uma maneira orientada a objetivos e proativa.

Finalmente, **agentes interativos** estão aptos a coordenar as suas atividades com aquelas de outros agentes através das comunicações e em particular, a negociar. A habilidade de comportamento social cooperativo é a propriedade de agentes que tem a ênfase. Esse tipo de agentes tem sido investigado principalmente na IA distribuída: eles podem ter uma representação explícita de outros agentes e podem estar aptos a raciocinar sobre elas. Sendo assim o autor se aprofunda nos desenvolvimentos em agentes interativos.

Müller (1998) comenta que não é surpreendente que a pesquisa em arquitetura de agentes nos anos 90 principalmente tentou reconciliar as propriedades de agentes em arquiteturas de agentes em camadas híbridas (isto é, fazendo uso de diferentes meios de representação ou mecanismos de controle em camadas diferentes). O autor dá então uma visão geral de algumas dessas arquiteturas. Ele também aponta que, até os anos 90, a força motriz por trás do desenvolvimento das arquiteturas de agentes foi a robótica, e o desenvolvimento e a avaliação de muitas das arquiteturas mencionadas nas correntes de pesquisa acima forma feitas utilizando-se aplicações em robótica. Mas, ao longo dos últimos anos, o termo agentes tem sido crescentemente usado em diferentes contextos e muitas das questões de arquitetura levantadas por esses novos desenvolvimentos são da mesma forma investigados. Por exemplo, **agentes confiáveis** que são projetados para serem acreditados pelos humanos; **agentes de software** que agem em favor ou dão assistência aos humanos numa grande variedade de tarefas; e *softbots* que se movem através da Internet desempenhando tarefas similares à maneira que os robôs agem num ambiente físico.

A contribuição mais interessante do trabalho de Müller (1998) no entanto, é quando ele aborda a necessidade dos *designers* de sistemas que precisam de soluções para problemas de aplicações e que consideram usar a tecnologia de agentes para esse propósito. Ele acha que dado a variedade de arquiteturas disponíveis é importante dar

algumas diretrizes que auxiliem o *designer* de sistemas a selecionar a arquitetura de agentes certa ou mais apropriada para um dado domínio de problema.

De forma a fazer isso Müller (1998) primeiro identifica as áreas de aplicação para a tecnologia de agentes. Então, baseado nas diferentes classes de aplicações ele propõe uma taxonomia de agentes inteligentes de acordo com duas dimensões. A primeira dimensão é o estado material dos agentes e inclui: **agentes de hardware**, que são os agentes que tem um *gestalt* físico e que interagem com um ambiente físico através de *effectors* e sensores e **agentes de software** que são programas que interagem com ambientes de software reais ou virtuais.

A segunda dimensão é o modo primário de interação entre os agentes e o seu ambiente, e inclui: **agentes autônomos**, cuja perspectiva se concentra em duas entidades (o próprio agente e o seu ambiente) e sua relação, e engloba virtualmente todos os sistemas de controle autônomos; **multiagentes**, cujos ambientes são classificados em categorias de outros agentes e não agentes, e onde um agente usa o seu conhecimento sobre outros agentes para coordenar as suas ações com aquelas de outros, para fazer melhores previsões sobre o futuro ou para atingir objetivos colaborativamente; e **agentes assistentes**, que primariamente interagem com e agem em prol de um tipo particular de outros agentes, isto é, humanos. Dessa taxonomia o autor deriva seis tipos possíveis de combinações que caracterizam diferentes tipos de agentes: **agentes de hardware autônomos**, **agentes de software autônomos**, **agentes de hardware assistentes**, **agentes de software assistentes**, **multiagentes de hardware** e **multiagentes de software**. Por fim, baseado nessa classificação o autor coloca algumas regras que auxiliam um engenheiro de software ou *designer* de sistema a decidir que arquitetura de agentes (e qual classe conseqüentemente) é provável de ser apropriada para uma certa classe de aplicações.

5.1.4 A Arquitetura Baseada em Agentes do Sistema Desenvolvido

A arquitetura do sistema do presente trabalho é baseada em agentes e suporta a colaboração entre os mesmos através da rede (Thiry, Barcia, Khator & Martins, 1998). Em (Thiry & Barcia, 1999), essa arquitetura é usada como uma base para implementar

uma aplicação de apoio ao ensino a distância. Os autores desenvolveram uma ferramenta colaborativa encapsulada num *browser* Internet inteligente. No presente trabalho, essa arquitetura é usada como uma base para implementar um ambiente colaborativo no qual o foco principal não é mais o *browser*, mas sim um ambiente que inclui um conjunto de ferramentas que dá apoio à atividade de grupo no ensino baseado em casos. O conceito de agentes usado nessa tese e implementado no sistema satisfaz ao menos as quatro propriedades que Franklin e Graesser (1997) colocam como essenciais a um software para que este seja considerado como um agente. Além disso, elas estão em conformidade com o ponto de vista de Petrie (1996) em relação ao protocolo e linguagem de comunicação de agentes. Sendo assim, a arquitetura do sistema inclui agentes que podem ser classificados, de acordo com os tipos de agentes derivados da taxonomia de Müller (1998), como agentes de software autônomos, agentes de software assistentes e/ou multiagentes de software. Além disso, essa arquitetura de agentes enfoca funcionalidades úteis (Rosatelli & Self, 1999).

A arquitetura baseada em agentes é estruturada num sistema de federação multiagentes. As comunicações dos agentes se dão sobre uma estrutura formal baseada numa *Agent Communication Language* (ACL) (Genesereth & Ketchpel, 1994). Essa estrutura estabelece que as comunicações não acontecem diretamente entre os agentes mas sim através de um programa especial chamado **facilitador**. O facilitador é um programa especial (implementado como um agente) que mantém a informação sobre cada agente no sistema. Ele é responsável pelo roteamento das mensagens, funcionando com um *broker*. As mensagens trocadas entre os agentes usam o formato KQML (*Knowledge Query and Manipulation Language*) (Finin et al., 1993). A Figura 2 mostra a estrutura de comunicações usada. Duas bases de dados locais foram implementadas: na primeira, o facilitador armazena toda a informação necessária de forma a rotear mensagens; na segunda base todas as mensagens trocadas são armazenadas.

A arquitetura distribuída definida por Thiry e seus colegas (Thiry, Barcia & Khator, 1998; Thiry, Barcia, Khator & Martins, 1998) é organizada em três classes de agentes: agentes de interface, agente de informação e agente de aconselhamento (ver Figura 2). Os agentes na arquitetura proposta são modelados numa estrutura em camadas. A proposta é oferecer funções bem definidas em cada camada. Essa analogia com a arquitetura de redes permite a independência de implementação para cada camada. A

comunicação entre as camadas é obtida através de uma interface. Essa abordagem também proporciona a modularidade. As premissas básicas do *design* relatadas no Capítulo 4, Seção 4.2 determinam as funções do sistema desempenhadas pelos agentes. É importante notar que existe apenas um agente de informação e um agente de aconselhamento rodando, mas tantos agentes de interface quantos forem os participantes registrados numa sessão.

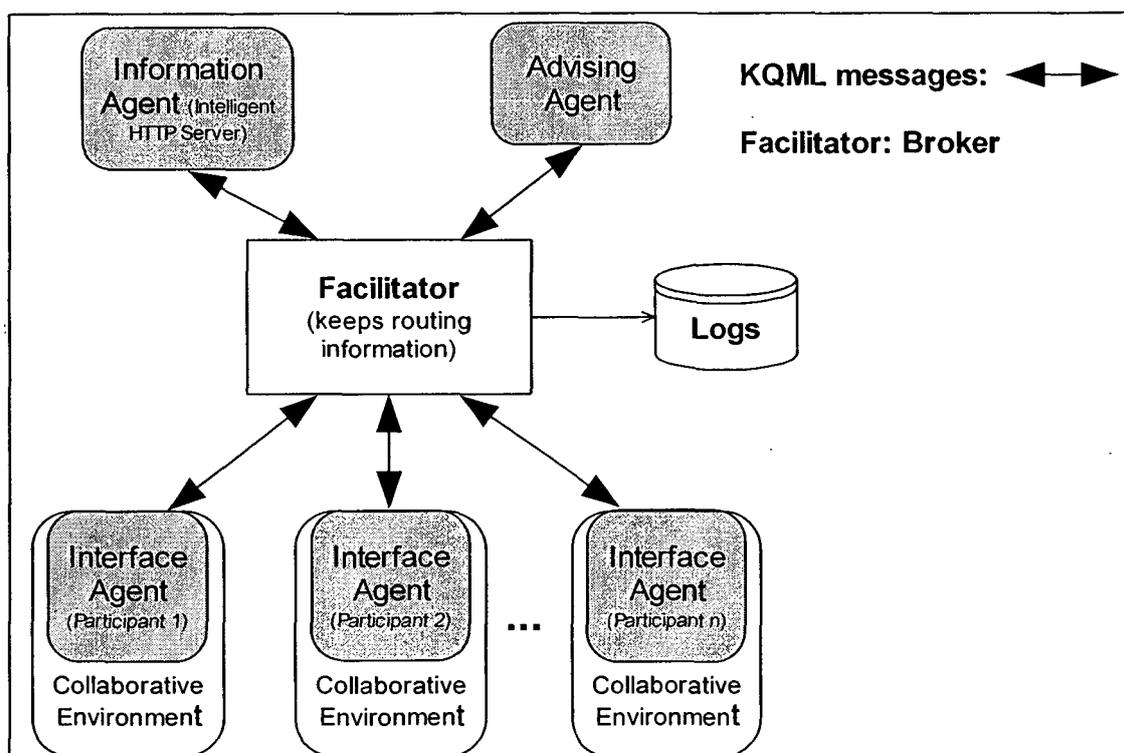


Figura 2. Arquitetura baseada em agentes (Thiry, 1999) .

A principal diferença entre a arquitetura implementada em Thiry (1999) e o padrão ACL é a quantidade de facilitadores. No padrão ACL é sugerido que cada computador *host* tenha um facilitador para os seus agentes locais. A arquitetura definida aqui usa apenas um facilitador para todos os agentes. Essa aparente limitação é na realidade uma decisão de projeto de Thiry (1999). O autor justifica isso afirmando que os agentes de interface estão espalhados em *hosts* diferentes, muitas vezes em redes locais diferentes. Em outras palavras, é difícil encontrar dois agentes de interface no mesmo computador. Então, sob esse ponto de vista, a vantagem de ter apenas um facilitador é simplificar a estrutura de comunicação através da redução da troca de mensagens. Outra questão

importante é o fato de que os agentes nunca trocam mensagens diretamente. No padrão ACL, um facilitador pode passar o endereço de uma agente para um outro agente, permitindo um contato direto. A intenção aqui é manter algum controle central (nesse caso através do facilitador) para facilitar o registro do histórico. Esses registros são importantes no processo de avaliação do usuário, uma vez que todo o processo de colaboração que aconteceu entre os agentes é armazenado.

A linguagem externa KQML (Finin et al., 1993) é usada para encapsular o conhecimento dos agentes. O padrão ACL usa a linguagem interna KIF para representar o conteúdo do conhecimento. Assim como em Thiry (1999) a estrutura está preparada para aceitar essa linguagem, mas a versão atual não tem um tradutor KIF implementado. Entretanto as mensagens KQML podem transportar o conhecimento em vários tipos de linguagens, tais como o Prolog ou o SQL. As performativas KQML ilustradas na Figura 3 são usadas para fazer o processo de conexão inicial entre um agente e o facilitador.

```
(register-agent
  :sender    custom_agent
  :receiver  facilitator
  :language  s-expressions
  :content   (10.0.0.1 akInterface))

(reply
  :content   (custom_agent)
  :sender    facilitator
  :receiver  agent-12)

(unregister-agent
  :sender    agent-12
  :receiver  facilitator)
```

Figura 3. Performativas KQML para conexão inicial entre os agentes e o facilitador (Thiry, 1999).

A mensagem *register-agent* é mandada pelo agente de interface para o facilitador para requerer o seu registro no grupo. Os agentes de interface e de informação também têm que executar essa operação, já que de outra forma o facilitador não saberia a sua localização na rede. O conteúdo dessa mensagem é o número IP e o tipo de agente. No exemplo ilustrado, uma agente de interface localizado no *host* “10.0.0.1” está requerendo registro.

A mensagem *unregister-agent* é mandada pelo agente, geralmente um agente de interface, ao facilitador requerendo seu desligamento do grupo.

A mensagem *reply* é mandada pelo facilitador ao agente que requer o registro. O conteúdo do *reply* é o nome de um agente disponível. Esse nome não é conhecido pelo usuário, pois o agente de interface é quem requisita. O nome identifica o agente apenas no nível de comunicações. Nesse nível é também associado a um agente um número temporário de porta.

As performativas *register-agent* e *unregister-agent* não existem na especificação do KQML. Essa linguagem no entanto permite a adição de novas performativas. Uma vez que o processo de registro está concluído, um agente está pronto para mandar e receber mensagens através dessa estrutura.

De forma semelhante ao que está implementado em Thiry (1999), todos os três tipos de agentes definidos na estrutura (o facilitador não está sendo considerado) devem estar aptos a receber e mandar informação para as bases de conhecimento. Isso torna necessário especificar como essa informação é enviada através da rede. Então, a informação é também encapsulada em mensagens KQML. Para um transporte apropriado da informação através de uma mensagem KQML, esta é convertida e colocada no parâmetro *content*. Além disso, nesse trabalho, novas performativas foram definidas: *eval-rules* transmite os itens digitados pelos participantes e, *free-info* transmite um texto livre e é usado para se lidar com a informação colocada na ferramenta de *chat*.

5.1.5 Agente de Interface

O agente de interface interage com os estudantes assim como troca informações com os outros agentes. A Figura 4 mostra a estrutura básica de um agente de interface. É possível observar quatro níveis bem estruturados: interface, interpretação, operação, e comunicação. Esse agente reside na máquina do participante e pode ser caracterizado como um agente pedagógico animado (Lester et al., 1997). Todas as intervenções do sistema são apresentadas através desse agente.

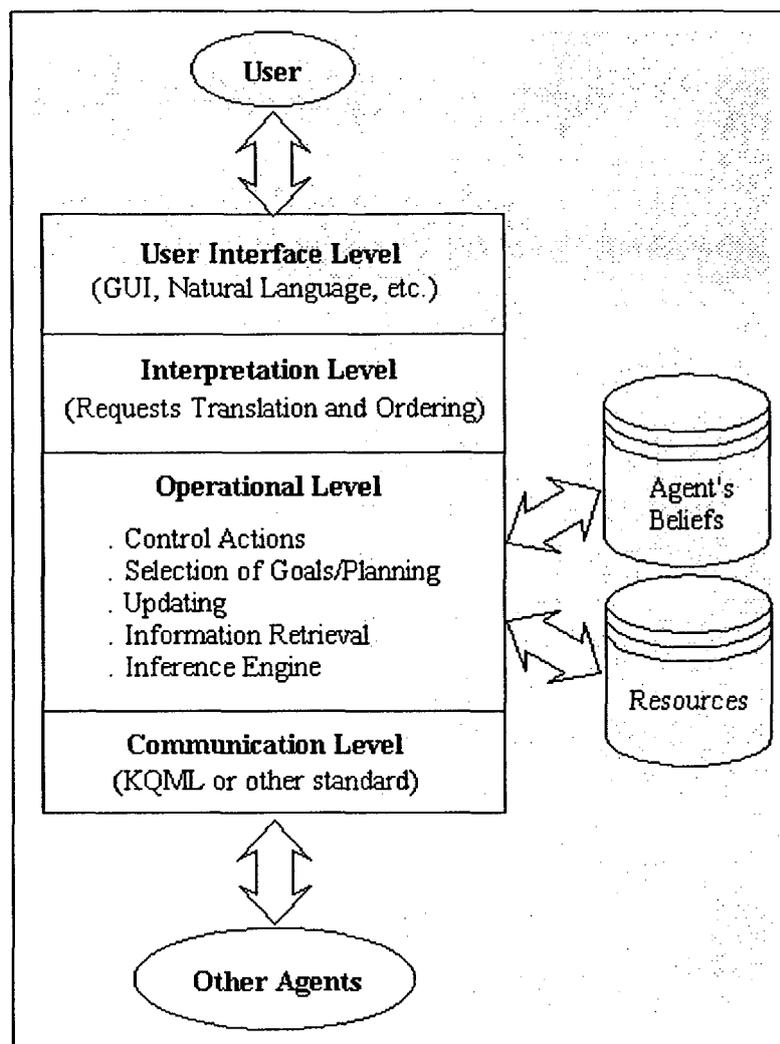


Figura 4. Estrutura básica do agente de interface (Thiry, 1999).

Analogamente a em Thiry (1999) o **nível de interface** desempenha a função de se comunicar com o usuário. Ele é responsável por atender as requisições do usuário e por apresentar as mensagens do sistema. O **nível de interpretação** tem a função básica de tradução. Ele prepara e ordena as requisições do usuário numa estrutura de dados interna gerenciada por esse agente. O **nível operacional** representa a parte principal do agente, porque é aí que a função de raciocínio reside. Esse nível é responsável pelo monitoramento das atividades do usuário e pela manutenção do conhecimento. O **nível de comunicações** é a parte do agente que lida com a troca de mensagens com os outros agentes. O formalismo adotado nesse nível para a representação de mensagens é a mensagem KQML.

A base de dados de crenças do agente inclui a informação que o agente de interface armazena sobre os usuários individuais: o passo da metodologia em que cada participante está trabalhando, a resposta conjunta do grupo para cada questão dos passos (na realidade um dos agentes de interface, a saber o agente de interface do membro do grupo que é responsável por editar as respostas do grupo em uma sessão armazena essa informação) e o número de contribuições do participante. As bases de dados de recursos representam informações adicionais. Ela armazena o endereço do agente, o nome pelo qual o agente é conhecido e o seu mapeamento na rede. Uma base de dados que contém o histórico foi implementada para registrar tudo que o agente de interface faz, incluindo as comunicações com o usuário e com os outros agentes. Essa característica fornece uma ferramenta de avaliação da estrutura interessante, além de uma pronta avaliação dos resultados da implementação.

5.1.6 Agente de Informação

O agente de informação lida com o domínio e com o conhecimento pedagógico. Ele armazena a representação do conhecimento usada pelos outros agentes. Uma interface para acessar esses dados foi definida e os níveis de interpretação e interface não estão presentes, uma vez que o usuário não tem acesso direto a esse agente. Os agentes realizam todo o processo de comunicação. Assim, tanto os agentes de interface como o agente de aconselhamento podem acessar o agente de informação. A Figura 5 mostra a estrutura básica do agentes de informação.

A informação está dividida em duas categorias diferentes: o material didático e as bases de conhecimento. O material didático compreende as páginas HTML, imagens, textos e multimídia. Essa categoria de informação está atualmente sendo armazenada em um banco de dados relacional num *site* da Internet. De fato, a melhor abordagem para o armazenamento do material didático seria um banco de dados orientado a objetos. Características importantes a serem ganhas com essa abordagem seria uma melhor armazenagem dos recursos multimídia e a organização das páginas como objetos, ao invés de arquivos num conjunto de pastas. Entretanto, a validade e funcionalidade do sistema podem ser demonstrada com o uso de um banco de dados relacional. As bases

de conhecimento se referem ao domínio e à abordagem dos Sete Passos e estão organizadas como explicado nas Seções 5.2.1 e 5.2.6 abaixo.

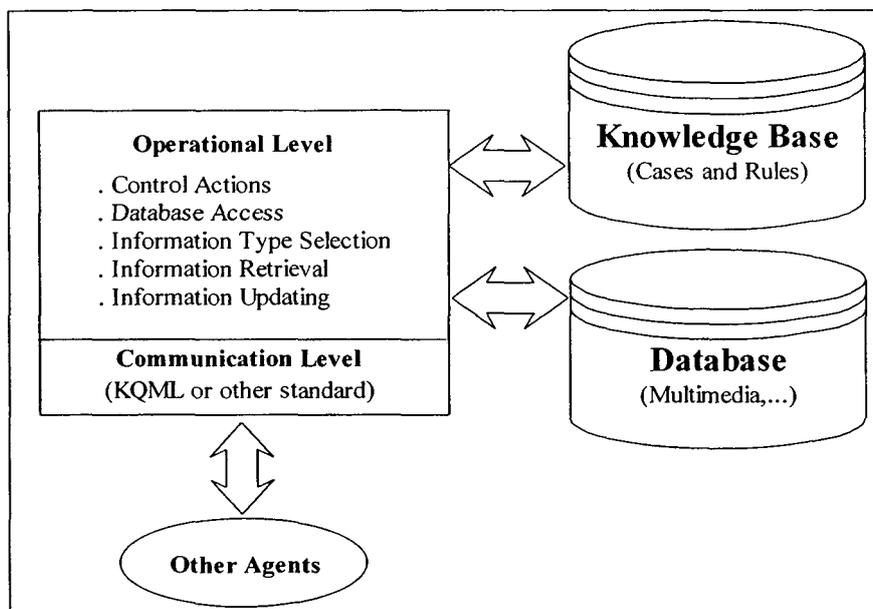


Figura 5. Agente de informação (Thiry, 1999).

5.1.7 Agente de Aconselhamento

O agente de aconselhamento dá assistência aos participantes através da indicação de uma aplicação apropriada do conhecimento. Ele monitora o processo de aprendizado e inicia as intervenções do sistema. Tais intervenções dizem respeito ao tempo, à participação, aos mal entendidos dos estudantes específicos do estudo de caso e à coordenação das ferramentas (Rosatelli & Self, 1999).

A estrutura do agente de aconselhamento é basicamente a mesma usada para implementar o agente de informação (Figura 5). Novamente, não há necessidade dos níveis de interface e interpretação. Entretanto, a diferença básica está no nível operacional. Enquanto o agente de informação possui características de acesso às bases de dados e de conhecimento, o agente de aconselhamento tem mecanismos para monitorar o usuário e reconhecer situações onde alguma explicação é necessária. Esses agentes são então responsáveis pelas funções do sistema de *parsing*, de controle da

violação de restrições e do caminho de solução, e a geração de intervenções descritas respectivamente nas Seções 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4 e 5.2.5.

5.2 Componentes e Funções do Sistema

Os componentes e funções do sistema são os meios pelos quais o sistema raciocina e executa as tarefas que compreendem o suporte que ele dá aos aprendizes. Estes determinam tanto as fontes de informação para os agentes (por exemplo, as bases de conhecimento) assim como a maneira como os agentes desempenham suas tarefas (por exemplo, a geração de intervenções).

5.2.1 Base de Conhecimento do Domínio

A base de conhecimento do domínio diz respeito ao conhecimento do sistema sobre um estudo de caso. Um estudo de caso é adequadamente representado com *scripts* (Schank & Abelson, 1977). Os *scripts* são definidos como um “episódio geral padronizado” e sua estrutura de conhecimento abstrai a seqüência de eventos presentes no caso. Além da informação que se refere à narrativa do caso, o *script* do estudo de caso nesse sistema também inclui: os pontos chave que devem ser trabalhados pelos estudantes⁹, o tempo máximo que se deve gastar na solução do caso, e as disciplinas relevantes necessárias para a solução do caso.

Quanto à notação usada para representar o estudo de caso como um *script*, assim como em Parkes e Self (1990) nós não fazemos uso da notação Schankiana, por razões semelhantes. A justificação dos autores para não usá-la é que foram enfocados os requisitos práticos do sistema. Sendo assim foram representados apenas os aspectos do domínio relevantes do ponto de vista instrucional, apesar de que se pode argumentar que para o sistema deles possuir um verdadeiro entendimento, uma especificação mais detalhada deveria ser dada. Esta deveria incluir então partes componentes envolvendo a

⁹ Essa informação diz respeito à solução do caso e se refere à resposta à questão do primeiro passo.

especificação das ações individuais em termos de operações primitivas tais como MOVE, MTRANS, etc. (Schank & Abelson, 1977).

No presente sistema da mesma forma apenas representa-se os aspectos do domínio relevantes do ponto de vista instrucional usando a notação de grafos conceituais (Sowa, 1984; Sowa, 1992). Grafos conceituais são um sistema de lógica cujo propósito é expressar o significado numa forma que é logicamente precisa, possível de ser lida por humanos e computacionalmente tratável. Através do seu mapeamento direto para a linguagem, os grafos conceituais podem servir como uma linguagem intermediária para traduzir formalismos orientados ao computador, de e para as linguagens naturais. Com a sua representação gráfica, eles podem servir como uma linguagem de especificação e de *design* formal, mas possível de ser lida. Neste trabalho ela é usada por causa das suas características de mapeamento direto para a linguagem natural. Na Tabela 4 exemplifica-se sentenças em inglês de estudos de casos no domínio de Engenharia de Produção, na disciplina de Controle de Inventário e Administração de Materiais, e no tópico de *Just-in-Time* e Inventário de Materiais em Processo (Tersine, 1988, ver Apêndice A) representados com grafos conceituais na forma linear.

Tabela 4. Sentenças em inglês de estudos de casos em Engenharia de Produção representadas com grafos conceituais.

<p><i>The Tulsa company offers numerous product configurations.</i> [COMPANY: TULSA] ← (AGNT) ← [OFFERS] → (OBJ) → [PRODUCT CONFIGURATIONS: {*}]</p> <p><i>Octagon Manufacturing Company produces tower cranes.</i> [COMPANY: OCTAGON MANUFACTURING] ← (AGNT) ← [PRODUCE] → (OBJ) → [PRODUCT: TOWER CRANE]</p> <p><i>Mr. Barth's proposal is to increase production rates.</i> [PERSON: Mr. Barth] → (STAT) → [OWN] → (OBJ) → [PROPOSAL] → (CHRC) → [INCREASE PRODUCTION RATES]</p>
--

Além da representação do estudo de caso baseada nos *scripts*, a modelagem baseada em restrições (*constraint-based modelling*, CBM) foi usada para tornar o sistema apto a identificar um mal entendido a respeito do estudo de caso (Mitrovic & Ohlsson, 1998). Esse tipo de modelagem propõe que um domínio seja representado como restrições sobre soluções corretas nesse domínio. De acordo com uma notação formal para as restrições, a unidade de conhecimento é chamada restrição de estado e é identificada como um par ordenado $\langle Cr, Cs \rangle$, onde **Cr** é a condição de relevância que identifica uma classe de estados do problema para os quais a restrição é relevante, e **Cs** é a condição de satisfação que identifica a classe de estados relevantes nas quais a restrição é satisfeita. A semântica de uma restrição é: **se as propriedades Cr se aplicam, então as propriedades Cs têm que se aplicar também** (ou então alguma coisa está errada).

Na Tabela 5 apresenta-se exemplos de restrições que se referem às mesmas sentenças usadas como exemplos acima (Tabela 4). Estas foram formuladas numa análise do estudo de caso de acordo com que tipos de mal entendidos que ele poderia originar. Geralmente isso é modelado pelo professor que trabalha com estudos de caso.

Tabela 5. Um exemplo de uma restrição de estado ($\langle Cr, Cs \rangle$) de um estudo de caso no domínio de Engenharia de Produção.

If the "company offers" (Cr) then it has to be "numerous product configurations" (Cs) (or else there is an error).

If "Octagon Manufacturing Company produces" (Cr) then it has to be "tower cranes" (Cs) (or else there is an error).

If it is "Mr. Barth's proposal" (Cr) then it has to be "to increase production rates" (Cs) (or else there is an error).

5.2.2 *Parser e Interpretador Semântico*

O *input* para o sistema desempenhar algumas de suas funções são os resultados de cada passo, isto é, as sentenças que compõem as respostas conjuntas do grupo para cada questão colocada nos passos. Isso equivale a dizer que o *input* para o raciocínio do sistema é o que acontece no diálogo entre os estudantes. Então, o monitoramento da discussão do caso necessita uma análise, isto é, um *parsing* e uma interpretação semântica, das expressões dos estudantes contidas no diálogo.

O *parsing* é uma interpretação sintática que se refere ao processo de recuperar a estrutura de frase de uma expressão, dada uma gramática. A interpretação semântica é o processo de extrair o significado de uma expressão e expressá-la em alguma linguagem de representação (por exemplo, grafos conceituais neste caso) (Russell & Norvig, 1995). O objetivo da análise é identificar um padrão que possa levar a uma intervenção do sistema. A saída dessa análise é então passada para os outros componentes do sistema, a saber os controladores da violação de restrições e do caminho de solução.

5.2.3 *Controlador da Violação de Restrições*

As expressões dos participantes que se referem especificamente ao estudo de caso podem representar pontos nos quais o sistema deve dar suporte ao processo de desenvolvimento da solução do caso, intervindo para chamar atenção dos estudantes para possível mal entendido sobre o domínio, isto é, sobre o estudo de caso. Estes são representados no sistema como um conjunto de restrições, de acordo com a modelagem baseada em restrições (Mitrovic & Ohlsson, 1998). De acordo com esta modelagem cada restrição indiretamente representa um conjunto de soluções errôneas, a saber, todas as soluções que violam aquela restrição. CBM propõe que uma restrição de estado pode ser representada com um par de padrões, o qual é uma lista de proposições elementares. Cada restrição de estado é um par de testes sobre os estados do problema.

No presente sistema, os estados do problema são as sentenças de entrada, ou seja, as respostas dos alunos para cada pergunta colocada nos passos. A violação de uma restrição constitui um mal entendido expressados nas sentenças dos alunos que são específicas do estudo de caso e representam as oportunidades para o sistema fazer uma

intervenção. Isso significa que, para iniciar uma intervenção, o sistema estará verificando se uma violação das restrições representadas acontece, com base nas sentenças componentes dadas como a resposta do grupo para a pergunta de um passo. Para testar se um dado estado de problema é consistente com o conjunto de restrições, o procedimento consiste em comparar esse estado contra todas as restrições e registrar qualquer violação destas. Isso é feito em duas etapas. Primeiro todos os padrões de relevância são testados contra o estado do problema, a fim de identificar aquelas restrições que são relevantes para aquele estado. Segundo, o padrão de satisfação apenas das restrições relevantes é testado contra o estado do problema. Se o padrão de satisfação de uma restrição relevante casa com o estado corrente, então a restrição é satisfeita. Se o padrão de satisfação de uma restrição relevante não é satisfeito, então o estado viola a restrição (Mitrovic & Ohlsson, 1998). Essa é a situação que ativa a geração de uma intervenção, onde o sistema vai colocar a sentença correta.

A Tabela 6 apresenta exemplos de mal entendidos dos estudantes que o texto do estudo de caso poderia levar a, em relação às restrições modeladas na Tabela 5. Ou seja, este é o tipo de sentenças componentes de uma resposta dos estudantes que poderia ser dado como resposta conjunta a uma pergunta de um passo (entrada) e que ativaria o gerador de intervenções.

Tabela 6. Um exemplo de mal entendido dos estudantes sobre as sentenças do estudo de caso modeladas como restrições na Tabela 5.

The Tulsa company offers two basic products.

Octagon Manufacturing Company produces houses and tower cranes.

Mr. Barth's proposal is to increase in-process inventory.

5.2.4 Controlador do Caminho de Solução

Durante o desenvolvimento da solução do caso os estudantes podem perder o controle das interconexões entre os componentes das respostas e conseqüentemente perder o “rastros” dos seus caminhos de solução. Se os Sete Passos (Easton, 1982) forem

corretamente seguidos, haverá uma lista de soluções alternativas, uma previsão de resultados para cada solução alternativa, e uma lista de prós e contras para cada resultado. Isso pode se tornar bastante confuso, especialmente quando se chega no ponto de escolher uma solução, e pode ser ilustrado pela não consideração de um certo tópico levantado em um determinado passo, no passo subsequente, o que demonstra o abandono de um possível caminho de solução antevisto¹⁰. Por exemplo, do Passo 3 (listagem das soluções alternativas) para o Passo 4 (listagem dos resultados previstos) os alunos podem deixar de lado uma das soluções alternativas antevistas quando listam os resultados possíveis. Como consequência, uma das possíveis soluções para o caso não é examinada. Além disso, o oposto também pode acontecer: por exemplo, a inclusão de tópicos que não foram levantados num passo anterior. Em ambos os casos o sistema deve estar apto a apontar qualquer incoerência a respeito dos resultados esperados daquele passo.

Para tal, o sistema gera dinamicamente uma representação do conhecimento, uma estrutura de dados em árvore (Russell & Norvig, 1995) que representa o desenvolvimento da solução para o caso de acordo com a abordagem dos Sete Passos. O *input* para a geração desta árvore são os resultados de cada passo, ou seja, a árvore de solução é gerada a partir das sentenças que compõem as respostas do grupo para cada pergunta colocada nos passos. A raiz da árvore de solução corresponde à questão colocada pelo caso. Os níveis da árvore representam cada um dos Sete Passos. Cada nó, num certo nível, se refere a uma sentença componente da resposta do grupo de estudantes para a pergunta do passo. Num dado passo, o sistema adiciona um nível à árvore, gerando-o através da expansão dos nós no nível anterior. Então, os nós naquele nível são ligados com o nó pai no nível anterior. Isso implica em obter as conexões entre os nós, ou, em outras palavras, em encontrar qual o nó num determinado nível é ligado a qual nó no nível anterior através de algum tipo de raciocínio. A árvore resultante representa o caminho de solução tomado para resolver o estudo de caso e é referida como a árvore de solução. A representação gráfica dessa árvore é apresentada para os alunos. De acordo com o que está modelado na base de conhecimento sobre a

¹⁰ Se a solução do caso for representada como uma árvore (Rosatelli & Self, 1998), podar é uma técnica válida. O que é reportado aqui não é a poda mas a não consideração de um ramo da árvore apenas por negligência, sem um propósito ou uma análise mais profunda.

abordagem dos Sete passos, o sistema “sabe” o que é requerido de cada passo. Essa informação é relacionada às respostas dos alunos para a questão de um certo passo. Isso é possível devido ao agente de interface, que informa em qual questão de que passo os estudantes estão trabalhando. O estado final da árvore é representado então para (idealmente) todas as soluções alternativas que podem ser geradas através da metodologia de solução - a abordagem dos Sete Passos - com o objetivo de tornar possível para os estudantes escolher a melhor solução antecipada.

O raciocínio usado pelo sistema para obter essa árvore de solução consiste em determinar como uma ligação entre um nó num determinado nível e seu nó pai no nível imediatamente superior é obtida. Tais ligações, a saber os arcos, são obtidos através da comparação das sentenças em dois níveis subseqüentes da árvore a fim de descobrir qual sentença no nível superior está relacionada com a sentença que está sendo analisada num dado nível. Uma primeira abordagem para fazer essa comparação é fazer uma análise, isto é *parsing* e interpretação semântica, para determinar as relações entre as sentenças componentes de cada nível (os arcos).

De forma a demonstrar que é possível a obtenção da árvore que, em última análise, validam o *rationale* que é proposto nesta tese, abaixo é apresentado um conjunto de regras **se-então** (*if-then*) que definem a nossa heurística para construir a árvore de solução. Tais regras foram derivadas de um experimento (Rosatelli & Self, 1998, ver Capítulo 6, Seção 6.2). Os nós da árvore são relativos às sentenças (como explicado acima) e os arcos se referem às regras. As regras se-então são descritas na Tabela 7.

Tabela 7. Regras de produção para a geração da árvore que representa a solução do caso.

<p>R1: Se nível=0 então a questão colocada pelo estudo de caso é o único nó, a raiz.</p> <p>R2: Se nível=1 então todos os nós no nível 1 são ligados à raiz.</p> <p>R3: Se nível=2, 3, ..., ou 7 então</p> <p>R4: Se o número de sentenças (nós) no nível n = número de sentenças (nós) no nível $n-1$ então ligar os nós no nível n ao nó correspondente no nível $n-1$.</p>

Essa regra é devida ao fato de que quando o número de sentenças componentes em um nível é o mesmo que o no nível anterior geralmente existe uma correspondência ordenada entre as respostas dos estudantes em dois passos (níveis) subseqüentes.

R5: **Se** a sentença (nó) num dado nível $n-1$ contém as palavras-chave escolhidas na sentença (nó) no nível n e o nó no nível n não está ligado **então** o nó no nível n é ligado ao nó no nível $n-1$.

Essa regra implica que o *link* é feito assim que a palavra-chave escolhida é encontrada numa sentença do nível $n-1$. As outras sentenças no nível $n-1$ não são examinadas. Essa regra permite que os nós pais no nível $n-1$ tenham apenas uma ligação com os nós do nível n .

R6: **Se** existe algum nó não ligado no nível n e a sentença (nó) no nível $n-1$ contém a palavra-chave escolhida na sentença (nó) do nível n **então** o nó do nível n é ligado ao nó no nível $n-1$.

A regra acima dá conta do caso de um nó pai num dado nível $n-1$ com um segundo, um terceiro, etc., nó filho conectados à ele no nível n . Em tal regra um nó ainda não ligado no nível n é comparado contra um nó no nível $n-1$ que já está conectado. Se a condição é satisfeita, então os nós são ligados. Note que esta regra é basicamente a mesma que R5 aplicada aos nós não ligados no nível n e não restrita à nós ainda não ligados no nível $n-1$.

R7: **Se** existe algum nó não ligado no nível n **então** pedir aos estudantes para ligar o nó no nível n ao seu nó pai no nível $n-1$.

Essa regra é usada como último recurso, quando não é possível conectar um ou mais nós no nível n com um nó no nível $n-1$ usando as regras anteriores. Nesta situação, pede-se aos alunos que eles mesmos façam as ligações.

Abaixo, o algoritmo (ver Tabela 8) usado para construir as árvores de solução, baseado nas regras acima é apresentado. Ele está escrito num pseudocódigo, similar ao que é utilizado por Russell e Norvig (1995) para descrever seus algoritmos. Entretanto algumas adaptações neste pseudocódigo (por exemplo, a inclusão de parêntesis) foram feitas de modo a proporcionar um melhor entendimento e uma maior facilidade quando

da implementação usando uma linguagem de programação. O procedimento para comparar as sentenças nesse algoritmo foi escolher uma palavra-chave numa dada sentença e verificar se essa palavra-chave está incluída em uma outra sentença. As palavras-chave podem ser escolhidas de acordo com qualquer critério, como por exemplo de acordo com a sua função sintática. Nesse caso o procedimento **parse1** para escolher uma palavra-chave consiste basicamente em percorrer uma sentença de um dado nível **n**, palavra por palavra, escolhendo os substantivos e armazenando-os como um conjunto de palavras-chave (**select keywords**). **parse2** consiste em comparar esse conjunto de palavras-chave com as palavras de uma sentença do nível **n-1**, palavra por palavra. Isto é, o conjunto de palavras-chave selecionadas é comparado com cada palavra da sentença do nível **n-1** até a palavra-chave ser encontrada ou o conjunto de palavras-chave terminar.

Tabela 8. Algoritmo para geração da representação da árvore de solução do caso.

```

function BuildSolutionTree returns a solution sequence
{
  input sentences
  level=0, no.nodes=1, root= case question
  level=1
  for no. nodes =1 to no. answer sentences do
  {
    link current node to root
  }
  for level=2 to 7 do
  {
    for no. nodes =1 to no. answer sentences in current level do
    {
      parse1 sentence in current level
      select keywords
      for no. Nodes =1 to no. answer sentences in previous level do
      {
        parse2 sentence in previous level
        if find keyword and node in previous level is unlinked then
        {
          link node in current level to node in previous level
          return true
        }
        else
        {
          return false
        }
      }
    }
  }
}

```

```

    }
  }
  if false and no. nodes in current level no. nodes previous level and all the
  links in current level are unlinked or linked to the correspondent ones in
  the previous level then
  {
    do link unlinked nodes in current level to unlinked correspondent
    nodes in previous level while no. unlinked nodes = 0
    return true
  }
  else
  {
    return false
  }
  if false then
  {
    for no. nodes =1 to no. answer sentences in current level do
    {
      parse1 sentence in current level
      select keywords
      for no. Nodes =1 to no. answer sentences in previous level do
      {
        parse2 sentence in previous level
        if find keyword and link is unlinked in this loop then
        {
          link node in previous level to node in current level
          return true
        }
        else
        {
          return false
        }
      }
    }
  }
  else
  {
    for no. nodes =1 to no. answer sentences in current level do
    {
      if node in current level is unlinked then
      {
        intervention asking the learners to link unlinked nodes in
        current level to its parent nodes on previous level
      }
    }
  }
}

```

A seguir, a representação gráfica da árvore de solução (ver Figura 6) gerada com base nos extratos dos diálogos - as sentenças componentes das respostas para as questões colocadas nos passos - dos experimentos realizados é apresentada (ver Apêndice B para os extratos de diálogo do experimento, a partir dos quais esta representação de árvore de solução foi gerada, como também os extratos de diálogo e respectivas representações de árvore de solução dos outros pares de estudantes). Pretende-se que esta representação gráfica da solução em forma de árvore, gerada usando o algoritmo apresentado acima, seja apresentada aos estudantes na interface. As sentenças componentes da resposta de cada passo são representadas pelos nós numerados em cada nível da árvore. Os arcos da árvore de solução são identificados nesta representação, de acordo com como eles foram obtidos, usando diferentes estilos de linhas. A linha sólida indica os *links* feitos usando regras *if-then*, denotadas por R2, R3, R4, R5 ou R6. A linha tracejada longa indica os casos em que se acha que os nós seriam unidos de um modo mais correto de acordo com nossa compreensão dos diálogos. A linha tracejada e com dois pontos mostra os *links* que os estudantes supostamente fariam, quando perguntados pelo sistema. Esses casos também são identificados pelo uso de R7.

5.2.5 Gerador de Intervenções

A função de geração de intervenções diz respeito a promover e monitorar a discussão do caso, semelhantemente ao professor que trabalha com estudos de caso na sala de aula tradicional, fazendo intervenções durante a discussão de caso. Quando faz uma intervenção o sistema dá algum *feedback* para os estudantes relativo à solução de caso. O conhecimento é representado por um conjunto de regras que são aplicadas de acordo com o que está acontecendo no diálogo. A geração de uma intervenção é iniciada pelo *input* vindo tanto das violações das restrições quanto do desenvolvimento da solução. Abaixo se descreve os tipos de intervenções que o sistema pode fazer.

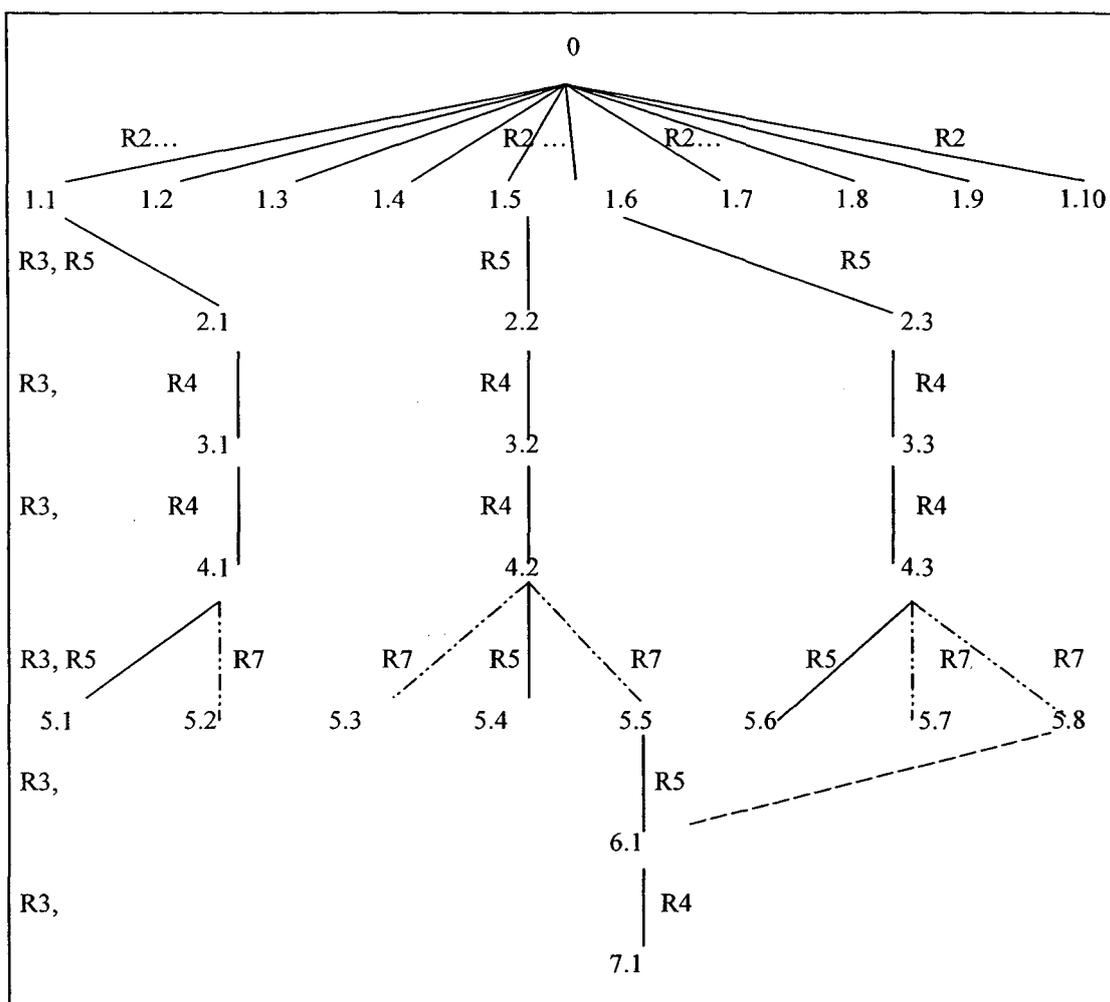


Figura 6. Representação gráfica da árvore de solução.

A) **Intervenção Específica do Caso.** As expressões dos estudantes específicas do caso representam pontos nos quais o sistema deve dar apoio relativo ao processo solução do estudo de caso, intervindo de forma a chamar a atenção dos estudantes para um mal entendido. Como explicado acima o sistema estará controlando as violações das restrições modeladas na base de conhecimento do domínio, que representam as oportunidades para as intervenções do sistema. e ativam o gerador de intervenções. Na situação em que uma violação é encontrada e o gerador é ativado, a intervenção específica do caso consiste na própria restrição violada, ou seja, na sentença que é modelada como uma restrição (ver Tabela 9).

Tabela 9. Exemplos de mal entendidos (M) dos estudantes seguidos pelas sentenças corretas (C) de um estudo de caso em Engenharia de Produção (Tersine, 1988).

<p>(M) <i>The Tulsa company offers two basic products.</i></p> <p>(C) <i>The Tulsa company offers numerous product configurations.</i></p>
<p>(M) <i>Octagon Manufacturing produces houses and tower cranes.</i></p> <p>(C) <i>Octagon Manufacturing produces tower cranes.</i></p>
<p>(E) <i>Mr. Barth's proposal is to create an even more complete in-process inventory of component parts ready for assembly.</i></p> <p>(C) <i>Mr. Barth's proposal is to increase production rates for components.</i></p>

B) **Intervenção sobre Tempo.** Este tipo de intervenções consiste em notificar os estudantes quando eles excedem o tempo limite para o trabalho colaborativo, *on-line*. Tais intervenções são ativadas pela informação recebida do agente de interface que controla o tempo gasto em cada passo.

C) **Intervenção sobre a Participação.** As intervenções sobre participação se referem a encorajar a participação de um determinado estudante quando ele permanece calado ou têm um grau não significativo de participação, não contribuindo para a solução. Este tipo de intervenção é ativado pela informação recebida do agente de interface.

D) **Intervenção sobre a Coordenação de Ferramentas.** Este tipo de intervenção consiste em intervir quando a falta de coordenação entre o uso das diferentes ferramentas pelos estudantes é identificada. Mais precisamente esta intervenção consiste em avisar a um estudante quando o grupo está trabalhando em qualquer outra coisa: ou trabalhando em passos diferentes da solução do caso ou usando uma ferramenta diferente. Tais intervenções são ativadas pela informação recebida do agente de interface, que coordena o uso de ferramentas.

5.2.6 Base de Conhecimento da Abordagem dos Sete Passos

Esta base de conhecimento diz respeito à abordagem usada para guiar o processo de solução do estudo de caso, os Sete Passos (Easton, 1982). Os Sete Passos também são representados com *scripts*, na medida em que eles são uma sucessão de atividades a serem desenvolvidas. Os *scripts* contêm a informação sobre a sucessão de passos e incluem os objetivos e perguntas correspondentes. Além disso, o *script* também inclui a informação sobre o que é requerido dos estudantes naquele passo em termos da solução do caso, ou seja, os resultados esperados dos passos. O controlador do caminho de solução usa esta informação.

5.3 Interface

A arquitetura descrita na Seção 5.2 foi usada para implementar um ambiente de aprendizagem colaborativo que dá suporte ao aprendizado através de estudos de caso no ensino a distância. Neste contexto, os agentes de interface interagem com os estudantes e fornecem informações para os outros agentes; o agente de informação lida com o domínio e o conhecimento pedagógico; e o agente aconselhando monitora o processo de aprendizagem e inicia as intervenções do sistema. O ambiente suporta mais de uma sessão simultaneamente. Uma sessão é associada a um grupo de estudantes que trabalham colaborativamente na solução de um estudo de caso.

A interface do ambiente apresenta os componentes gráficos do sistema (ver Figura 7): um menu *pull-down* e as seguintes áreas a partir do lado esquerdo superior, no sentido horário: uma lista de participantes, um *browser*, uma representação gráfica da solução, um editor de texto, uma *chat* e uma área de intervenções do sistema.

Os componentes do menu *pull-down* incluem: uma biblioteca de estudos de caso, que contém o conjunto de casos de modelados disponíveis no sistema; formulários, onde os estudantes preenchem as respostas do grupo para cada pergunta de passo (ver Figura 8) e um *help on-line*, contendo as disciplinas pertinentes para a solução daquele caso.

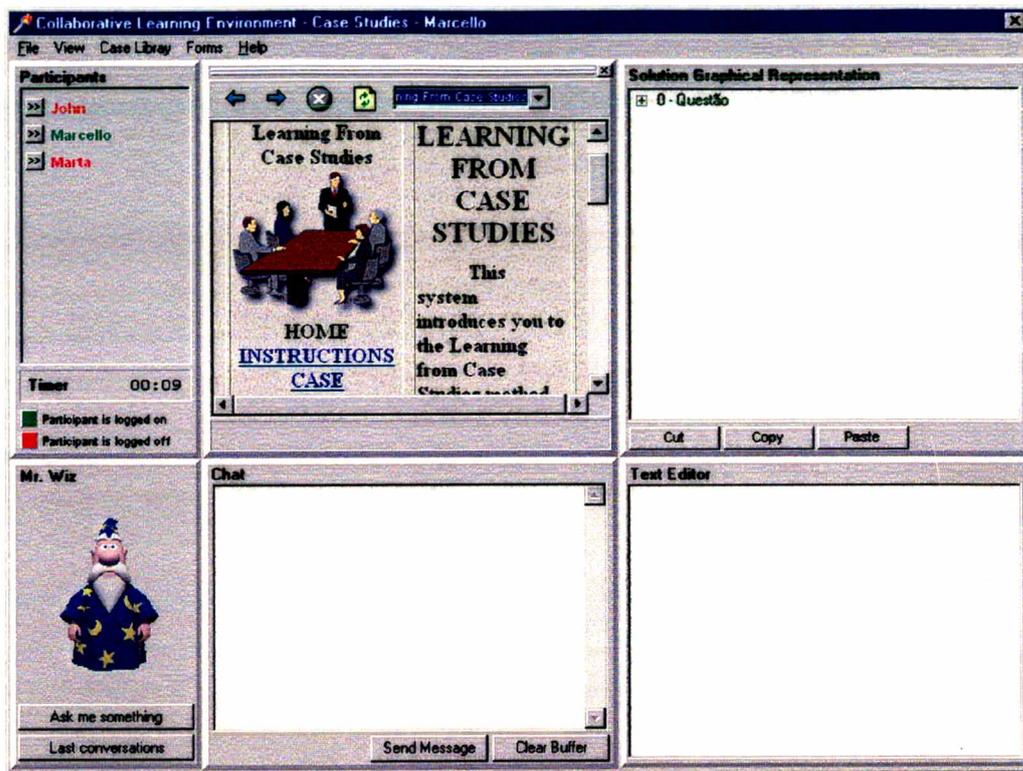


Figura 7. O ambiente colaborativo.

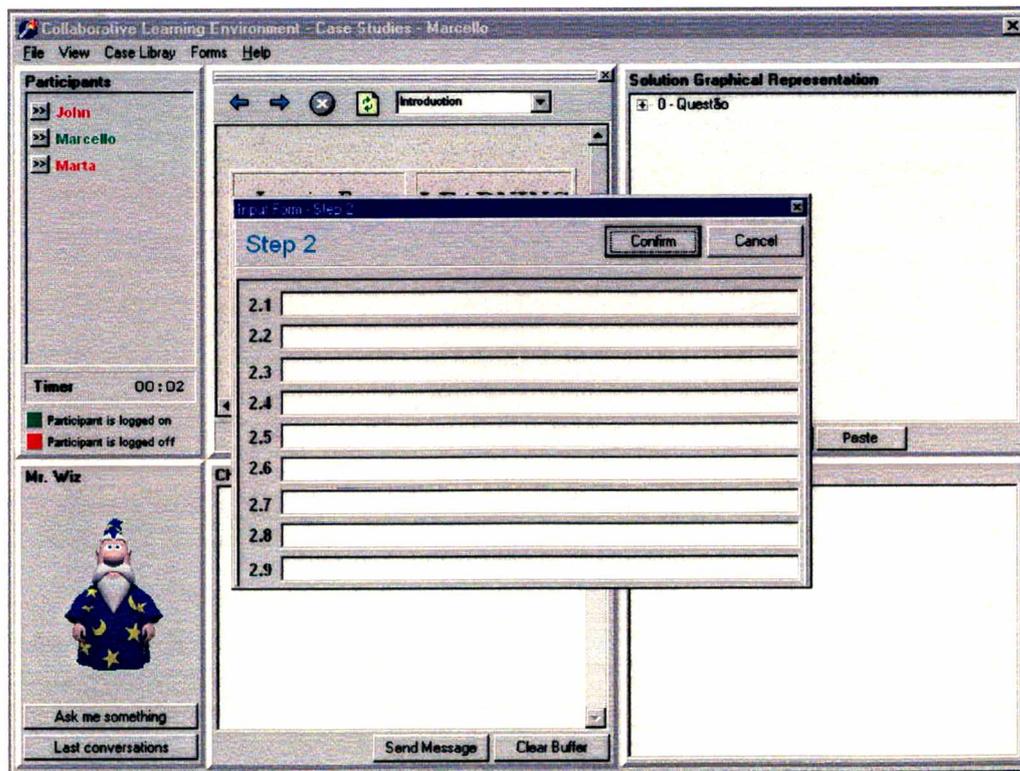


Figura 8. Formulários.

A área da lista de participantes (ver Figura 9) mostra todos os participantes do grupo que trabalham em um estudo de caso, isto é, participam em uma certa sessão. Os participantes que estão *on-line* em um dado momento têm seus nomes anotados com a cor verde enquanto os que não estão participando da sessão naquele momento tem o seu nome marcado com a cor vermelha. Os participantes podem realizar tarefas diretamente com outro participante apenas clicando no botão correspondente a seu nome. O cronômetro também está incluído nesta área.

O *browser* é usado para ter acesso as páginas Web que incluem os materiais de ensino/aprendizado e as páginas que guiam os estudantes pelo uso de sistema. A janela do *browser* é a única que pode ser arrastada e customizada pelo usuário (ver Figura 10). Além disso, na versão atual do sistema o *browser* funciona como um *browser* tradicional.

A representação gráfica da solução (ver Figura 11) apresenta a árvore que representa a solução de caso desenvolvida até então pelo grupo. Todos os participantes visualizam a mesma representação. Os elementos gráficos nesta janela são editáveis pelos estudantes quando eles discordam com o raciocínio do sistema (por exemplo, quando o *link* que o sistema faz entre um nó e seu nó pai não é o que os estudantes querem dizer na sua resposta textual). A informação representada neste espaço também é usada pelo agente de aconselhamento para monitorar e identificar qualquer incoerência relativa aos resultados esperados dos passos. O agente de aconselhamento gera a representação da solução como uma árvore, raciocinando com um conjunto de regras (ver Seção 5.4.4). O *input* para esta função são as respostas dos estudantes para cada pergunta dos passos.

O editor de texto é um espaço individual (não compartilhado, não colaborativo) onde os estudantes editam as suas respostas individuais. Ele permite que o grupo inteiro tenha acesso às respostas individuais dos outros sem entretanto poder alterar o texto editado.

A área de intervenções do sistema inclui o agente de interface (Franklin & Graesser, 1997; Nwana, 1996), que pode ser caracterizado como um agente pedagógico animado (Lester et al., 1997). Todas as intervenções do sistema são apresentadas através deste agente. As intervenções dizem respeito ao tempo, à participação, aos mal entendidos específicos do caso e à coordenação das ferramentas (Rosatelli & Self, 1999). A Figura 12 mostra uma intervenção do sistema sobre um mal entendido específico do caso.

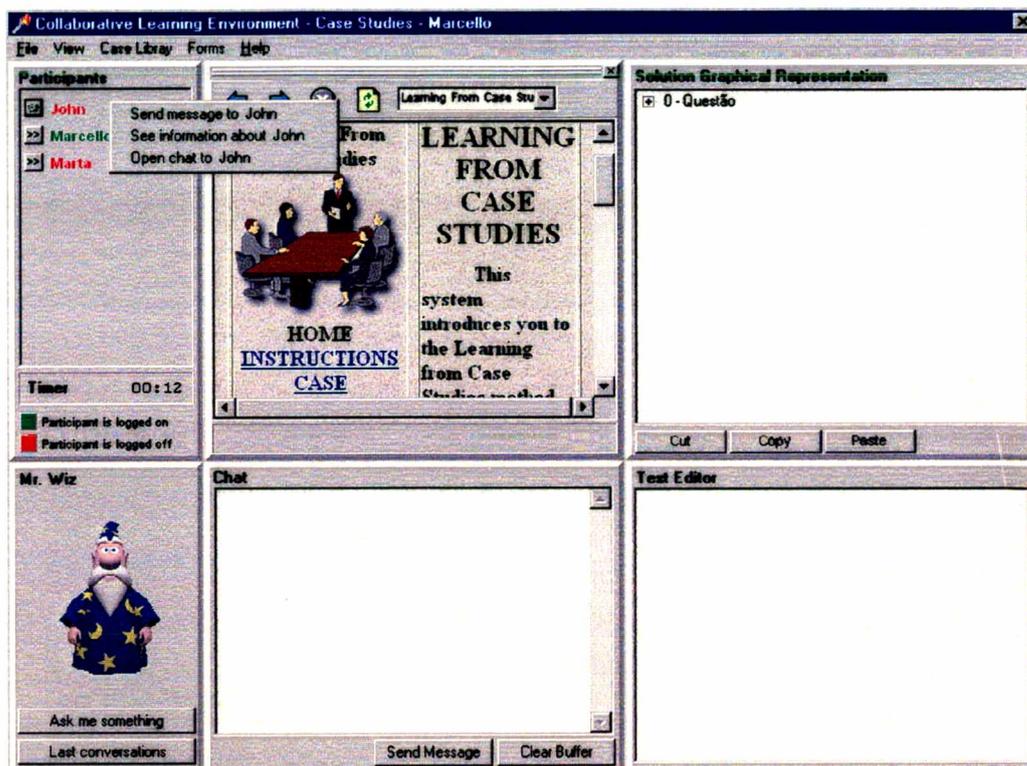


Figura 9. As funcionalidades da lista de participantes.

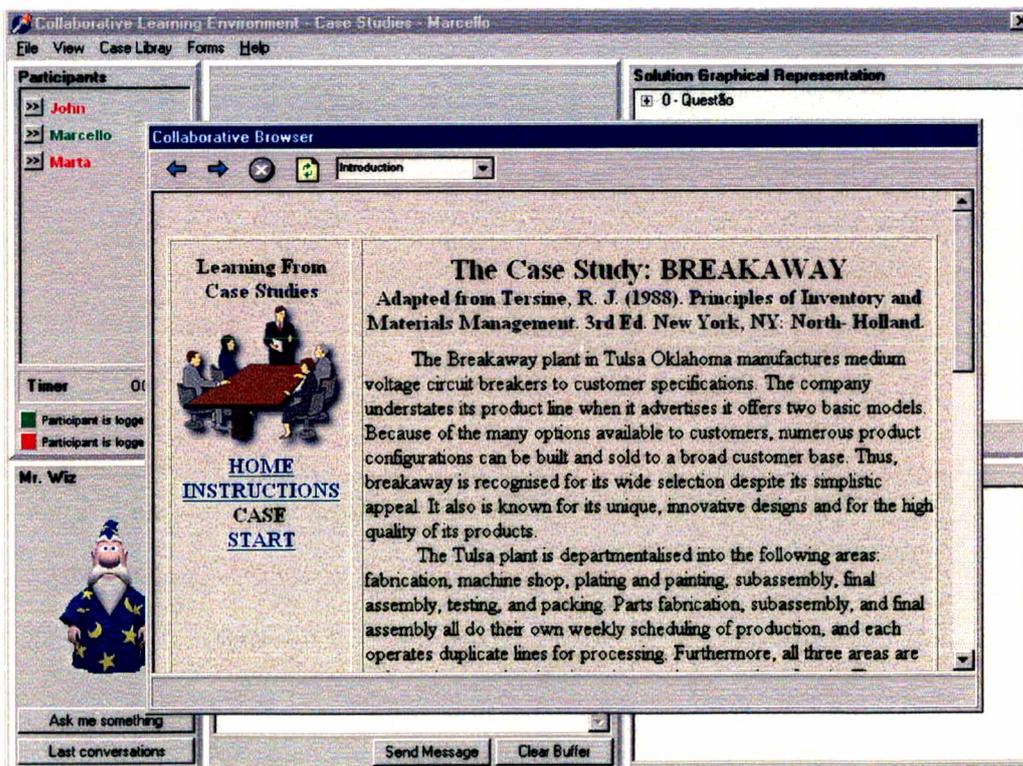


Figura 10. A janela do *browser* customizada.

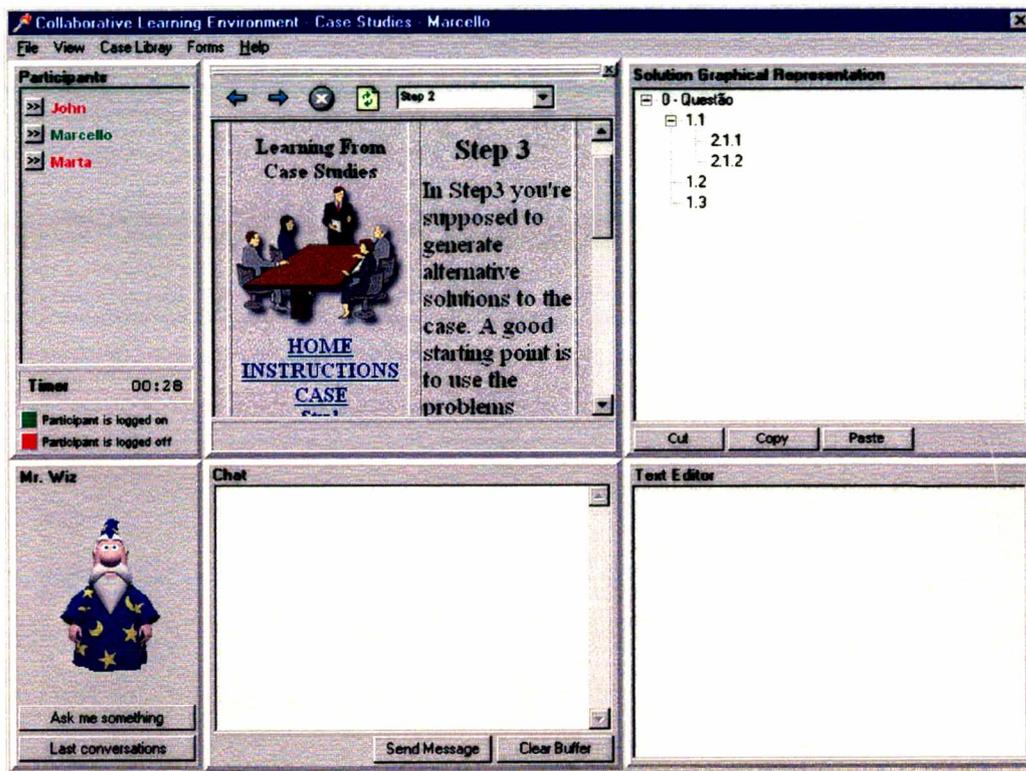


Figura 11. Representação gráfica da solução.

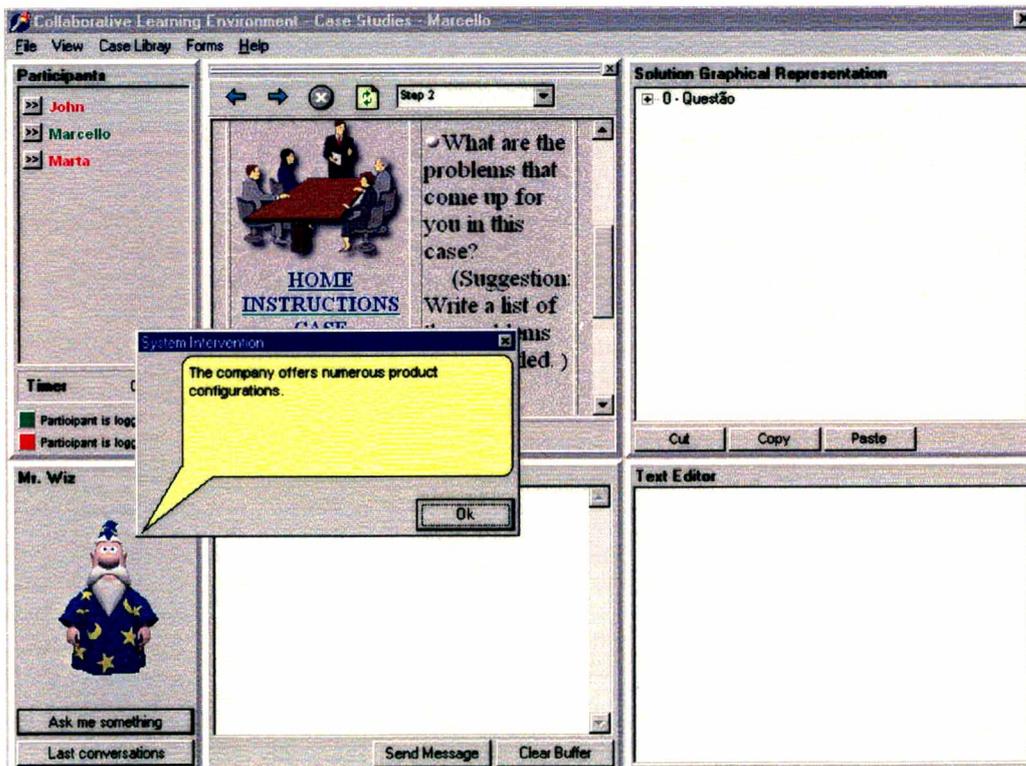


Figura 12. Intervenção do sistema.

O agente de interface também se comunica com os outros agentes e passa informações pertinentes a estes, as quais são o *input* para o sistema realizar algumas de suas funções. Estas informações dizem respeito à:

- **Tempo.** O agente de interface controla o tempo gasto pelos estudantes com trabalho colaborativo, *on-line*, em cada passo. O limite de tempo para um certo passo é uma função do tempo total calculado para a solução daquele estudo de caso e do passo específico no qual eles estão trabalhando (ver Seção 4.1.5). Tal informação está armazenada respectivamente no *script* do estudo de caso e no *script* dos Sete Passos. Quando os estudantes estão trabalhando colaborativamente *on-line* eles podem exceder os prazos estabelecidos para aquele estudo de caso, naquele passo, quando desenvolvendo a solução do caso. Nesta situação esta informação é passada para os outros agentes.

- **Coordenação das ferramentas.** O agente de interface identifica a falta de coordenação entre os estudantes. Todo evento detectado na tela de um dos estudantes (por exemplo, uma certa janela é ativada) é conferido com os outros participantes do grupo (por exemplo, se os outros estudantes tem esta mesma janela ativa). Se o agente de interface identifica que o grupo está trabalhando em coisas diferentes (por exemplo, com outra ferramenta ou em outro passo) esta informação é passada adiante.

- **Controle de participação.** O agente de interface é responsável por identificar um baixo grau de participação em um ou mais estudantes quanto às contribuições destes para a solução do caso. Isto é denotado por um pequeno número de contribuições de um dos estudantes, ou seja, pela não contribuição para a solução. Sempre que tal comportamento é detectado o agente de interface passará esta informação adiante.

O programa de *chat* é bastante semelhante aos programas tradicionais e é onde a discussão do caso acontece. Os participantes podem, além de escrever um texto livre, expressar seu estado emocional, dirigir sua mensagem para o grupo inteiro ou para um participante em particular (embora esta mensagem seja visível por todo o grupo) e, fazer uso de *sentence openers* (McManus & Aiken, 1995; Robertson et al., 1998) para facilitar o processo de chegar a um acordo na discussão do caso (ver Figura 13).

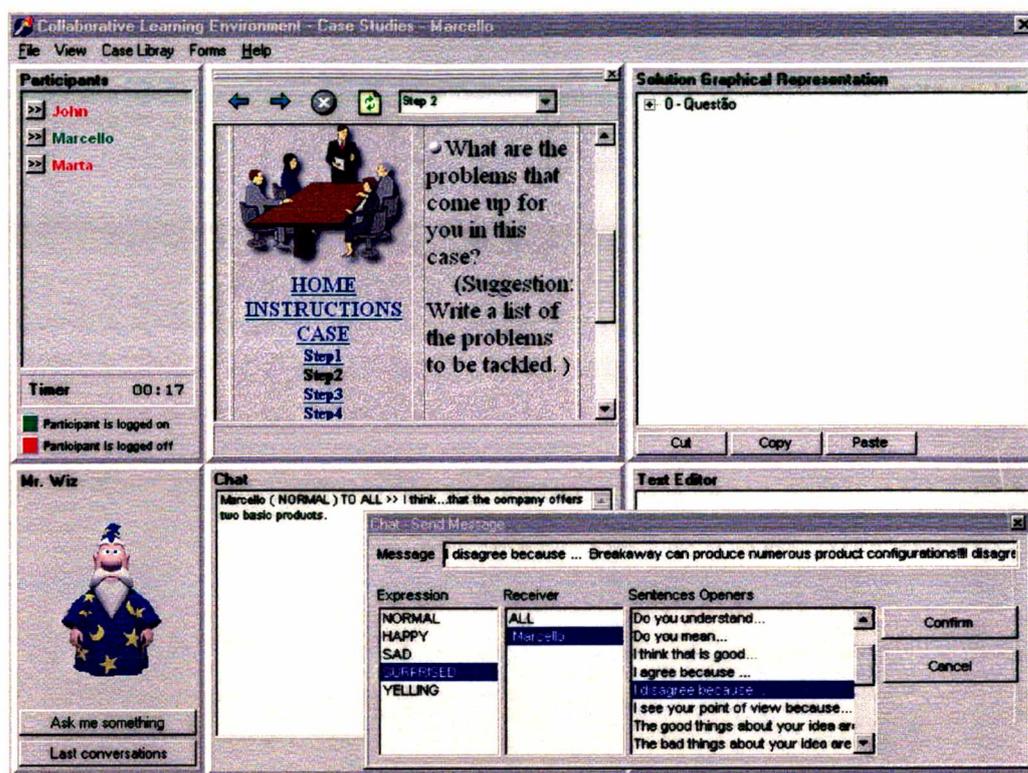


Figura 13. A ferramenta de chat.

Os *sentence openers* foram implementados primeiro por McManus e Aiken (1995), baseado em uma série de habilidades de discussão que foram identificadas por Johnson e Johnson (1994). Estes últimos especificaram as habilidades interpessoais e de pequenos grupos mais básicas e importantes em discussões, as categorizaram e as associaram com *sentence openers*. Tais categorias são: i) habilidades de comunicação, ii) habilidades de confiança, iii) habilidades de liderança e iv) habilidades de conflito criativo.

McManus e Aiken (1995) usaram então os *sentence openers* com a intenção de dar um exemplo de uma habilidade particular, de acordo com estas categorias. Os estudantes enviavam mensagens um ao outro selecionando um *sentence opener* de um menu e então elaboravam a partir deste com texto adicional. Houve uma correspondência um-para-um entre os *sentence openers* e as habilidades identificadas por Johnson e Johnson (1994). Um sistema tutor inteligente oferecia aconselhamento e *feedback* sobre o uso das habilidade dos estudantes durante o curso da discussão, e gerava realimentação ao término desta. As sugestões do sistema tutor eram baseadas em padrões de interação denotados pelo uso dos *sentence openers*. Em Robertson et al. (1998) o objetivo do uso

dos *sentence openers* é dar um exemplo de uma habilidade particular, de acordo com estas categorias.

No presente trabalho o objetivo do uso dos *sentence openers* é apenas facilitar a discussão. Eles foram usados como uma característica do programa de *chat* porque eles foram identificados nos diálogos relativos à discussão para se chegar a um consenso em nossos experimentos (ver Capítulo 6). Abaixo, listamos o tipo de *sentence openers* implementados no sistema. Eles foram selecionados baseados em Robertson et al. (1998) e nos resultados dos experimentos realizados.

- *I think...*
- *Yes ...*
- *No...*
- *Do you understand...*
- *Do you mean...*
- *I think that is good...*
- *I agree because ...*
- *I disagree because...*
- *I see your point of view because...*
- *The good things about your idea are...*
- *The bad things about your idea are...*
- *Why do you think that...*
- *Do you agree...*
- *Lets conclude that...*
- *We could do better if...*
- *What do you think about...*
- *I understand...*
- *This is a summary of what we said...*
- *Lets go on to the next question.*

5.4 Conclusão

Neste capítulo a implementação do sistema, que enfoca o gerenciamento da discussão do caso foi explicada e ilustrada. Para tal, primeiramente apresentamos o conceito de agentes inteligentes, dando uma visão geral de suas propriedades, classificações e taxonomias. Explicamos a arquitetura do sistema, que é baseada em agentes e provê as condições para realizar as funções definidas no capítulo anterior pelo *design* do sistema, assim como o tipo de agentes que estão incluídos nesta arquitetura. A seguir detalhamos os componentes do sistema e suas funções. Finalmente, mostramos o *design* da interface do sistema, exemplificando como as diferentes funções do sistema são apresentadas pelos elementos gráficos incluídos na interface.

O próximo capítulo trata da validação do modelo teórico proposto nesta tese. Isto foi feito através de dois experimentos realizados durante o desenvolvimento do sistema, os quais são descritos em detalhes a seguir.

6 Validação do Modelo Proposto

O modelo teórico de utilização do método de ensinar através de estudos de casos num contexto de ensino a distância proposto nos capítulos anteriores foi submetido a uma investigação. Nesse sentido, a validação do modelo proposto consistiu em verificar se a solução de um estudo de caso pode ser desenvolvida de acordo com a proposta apresentada nesta tese, num cenário de ensino a distância. Com essa finalidade dois experimentos foram realizados em diferentes fases durante o desenvolvimento do sistema. Em ambos os experimentos um estudo de caso foi apresentado à pares de estudantes a distância conectados por computadores em rede para ser resolvido em colaboração. O objetivo geral foi testar se e como os estudantes iriam elaborar uma solução para o estudo de caso, usando a abordagem dos Sete Passos (Easton, 1982).

O *design* do experimento, tendo em vista como o processo de solução do caso ocorre na sala de aula tradicional, levou em conta: o direcionamento dado pelo professor através dos Sete Passos, a discussão do caso baseada no confronto das idéias individuais e a necessidade de se chegar a um consenso sobre a solução. Os resultados do experimento serviram para testar nossas hipóteses e, mais ainda, para dar subsídios ao *design* do sistema. Abaixo explicamos em detalhes os dois experimentos, seus resultados e as suas implicações para o *design* do sistema.

6.1 Experimento 1

O primeiro experimento foi uma tentativa de testar a possibilidade de ensinar a distância com estudos de casos, usando a abordagem dos Sete Passos. Os resultados gerados por este estudo preliminar, além de confirmar as nossas idéias, serviram para dar algumas diretrizes para o segundo experimento.

6.1.1 Objetivo

O objetivo deste experimento foi observar como acontece a discussão entre um par de estudantes a distância que trabalha colaborativamente na solução de um estudo de caso.

6.1.2 Modelo

O ambiente de aprendizagem para o experimento consistiu em usar um *browser* e um programa de *chat*. A *World Wide Web* (Web) foi usada para apresentar os materiais de ensino/aprendizagem e o programa de *chat* era onde os estudantes discutiam o caso e apresentavam as suas respostas.

O *design* das páginas Web foi baseado tanto na abordagem dos Sete Passos quanto nas perguntas usadas pelos professores em sala de aula para guiar a discussão do estudo de caso (ver Capítulo 3, Seção 3.4.3). Os Sete Passos foram incorporados ao ambiente de aprendizagem através do uso de *hyperlinks*, os quais os estudantes deveriam seguir em seqüência a fim de desenvolver a solução para o estudo de caso. As perguntas do professor foram associadas com cada um dos Sete Passos, de acordo com o objetivo e com a atividade a ser desenvolvida, exigindo uma resposta dos estudantes.

O primeiro conjunto de páginas Web apresentadas, além do texto do estudo de caso, incluía informações sobre o método de casos e a abordagem dos Sete Passos. A informação consistia numa breve explicação sobre o método de casos, enfatizando a importância de discutir o caso e de se chegar a um consenso. O segundo conjunto de páginas se referia aos Sete Passos. Este conjunto incluía uma descrição, os objetivos e uma pergunta que demandava a atividade referente àquele passo em particular. Os *hyperlinks* deveriam ser seguidos de acordo com a natureza seqüencial da abordagem usada. Procedendo através da seqüência de passos os estudantes eram conduzidos para o desenvolvimento de uma solução para o estudo de caso.

Para tal, primeiro os estudantes deveriam responder à pergunta colocada em cada passo individualmente. Depois disso, eles teriam uma discussão *on-line* para chegar a um acordo e ter uma resposta conjunta do grupo baseado nas respostas individuais de cada um para a pergunta colocada naquele passo. Usando o programa de *chat* os estudantes

apresentavam então um ao outro as suas respostas individuais, discutiam a fim de chegar a uma resposta comum e finalmente, apresentavam as respostas do grupo para a pergunta do passo.

O estudo de caso usado neste experimento é intitulado “Um Caso de Dilema sobre Direitos dos Animais” (Herreid, 1996; ver Apêndice C). Em resumo, a pergunta colocada pelo caso era o que deveria fazer um professor de um curso de Biologia Geral quando confrontado com um estudante que se opunha filosoficamente aos laboratórios de dissecação. O caso não exigia um conhecimento especializado para ser resolvido e acredita-se que a natureza controversa do assunto motiva e encoraja a discussão. A suposição por trás da escolha deste caso era que os participantes do experimento não estariam assistindo um curso ou aprendendo um domínio em particular, que é a situação padrão na aplicação do método de casos.

6.1.3 Procedimento

Os participantes desta experiência eram três pares de estudantes. Um par era formado por estudantes de segundo grau e 2 pares eram formados por estudantes de pós-graduação (doutorandos). Embora estes estudantes fossem de áreas e níveis diferentes, eles estavam familiarizados com as aplicações usadas na experiência: o *browser* e o *chat*.

Cada par de estudantes recebeu uma breve explicação sobre o experimento. Esta explicação enfatizou o trabalho colaborativo na solução do estudo de caso, como também a necessidade de se chegar a um acordo em todo ponto de decisão intermediário (isto é, a resposta para cada pergunta dos passos) e na solução final do caso. A seguir, os estudantes foram localizados em salas separadas e usando computadores em rede (PCs e Windows NT) colaboravam a distância para resolver o caso.

6.1.4 Resultados

Os resultados foram obtidos através da revisão dos arquivos do programa de *chat*, que continha as contribuições de diálogo relativo à discussão para alcançar um acordo, e as respostas individuais e do grupo para cada pergunta colocada nos passos da metodologia. Além disso, o experimentador fez algumas observações durante o experimento e anotou as observações colocadas pelos participantes após o mesmo.

- O *design* do experimento foi baseado em nossa experiência com o método de aprender com estudos de casos, bem como no que é apresentado na literatura. O experimento confirmou as nossas idéias anteriores sobre como aconteceria a discussão sobre um estudo de caso nesse cenário de aprendizagem.
- Apesar dos pares de estudantes parecerem ter uma compreensão clara do que era esperado que eles fizessem, o resultado do experimento mostra de forma apenas sugestiva que eles tiveram a sensação de estar construindo a solução do caso a cada passo.
- O experimento mostrou a necessidade de se ter ferramentas separadas para a discussão e para editar as respostas individuais e do grupo. Isto significa que usar o programa de *chat* para a discussão, para as respostas individuais e para as respostas de grupo não era apropriado.
- Dois pares de estudantes relataram que eles tiveram a sensação de já ter respondido à pergunta colocada em um certo passo, no passo anterior. Nós supomos que isto é devido à simplicidade do caso usado no experimento em oposição à complexidade da metodologia de solução, que parece ser mais apropriada à estudos de caso num domínio mais complexo, como por exemplo no domínio de engenharia de produção.
- Um par de estudantes levantou a questão de como eles saberiam que o seu par já estava usando o programa de *chat* num dado momento, ou seja, como eles trabalham juntos na solução do caso de um modo coordenado.
- Outro par de estudantes questionou sobre o tempo, isto é, se eles tinham restrições de tempo e qual era essa restrição.

5.1.5 Conclusões

Primeiramente, a experiência mostrou a viabilidade de aprender com estudos de casos a distância de acordo com nosso modelo: a abordagem dos Sete Passos, as perguntas do professor associadas com os passos, e toda esta metodologia implementada em páginas HTML e *hyperlinks* (Rosatelli, 1998a,; Rosatelli 1998b).

Baseado nestes resultados foi realizado um segundo experimento. O *design* do segundo experimento busca resolver alguns dos problemas apresentados pelo primeiro. Uma grande parte do *design* do primeiro experimento foi mantido. O material didático em HTML, exceto algumas pequenas mudanças secundárias, era basicamente o mesmo. O estudo de caso também era o mesmo. O ambiente colaborativo usado permitiu um melhor controle das condições experimentais e os estudantes participantes constituíam uma amostra mais homogênea. Não obstante, este segundo experimento ainda é um estudo preliminar empírico e os resultados também são de natureza qualitativa.

6.2 Experimento 2

Baseado nos resultados e conclusões do primeiro experimento, foi projetado e executado um segundo experimento. No primeiro experimento o modelo teórico relativo ao uso do método de aprender com estudos de casos, em um contexto de educação a distância, como proposto, foi submetido a uma investigação preliminar que mostrou sua viabilidade. Neste segundo experimento utilizou-se um ambiente de aprendizado mais elaborado que incluiu uma mais ferramenta, a saber, um editor de texto, e algumas características de um ambiente de aprendizagem colaborativa nas outras ferramentas, isto é, usou-se um *browser* e um editor de texto colaborativos. Baseado nos resultados deste segundo experimento foram elaboradas algumas recomendações para o *design* do sistema e da interface com o usuário.

6.2.1 Objetivo

O objetivo principal deste estudo empírico qualitativo (Anderson & Burn, 1989; Yin, 1994) também foi observar como acontece o processo de discussão entre estudantes distantes que colaboram na solução de um estudo de caso. Como mencionado acima, da mesma forma como o método de aprender com estudos de casos é aplicado na sala de aula tradicional, a discussão é o tópico principal. Porém, pouca ou nenhuma informação está disponível relativa à discussão, na aplicação do método de casos a distância, usando computadores conectados em rede e um ambiente de aprendizagem colaborativo. Então, o estudo empírico aponta para o avanço na investigação das questões que surgem da discussão do caso neste tipo de mídia e de ambiente.

6.2.2 Modelo

O ambiente de aprendizagem colaborativo para este segundo experimento foi baseado no NCSA Habanero v2.0 Beta 2 (National Center for Supercomputing Applications, 1998), que é uma *framework* colaborativa escrita em Java. Esta inclui um cliente, um servidor e um conjunto de aplicações. Entre o conjunto de aplicações disponível na versão atual, o ambiente de aprendizado do experimento utilizou (1) Savina, o *browser* colaborativo; (2) o *chat*, e (3) mpEDIT, o editor de texto colaborativo (ver Figura 14). O aspecto colaborativo do *browser* significa que se um dos participantes da sessão acessa uma determinada página Web, os outros participantes da mesma sessão visualizariam a mesma página nas suas respectivas telas. Com respeito ao editor de texto, os participantes podem editar um texto em conjunto, digitando um de cada vez na mesma área de texto.

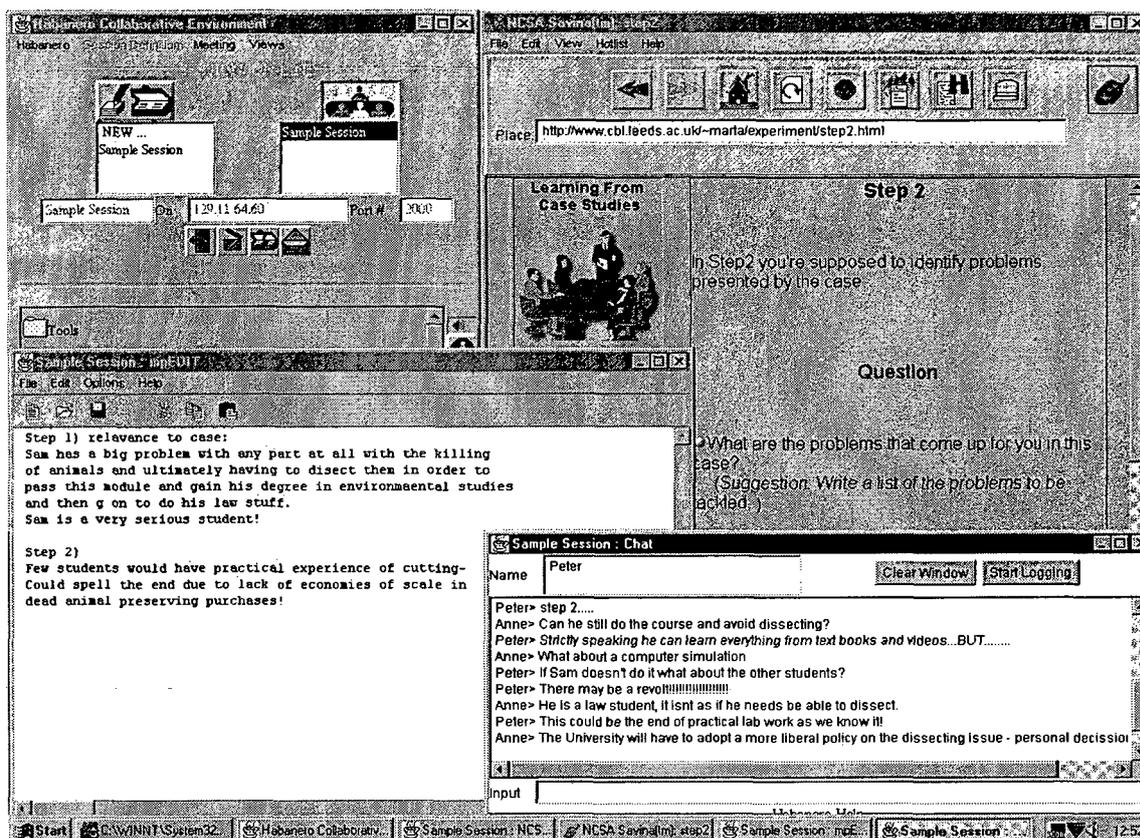


Figura 14. Tela do ambiente colaborativo Habanero mostrando, do lado esquerdo acima a janela principal da *framework* e abaixo a janela do editor de texto, e no lado direito acima a janela do *browser* e abaixo a janela do *chat*.

O uso destas três ferramentas em particular foi determinado pelas exigências impostas pelo uso do método de casos e da abordagem dos Sete Passos na sala de aula tradicional. O uso do *browser* colaborativo era implícito, já que a Web era a mídia para apresentar os materiais de ensino e aprendizagem. O *design* das páginas Web era o mesmo do primeiro experimento. A única diferença é que foram incluídas instruções para os estudantes sobre como proceder para resolver o caso de acordo com a abordagem neste ambiente (isto é, qual ferramenta usar, como e quando).

A aplicação do método de casos e a abordagem dos Sete Passos no ensino a distância implica em colaboração (Roschelle & Teasley, 1995). Conseqüentemente esta questão tornou-se uma das preocupações principais. O editor de texto colaborativo foi usado tanto para apresentar e registrar as respostas individuais, como também para editar a resposta de consenso do grupo em cada passo. O *chat* baseado em texto era onde acontecia a discussão para se chegar ao consenso a respeito da resposta de cada passo e também para a solução de caso. O ponto de partida para a discussão eram as

semelhanças e/ou diferenças entre cada resposta individual, visualizadas com o editor de texto colaborativo.

O estudo de caso usado no segundo experimento foi o mesmo usado no primeiro experimento, pelas mesmas razões.

6.2.3 Procedimento

Os participantes (voluntários) deste experimento foram cinco pares de estudantes de pós-graduação. Embora estes estudantes tivessem formações diferentes, eles estavam familiarizados com as aplicações usadas no experimento: *browser*, editor de texto e *chat*. Por outro lado, eles não estavam acostumados ao aspecto colaborativo do *browser* e do editor de texto, nem estavam familiarizados com o método de estudos de caso.

Depois de serem aleatoriamente formados, cada par de estudantes recebeu uma breve explicação sobre o experimento. A explicação enfatizou o trabalho colaborativo na solução do estudo de caso, como também a necessidade de se chegar a um consenso em todo ponto intermediário de decisão (ou seja, a resposta para a pergunta de cada passo) e na solução final do caso. Os estudantes também receberam uma explicação de cerca de 15 minutos sobre a *framework* colaborativa Habanero. Dois computadores em rede colocados lado a lado foram usados nesta explicação a fim de demonstrar como as aplicações utilizadas operavam em colaboração e como proceder para trabalhar com o método de casos e a abordagem dos Sete Passos. A seguir, os estudantes foram colocados em salas separadas e usando computadores conectados em rede (PCs, Windows NT) colaboraram a distância na solução do estudo de caso.

Ficamos a maior parte do tempo na sala onde a máquina que estava rodando o servidor estava localizada, observando as ações dos pares de estudantes e o desenvolvimento da solução. Ocasionalmente alguma ajuda foi dada, relativa à operação das aplicações. Os estudantes também foram advertidos sobre a questão tempo, quando estes levavam muito tempo em um determinado passo ou no desenvolvimento da solução do caso como um todo. Finalmente, éramos responsáveis por garantir que os arquivos relativos aos textos editados e às contribuições do diálogo eram armazenados (salvos) em um arquivo.

6.2.4 Resultados

Os resultados do experimento foram derivados das observações feitas, da revisão das contribuições do diálogo e dos textos editados relativos às respostas individuais e do grupo para cada pergunta dos passos.

Abaixo são apresentados os resultados do experimento no que diz respeito ao funcionamento do ambiente de aprendizagem e às questões levantadas em função do que foi observado. Além disso, são descritas as recomendações para o sistema e para o *design* da interface baseado nesses resultados.

(a) Desenvolvimento da Solução

Observações. Como observado no primeiro experimento, embora os pares de estudantes parecessem ter uma compreensão clara de suas tarefas, as observações do segundo experimento também mostraram que eles não perceberam completamente que a solução de caso é construída passo a passo, adicionando-se em cada passo alguma coisa ao que foi feito no passo anterior. Se os passos forem corretamente seguidos, haverá uma lista de soluções alternativas, uma previsão de resultados para cada solução alternativa e uma lista de prós e contras para cada resultado. Isto pode se tornar complicado e confuso, especialmente quando se chega ao ponto de escolher uma solução. Um comportamento comum era enumerar os componentes da resposta de cada passo, o que funcionou bem para um único passo. Mas, quando procedendo ao próximo passo, os estudantes freqüentemente perderam as interconexões entre os componentes das respostas, e conseqüentemente perderam o “fio da meada” dos seus caminhos de solução. O resultado disto é que uma possível solução do caso pode não ser examinada. Da mesma forma, o oposto também pode acontecer: a inclusão de tópicos num determinado passo que não foram antecipados em um passo anterior.

Recomendações. Um das metas do *design* do sistema é proporcionar para os estudantes um modo de mapear ou visualizar a construção da sua solução. Nesse sentido, o desenvolvimento da solução do caso de acordo com os Sete Passos pode ser representado como uma árvore (Russell & Norvig, 1995), a qual seria

apresentada graficamente na interface. A principal virtude da representação gráfica da árvore de solução é que ela mostra para os estudantes como as suas respostas para os passos se conectam uma a outra, ao longo do desenvolvimento da solução. Isto permite que o sistema e os próprios estudantes sigam o seu raciocínio e conseqüentemente o caminho de solução tomado. Sendo assim, a árvore de solução dinamicamente gerada pelo sistema, obtida passo por passo, corresponderia à representação da solução do caso desenvolvida até então pelos estudantes. Tal representação seria apresentada então graficamente na interface do sistema com a intenção de se mostrar qualquer incoerência relativa aos resultados esperados nos passos.

(b) **Tempo Ocioso**

Observações. Havia algumas ocasiões quando um estudante tinha que esperar que o outro terminasse uma atividade, por exemplo ler ou digitar, que geravam um tempo ocioso e que pode apresentavam um tipo de desmotivação para os estudantes. Em geral, isto acontecia devido ao fato de que cada um trabalha individualmente num ritmo diferente. Porém, em algumas destas ocasiões este tempo ocioso estava associado com o uso da ferramenta de *chat*, que exigia que a frase inteira fosse digitada, e que a tecla *enter* fosse apertada, para que o outro estudante pudesse visualizar a frase que foi escrita. Isto significa que enquanto um estudante estava digitando, o outro estava apenas esperando ele terminar.

Recomendações. A capacidade de visualizar a frase enquanto esta está sendo digitada/construída, que é uma característica presente em alguns programas de *chat*, por exemplo no que foi usado no primeiro experimento, parece ser mais apropriado a este tipo de cenário de aprendizagem. Além disso, a possibilidade de interromper um ao outro apresentada também por este tipo de programa de *chat* parece ser mais conveniente, na medida em que se aproxima mais de uma situação real de colaboração. Isto é exemplificado e é reforçado por uma preferência, por alguns dos pares de estudantes, pela ferramenta do editor de texto, tanto para conversar quanto para digitar as suas respostas. A razão disto era que o editor de texto permitia que

os estudantes interrompessem um ao outro, como também visualizassem o que estava sendo digitado.

Os outros tipos de situações que poderiam gerar um tempo ocioso, por exemplo, diferentes ritmos de digitação, leitura e raciocínio não são levados em conta no *design* do sistema uma vez que eles são os mesmos apresentados em qualquer situação colaborativa de resolução de problemas presencial (por exemplo, na sala de aula tradicional).

(c) **Coordenação das Ferramentas**

Observações. Cada ferramenta usada na experiência, isto é, o *browser*, o editor de texto, e o *chat*, serviam a um propósito diferente, em diferentes pontos durante o desenvolvimento da solução do caso. Embora as ações iniciadas por um dos estudantes em uma determinada janela da ferramenta fosse visível pelo seu par a distância, os estudantes muitas vezes não pareciam estar coordenados. Além de cada estudante tem o seu próprio ritmo para ler, digitar, e raciocinar, os estudantes ainda eram responsáveis pela coordenação do seu próprio trabalho enquanto um par. Eles deveriam não só trabalhar juntos no mesmo ritmo, como também usar a mesma ferramenta, dependendo de qual atividade eles estavam realizando (navegando nas páginas Web, respondendo individualmente às perguntas dos passos, discutindo, ou elaborando uma resposta em comum).

De fato, este problema já havia sido apontado pelos resultados do primeiro experimento, quando um dos estudantes levantou a questão de como ele iria saber que o seu par já estava pronto para discutir ou ir para o próximo passo. Nós acreditamos que este problema foi até mesmo acentuado neste segundo experimento devido à necessidade de coordenação entre as três ferramentas incluídas na *framework* colaborativa utilizada.

Recomendações. A falta de coordenação apontada acima sugere que a capacidade de visualizar as ações executadas pelo par em uma determinada janela (uma característica da *framework* colaborativa usada no segundo experimento) não é bastante para manter o par (ou grupo) trabalhando junto durante o processo de solução do caso. Para resolver este problema acreditamos que o sistema deve ter um

mecanismo para manter os estudantes trabalhando em conjunto. Este mecanismo deveria informar o estudante quando um deles muda de uma ferramenta para outra, ou quando em deles passa para um próximo passo. Outro modo de reduzir este problema é incluir um botão como “*done*” ou “*next*” na interface que, quando apertado por um dos estudantes, deixaria o outro sabendo sobre a conclusão de uma atividade e por conseguinte a passagem para uma outra etapa. Em suma, o sistema deveria poder identificar esta falta de coordenação e apresentar uma notificação aos estudantes sobre as ações de um outro estudante. Para tal, todo evento detectado na tela de um dos estudantes (por exemplo, uma janela particular é ativada) deveria ser conferido com o resto do grupo. Por exemplo, se os outros estudantes tem esta mesma janela ativa, e, se não, este estudante deveria ser notificado que o grupo está trabalhando em uma outra coisa.

(d) Editor de Texto Individual

Observações. Os estudantes deveriam elaborar as suas respostas individuais e em seguida, baseado nas diferenças ou semelhanças entre as essas respostas, discutir as suas idéias de forma a chegar a um acordo e elaborar uma resposta em comum. Para fazer isto, eles tinham que apresentar um ao outro as suas respostas. O *chat* e o editor de texto colaborativo se mostraram inadequados para esta função. Como estas ferramentas eram colaborativas, cada indivíduo podia interferir nas respostas dos outros. Por exemplo, apenas clicando na janela do editor de texto colaborativo era possível a um dos estudantes transferir o controle desta janela e alterar a resposta individual do seu par. A ferramenta de *chat* não apresentou tal problema mas, por outro lado, não permitia que o texto da resposta fosse editado.

Recomendações. O sistema deveria proporcionar para os estudantes uma ferramenta de editor de texto individual que, apesar de estar incluso na *framework* colaborativa, seria visível pelo estudante mas editável apenas pelo seu autor.

(e) **Tempo**

Observações. Como na primeira experiência os pares de estudantes mostraram uma tendência de gastar mais tempo nos primeiros passos e passar pelos últimos mais rapidamente, contrariamente ao que era esperado, já que os últimos passos exigem atividades mais complexas. Isto pode ser devido a vários fatores. Os estudantes podem ser sobrecarregados com o nível de detalhe exigido pela abordagem dos Sete Passos; ter uma diminuição (normal) na sua produtividade, de forma que eles realizam melhor as atividades dos passos iniciais; ter apenas uma idéia grosseira de como o processo de solução será desenvolvido em Sete Passos e concentrar muito esforço nos primeiros passos e/ou ocupar mais tempo nos primeiros passos para se familiarizar com a situação apresentada pelo caso. Em qualquer circunstância, o resultado é que quando eles percebem que o desenvolvimento da solução está levando muito tempo, eles aceleram o ritmo, o que pode diminuir a qualidade das suas soluções.

Recomendações. A abordagem dos Sete Passos permite o controle, passo a passo, do tempo de trabalho colaborativo (*on-line*). O sistema deveria intervir se o tempo gasto pelos estudantes discutindo e respondendo uma certa pergunta em determinado passo excede os limites de tempo estabelecidos. Este limite de tempo é uma função de um tempo calculado para responder cada pergunta de passo, e um tempo calculado para resolver um estudo de caso específico. Para dar este tipo de suporte, o sistema deveria executar a cronometragem e deveria advertir os estudantes sempre que eles chegassem perto dos limites de tempo.

(f) **Participação**

Observações. Os diálogos e textos editados revelaram um grau mais alto de participação concentrado em um dos estudantes, em diferentes fases da solução do caso, em um número significativo de situações. Em tais situações o outro estudante apenas dava um número pequeno de contribuições, que se constituíam em uma quase invariável aquiescência com as idéias do outro estudante.

Recomendações. O sistema não tem como objetivo avaliar as contribuições dos estudantes individualmente. Porém, ele deve encorajar a participação. Se um dos

estudantes permanece silencioso ou tem um grau não significativo de participação, não contribuindo para a solução (por exemplo, um número pequeno de contribuições restrito a “eu concordo” ou “sim”), o sistema deveria poder identificar este comportamento e dar um incentivo adicional para tentar melhorar este comportamento. Isto significa encorajar a participação deste estudante específico, apresentando um convite à participação.

(g) Padrões de Expressão Específicos do Caso

Observações. Os diálogos apresentaram alguns padrões de expressão pertinentes, seja específicos da discussão ou específicos do caso. Os padrões de expressão específicos da discussão se referem ao processo de negociação para alcançar um acordo. Os padrões de expressão específicos do caso estão relacionados às perguntas dos passos e ao que foi incluído nas respostas anteriores, isto é, relacionados ao domínio. Entre estes, nós enfocamos os padrões de expressão específicos do caso que caracterizam um mal entendido sobre o caso e denotam dificuldades em responder uma pergunta de um passo em particular.

Recomendações. Os padrões de expressão específicos do caso podem representar pontos nos quais o sistema deveria dar suporte ao processo de solução do estudo do caso e deveria intervir para chamar a atenção dos estudantes para um mal entendido em potencial. Para realizar esta função, não há necessidade que o conhecimento do especialista seja completamente representado no sistema. Os mal entendidos sobre o estudo de caso podem ser representados de acordo com CBM (*constraint-based modelling*, Mitrovic & Ohlsson, 1998) como uma restrição que representa o conhecimento do domínio. Tal tipo de estrutura de conhecimento pode ser usada para apoiar as interações dos estudantes com o sistema. Assim, o sistema deveria usar as restrições modeladas sobre o estudo de caso para iniciar as intervenções que são geradas baseadas na identificação de um mal entendido sobre o estudo de caso ou sobre o processo de solução.

(h) **Formulários**

Observações. Os extratos do diálogo relativo às respostas do grupo às perguntas dos passos, incluídos no Apêndice B, foram selecionados do arquivos que continham os diálogos. Além disso, as sentenças desses extratos também foram apropriadamente enumeradas de forma a tornar possível que as orações que são representadas pelos nós pudessem ser referidas na árvore de solução.

Recomendações. A interface do sistema deveria apresentar um espaço mais estruturado, por exemplo um formulário, onde os estudantes digitariam as respostas em comum do grupo. O uso dos formulários proporcionaria a enumeração das orações digitadas pelos estudantes, em cada passo, automaticamente. Como resultado o sistema teria as orações em um formato apropriado em lugar de ter que analisar gramaticalmente um diálogo. Isto significa que seria mais fácil para o sistema raciocinar sobre os resultados dos passos. Além disso, os estudantes teriam um campo próprio para escrever a resposta em comum a cada pergunta dos passos como sugerido pelos resultados do primeiro experimento.

6.2.5 Conclusões

A implementação do sistema detalhado no Capítulo 5 segue a maioria das recomendações derivadas deste segundo experimento, tanto em termos das facilidades gráficas implementadas na interface quanto em termos das funções inteligentes que o sistema executa. A representação da solução como uma árvore, os formulários e o editor de texto individual são os elementos gráficos que foram incluídos na interface do sistema. As ferramentas de coordenação, de cronometragem, de controle da participação e as intervenções que dizem respeito às expressões específicas do caso são as funções executadas pela versão atual do sistema.

Com relação à representação gráfica é importante notar que para gerar esta árvore a implementação atual do sistema faz para uso do algoritmo apresentado na Seção 5.2.4. O procedimento para comparar as orações incluídas neste algoritmo, chamado **parse1** e **parse2**, é bastante simples e nem mesmo é um *parser*, no sentido de não incluir o conhecimento sintático. O *parsing* é uma interpretação sintática e se refere ao processo

de recuperar a estrutura de frase de uma oração, dado uma gramática. O próximo passo na análise seria o processo de extrair o significado desta oração como uma expressão em alguma linguagem de representação, ou seja, a interpretação semântica (Russell & Norvig, 1995). Consideramos que o uso de um *parser* apropriado e um interpretador semântico melhoraria a representação de solução obtida. Porém, isto está fora do âmbito deste projeto. Outra solução poderia ser algo como, por exemplo, um procedimento mais sofisticado para comparar as orações.

Além disso, em alguns pontos o sistema pode fazer *links* incorretos com o algoritmo para gerar a representação de árvore de solução. Conseqüentemente, o *design* da interface deve permitir que os estudantes modifiquem um *link* feito pelo sistema na representação gráfica da solução em árvore, ou seja, deveria ser possível aos estudantes editar os *links* desta representação. Outra razão para se ter esta característica é que o método de casos e a abordagem dos Sete Passos não restringe e até mesmo encoraja a revisão e a mudança de uma resposta já apresentada.

Um aspecto importante na representação da solução do estudo de caso como uma árvore é que no Passo 6, quando a escolha entre as soluções alternativas é feita, um único critério para a escolha é usado, em lugar de múltiplos critérios. Isto significa que um critério que tem o peso mais significativo (mais alto) determina a solução alternativa a ser escolhida. Esta poderia não ser uma boa estratégia em certos tipos de estudos de caso e especialmente em problemas reais.

Finalmente, existem algumas características que não foram implementadas na versão atual do sistema devido a razões diversas. O *chat* que permite visualizar a oração enquanto esta está sendo construída não foi implementado. A opção pela não implementação desta característica foi devido à divergência sobre a conveniência desta em um programa de *chat* num ambiente de aprendizagem colaborativas. As razões dos que são a favor desta característica foi explicada acima. Por outro lado há estudantes que desejam revisar ou ter certeza das suas contribuições antes de mostrá-la ao grupo. O *design* da implementação do sistema atual está de acordo com esses últimos.

5.3 Conclusão

Neste capítulo descreveu-se dois estudos qualitativos empíricos que investigaram como o processo de resolver um estudo de caso acontece em um ambiente baseado na Web. O *design* do experimento levou em consideração como o processo de solução do estudo de caso acontece na sala de aula tradicional, enfocando questões como o direcionamento dado pelo professor que trabalha com o método de casos e com a abordagem dos Sete Passos, a discussão do caso baseado na confrontação entre idéias individuais e a necessidade de se chegar a um acordo sobre a solução do caso. Para realizar isto, os estudantes em pares colaboraram entre si para resolver um estudo de caso. No primeiro experimento eles trabalharam com um *browser* e um programa de *chat* e no segundo eles usaram uma *framework* colaborativa.

Os experimentos mostraram que o método de aprendizagem com estudos de caso é possível de ser aplicado no ensino a distância. Acredita-se também que o *design* apropriado das páginas Web e o fornecimento das ferramentas adequadas para os diferentes tipos de comunicação exigidas pelo método/abordagem colaboraram para este resultado positivo. Os experimentos geraram os tipos de diálogo que eram esperados relativos à discussão do caso e validaram as nossas idéias anteriores sobre o desenvolvimento do processo de discussão e a solução do caso. Por outro lado, os experimentos também mostraram que existem questões que deveriam ser abordadas para se dar suporte à atividade de grupo no ensino a distância através de estudos de caso. A abordagem inteligente para o *design* do sistema, compreendido pelas técnicas de IA mencionadas em nossas recomendações, procurou solucionar tais questões.

Como trabalhos futuros, no próximo capítulo são colocadas algumas perspectivas para desenvolvimentos adicionais desta tese que poderiam melhorar ainda mais o *design* e a implementação do sistema.

7 Discussão e Trabalhos Futuros

Os resultados do estudo empírico qualitativo mostrado no capítulo anterior indicam que o aprendizado através de estudos de casos a distância pode ser efetivo na medida em que as questões relevantes na aplicação do método na sala de aula tradicional são levadas em conta e implementadas corretamente em um sistema computacional. Ou seja, a pedagogia da atividade de estudo de caso precisa ser traduzida para uma mídia diferente. Os princípios de funcionamento do método de casos são as premissas para o *design* do sistema e estes devem ser realizados em dois níveis: provendo as ferramentas apropriadas para tornar o método de casos operacional em um ambiente de rede, e adaptando a este cenário de aprendizagem o tipo de apoio dado pelo professor na sala de aula tradicional.

O sistema descrito nesta tese permite a aprendizagem colaborativa através de estudos de caso entre um grupo de estudantes que está geograficamente disperso. A arquitetura baseada em agentes suporta a aprendizagem colaborativa e fornece as ferramentas necessárias para levar a cabo o processo de desenvolvimento da solução do caso, executando funções que como um todo auxiliam o processo de aprendizagem. Como na sala de aula tradicional, guiar, promover, e monitorar a discussão do caso é essencial. A abordagem dos Sete Passos serve para estruturar a atividade de grupo, proporcionando para o sistema uma granularidade de informação adequada. As questões colocadas nos passos, assim como as intervenções do sistema, são usadas para promover a discussão. Com respeito à monitoração, as ferramentas personalizadas da *framework* colaborativa, que cumprem as recomendações derivadas dos experimentos, executam esta função. O sistema está então apto a lidar com um grupo de estudantes a distância, levando em consideração os processos de aprendizagem que acontecem em cada estudante individualmente.

Abaixo, algumas questões que dizem respeito ou ao sistema implementado ou ao modelo de aprendizagem baseada em estudos de caso proposto, ou ambos, são discutidas. Esses assuntos representam melhorias que podem ser feitas ao sistema implementado ou até mesmo direções que esta pesquisa pode seguir no futuro.

7.1 Avaliação da Solução do Caso

Uma questão que não é tratada diretamente pelo sistema é a avaliação da solução do caso. Isto é, o sistema não avalia uma solução de caso apresentada pelos estudantes no sentido de atribuir uma nota a esta. Quando os casos envolvem resultados quantitativos, por exemplo, é mais fácil modelar algum tipo de avaliação em um ambiente baseado em computador. Os resultados numéricos apresentados podem ser os parâmetros para julgar uma determinada solução. Por outro lado, casos que envolvem resultados qualitativos representam um problema mais difícil de resolver quanto à avaliação. Nesta circunstância, é necessário estabelecer o critério que vai ser usado para atribuir um valor ao que os estudantes apresentam como a solução do caso. Um sistema que permite a consideração de vários critérios diferentes e a atribuição de pesos diferentes a cada um desses critérios é uma direção interessante para avançar na investigação relativa a este problema.

Como consequência, a avaliação permanece como uma tarefa do professor. É importante observar que na maioria das vezes a avaliação depende fortemente do estilo de ensino do professor e dos objetivos de aprendizagem do estudo de caso. Argumentando em favor do sistema que está implementado atualmente, é interessante frisar que este fornece ao professor toda a informação necessária para fazer um julgamento, talvez até melhor do que ele estivesse ensinando com casos na sala de aula tradicional, especialmente no que diz respeito ao treinamento de habilidades.

Como colocado anteriormente o sistema pode guiar um grupo de estudantes a distância, levando em conta o processo de aprendizagem que acontece em cada estudante individualmente. O sistema mantém os registros das contribuições individuais tanto quantitativa como qualitativamente (por exemplo, relativamente à participação, ao número de contribuições e à própria contribuição), o tempo que o grupo levou desenvolver a solução de caso, os mal entendidos relativos ao estudo de caso, as dificuldades (ou a ausência delas) sobre o conhecimento subjacente que os estudantes deveriam ter adquirido previamente e que a solução do caso requer, etc. Adicionalmente são registradas todas as interações entre o grupo de estudantes e destes com o sistema. Assim, o professor pode fazer uso destes registros e analisar os processos de chegar a

um acordo, as decisões do grupo em pontos diferentes da solução, como também a solução final do estudo de caso.

Quanto aos diferentes tipos de habilidades que são supostamente postas em prática pela discussão do estudo de caso (ver Capítulo 3, Seção 3.3) percebe-se que os registros do sistema apresentam para o professor todos os elementos para avaliar os estudantes e o grupo. As habilidades analíticas podem ser avaliadas verificando-se como os dados brutos foram trabalhados e organizados para se tornar informação. As habilidades de aplicação através de como os conceitos, técnicas e princípios das matérias envolvidas foram aplicados. As habilidades criativas através de como foram geradas soluções alternativas para os problemas não solucionáveis por uma análise lógica. As habilidades de comunicação através de como e se os estudantes defenderam um ponto de vista, persuadiram usando argumentos, etc. As habilidades sociais através de como aconteceram as interações do grupo durante as discussões do caso. E, finalmente, as habilidades de auto-análise, através da análise dos valores da própria pessoa, os quais são evidenciados por discordâncias eventuais que aconteceram durante a discussão do caso em cima de julgamentos de valor, em lugar de em cima de julgamentos analíticos.

Neste sentido o professor que trabalha com estudos de caso pode fazer uma avaliação muito mais completa do que se ele estivesse na sala de aula. Na hipótese de uma situação que envolva um número de alunos usual em sala de aula (digamos vinte estudantes) o professor, usando o método de ensinar com estudos de caso, pode talvez dominar o começo da sessão quando a turma inteira ainda está junta e ele apresenta o método, explica os procedimentos, o estudo de caso que será trabalhado, etc. Uma vez que os grupos de estudantes para trabalhar no estudo de caso se formam, por exemplo, grupos de quatro estudantes, é muito improvável que o professor poderá lidar com cinco grupos diferentes, para não falar sobre os estudantes individuais.

O sistema poderia até mesmo ter toda essa informação sobre cada estudante individual armazenada no estilo de um modelo de estudante, o que possibilita poder analisar automaticamente a participação, isto é, o número de contribuições de cada estudante, tanto em número, quanto em conteúdo (usando os *sentence openers*, por exemplo, para identificar a habilidade representada por cada um deles), o tempo e os mal entendidos de cada estudante individual. Esta informação seria então apresentada ao professor.

7.2 Ensino Baseado em Casos

A área de Raciocínio Baseado em Casos (RBC) (Kolodner, 1993) é um ramo da solução analógica de problemas que usa a experiência anterior para resolver problemas novos. Em vez de aplicar uma cadeia lógica de inferências para deduzir uma solução, a solução de outro problema semelhante é recuperada de uma base de casos e é modificada para se ajustar à situação nova. Um caso é uma representação de uma situação problema mais a solução que foi criada para solucionar este problema.

A idéia de ensino baseado em casos (Schank, 1990), derivada do raciocínio baseado em casos da Inteligência Artificial (IA), é que os estudantes aprendem a partir de histórias (casos) que são apresentados no momento exato em que estes necessitam saber a informação expressada por essa história. Khan e Yip (1996) argumentam que a aprendizagem baseada em casos é definida como a situação em que os estudantes adquirem conhecimento novo a partir da exploração de situações armazenadas em uma biblioteca de experiências passadas. Do ponto de vista educacional, os casos podem ser explorados como situações a serem apresentadas aos estudantes, os quais serão incitados a achar soluções a partir de casos semelhantes, sintetizá-las, aplicá-las nesta solução nova, e então fornecer uma explicação para a escolha. Conseqüentemente, da perspectiva do ensino baseado em casos ou em outras palavras, da perspectiva de aplicar o raciocínio baseado em casos à sistemas educacionais assistidos por computador (Schank et al., 1994), a questão de recuperar um caso, de acordo com as necessidades do estudante, é particularmente relevante para o sistema de que trata a presente tese. Estes aspectos fazem do aprendizado baseado em casos uma ferramenta interessante para os processos de ensino/aprendizagem.

O sistema descrito nesta tese faz uso de casos, a saber, estudos de caso, mas não constitui uma aplicação de RBC ao ensino assistido por computador. Esta tese aplica, ao invés disso, o método educacional de aprender através de estudos de casos, como é tipicamente usado nas escolas de administração, a um sistema computacional, incorporando uma metodologia para resolver o estudo de caso e permitindo que os estudantes a distância trabalhem nele. O enfoque principal do sistema é o ensino (a

distância) colaborativo e todas as questões que surgem da aplicação do método de casos neste cenário de aprendizagem. Isso significa que uma das premissas para o sistema atual é que o estudo de caso com o qual os estudantes vão trabalhar já está “recuperado”.

O sistema presente pode ser estendido adicionando-se a este a funcionalidade do ensino baseado em casos. Isto é, recuperar um caso em resposta a uma demanda de aprendizagem. De forma a determinar qual experiência prévia ou memória é pertinente a um problema atual, ou seja, escolher qual é o próximo estudo de caso que deve ser apresentado a um estudante, a similaridade entre a situação atual e prévia deve ser determinada. Uma situação é descrita através de características especiais chamadas índices que descrevem os aspectos importantes do problema, por exemplo, tópicos já cobertos pelo estudante. Estes são casados às características de um caso prévio que é recobrado de memória e sua solução é tornada disponível novamente para uso. O processo de recuperação é igual a recuperar dados de um banco de dados, estando a diferença no modo como os dados pertinentes (um caso) são identificados na base de casos. No raciocínio baseado em casos o casamento é feito baseado na similaridade, a qual permite que tanto casamentos parciais quanto casamentos exatos sejam feitos (Khan & Yip, 1996).

Tendo em vista o que foi exposto, é interessante mostrar pelo menos uma das implicações de tal proposta no que concerne à definição de um caso em RBC: a representação de uma situação de problema mais a sua solução. Um estudo de caso é a representação de uma situação problema. Porém, a solução desta situação está disponível no sistema que esta tese propõe apenas quando os estudantes resolvem o caso. Além disso, apresentar a solução para o caso em primeiro lugar para os estudantes contradiz o método de ensino/aprendizagem que esta tese reivindica implementar em um sistema baseado em computador. Por conseguinte, para incorporar o raciocínio baseado em casos neste sistema, uma das possíveis soluções do caso - e como ressaltado anteriormente, podem existir várias - a qual seria a representação da solução para a situação problema, como definida em RBC, deveria ser incluída no sistema ampliado para melhorar as intervenções do sistema e a representação gráfica da solução. Esta seria uma das possíveis soluções para o estudo de caso, isto é uma de suas soluções satisfatórias, que poderia ser desenvolvida pelo professor e ser representada no sistema.

Conseqüentemente o sistema não só mostraria para os estudantes as questões relativas à coerência do desenvolvimento de processo de solução pelo grupo mas também questões relativas à uma das possíveis soluções armazenadas (aquela apresentada pelo professor).

O sistema resultante iria então, em um primeiro nível, executar a recuperação de um estudo de caso de acordo com os objetivos de ensino/aprendizagem e todas as interações estudantes/sistema que poderiam acontecer relativas a este processo. Em um segundo nível, o estudo de caso seria resolvido como é proposto nesta tese, isto é, colaborativamente em um cenário de aprendizagem de um grupo de estudantes distantes com o apoio do sistema.

Além disso, uma vez que a solução do estudo de caso apresentado pelo professor e representado no sistema seria uma das soluções satisfatórias para a situação problema, esta poderia também ser usada para fins de avaliação. Com respeito ao que foi discutido na seção anterior, ela também pode ser usada como um parâmetro pelo próprio sistema para julgar e atribuir notas para a solução do caso apresentada por um grupo de estudantes.

7.3 Ferramentas de Representação

Quase todas as formas de aprendizagem humana envolvem informação que é representada em formas diferentes. Os professores usam várias técnicas diferentes para representar informação para os estudantes. Além disso, eles usam diagramas, demonstrações práticas, modelos matemáticos abstratos, simulações semi-abstratas, etc. Algumas tarefas podem ser executadas usando-se uma representação única. Já as tarefas múltiplas requerem o uso combinado de conhecimento em formas diferentes, ou podem ser executadas de um modo muito mais eficiente pelo uso integrado de representações múltiplas do que por uma representação única (van Someren et al., 1998).

As mudanças em nosso conhecimento são um resultado da prática e da experiência, e podem ser explicadas através de mudanças no conteúdo desse conhecimento. No entanto, as formas de representação também representam um papel nessa mudança. No contexto de representações múltiplas há duas formas de aprendizado que a distinguem

de aprender com uma única forma de representação. A primeira é que o estudante constrói os mapeamentos entre elementos de representações diferentes. Este conhecimento novo torna possível usar conhecimento em representações diferentes para a resolução de problemas. A segunda forma de aprendizado é aquele conhecimento que é movido (traduzido) em uma forma diferente e que permite resolver os problemas mais rapidamente. Por exemplo, um diagrama pode tornar mais fácil achar respostas para perguntas que também podem ser derivadas do raciocínio com descrições verbais. Embora esta seja uma forma interessante de aprendizado, ela apresenta o problema de escolher a representação ótima para o conhecimento. Um critério importante para esta escolha é a eficiência da representação (van Someren et al., 1998).

Estas questões são particularmente relevantes porque as novas tecnologias tornam possível elaborar e apresentar material de ensino para os estudantes sob qualquer forma, e isto introduz novas escolhas para *designers* de material educacional. Por exemplo, conceitos abstratos podem ser apresentados em uma representação visual. Uma representação pode ser melhor do que outra e combinar representações múltiplas pode criar novos problemas para o estudante. Entender como as propriedades das representações determinam a sua utilidade e o quanto as representações múltiplas podem ser combinadas é um requisito fundamental para o uso efetivo das novas tecnologias (van Someren et al., 1998).

Ao mesmo tempo, as tendências que dominam o campo de aprendizagem e instrução hoje em dia são construtivismo, situacionismo e aprendizagem colaborativa (de Jong et al., 1998). Os estudantes são encorajados a construir o próprio conhecimento (ao invés de copiá-lo de uma autoridade, seja ele um livro ou um professor), em situações realistas (ao invés de somente em situações descontextualizadas e formais como a sala de aula), junto com os outros (ao invés de individualmente). A tecnologia representa um papel fundamental na implementação das novas tendências em educação, especialmente em aprendizagem colaborativa. E, um dos efeitos destas novas tendências, a saber, da maneira como estas são suportadas e trazidas para a sala de aula, é que os estudantes são confrontados com informação de fontes múltiplas e em muitas representações diferentes, o que é especialmente crítico em um contexto compartilhado.

A interação dos processos cognitivos de vários agentes é diferente do raciocínio de um único agente, e, como consequência, estes podem ser afetados por representações externas de modos diferentes. Especialmente as representações externas compartilhadas podem ser usadas para coordenar o trabalho distribuído, e desempenharão esta função de modos diferentes de acordo com os seus vieses representacionais. Além disso, a mera presença de representações em um contexto compartilhado com agentes colaboradores pode alterar cada processo cognitivo individual. Uma pessoa pode ignorar discrepâncias entre o pensamento e as representações externas, mas um indivíduo trabalhando em grupo deve se referir constantemente às representações externas compartilhadas enquanto coordena as atividades com outros indivíduos. Sendo assim, as representações externas têm um maior efeito na cognição individual em um contexto social do que quando se trabalha individualmente (Suthers, 1999).

A pesquisa em Inteligência Artificial na Educação (IA-ED) especialmente vem mostrando um interesse crescente em software que proporciona aos estudantes os meios para construir, examinar e/ou manipular artefatos de conhecimento, enquanto interagem com outros estudantes, isto é, em apoio à aprendizagem colaborativa. Por exemplo, é sabido que a variação das características de ferramentas de representação pode ter um efeito significativo no discurso da aprendizagem colaborativa e consequentemente nos resultados da aprendizagem. As ferramentas de representação podem, por exemplo, mediar o discurso na aprendizagem colaborativa proporcionando aos estudantes os meios para expressar o conhecimento emergente em um meio persistente, onde o conhecimento se torna parte do contexto compartilhado. Uma ferramenta de representação é a implementação de uma notação representacional que provê um conjunto de elementos primitivos a partir dos quais as representações podem ser construídas. O viés da representação destas ferramentas restringe o conhecimento que pode ser expressado, e torna alguns destes conhecimentos mais salientes e consequentemente um tópico mais provável de discussão (Suthers, 1999).

Nesta tese propõe-se uma ferramenta de representação para a solução do caso desenvolvida pelos estudantes. Isso significa que a interface do sistema inclui uma representação da solução do estudo de caso sob a forma de uma árvore (ver Capítulo 5). A árvore é gerada com um algoritmo que foi desenvolvido baseado nos resultados das experiências descritas no Capítulo 6, isto é, as contribuições dos diálogos. O objetivo

desta ferramenta de representação é mostrar ao grupo como eles estão procedendo relativamente ao desenvolvimento da solução do estudo de caso, de acordo com a abordagem dos Sete Passos. Uma árvore é um tipo de grafo e tem como elementos nós e arcos. No caso desta árvore os nós são uma representação das respostas dos estudantes e os arcos representam as relações entre eles como “compreendido” pelo sistema. A interface permite que os arcos sejam editáveis pelos estudantes. Por conseguinte, quando eles discordam com o raciocínio do sistema eles podem modificar a representação gráfica exibida. Além disso, quando o sistema está impossibilitado de gerar um vínculo entre os nós, isto é, um arco, ele solicita que os estudantes que realizem esta tarefa.

A idéia de ter a árvore como uma representação é que os estudantes possam talvez fazer decisões melhores e mais informadas ao longo do processo de solução. Nos experimentos, um comportamento relativamente freqüente entre alguns dos pares de estudantes foi abandonar todo um ramo da árvore ou até mesmo pular um passo da metodologia para o desenvolvimento da solução, decrescendo assim a qualidade deste processo. No entanto, a efetividade e eficiência desta ferramenta de representação não foram testadas. Não se tem nenhuma evidência que esta ferramenta de representação terá os resultados esperados de quando foi concebida. O entendimento por parte dos estudantes das suas respostas sendo representadas pelos nós da árvore e os arcos pelas relações entre essas respostas é apenas potencial. Apesar de ter-se um material experimental significativo para propor este tipo de representação, ainda não é certo que os estudantes conseguirão fazer um mapeamento direto entre as contribuições para o diálogo e o que é representado na interface.

Como consequência, a próxima fase deste trabalho é o *design* e a execução de experimentos para testar a efetividade e eficiência da representação gráfica da solução como uma árvore. A princípio, pretende-se descrever esta ferramenta de representação de acordo com um conjunto de dimensões que desempenham um papel diferente no *design* e no uso de representações em ambientes de aprendizagem baseados em computador, de acordo com que de Jong et al. (1998) propõem para os domínios de ciências e matemática. Estas dimensões são um modo para explorar as diferentes representações que os materiais de aprendizagem podem ter, assim como avaliar as virtudes e o uso de representações múltiplas em um ambiente. Estas são: perspectiva,

precisão, modalidade, especificidade e complexidade. Resumidamente, a **perspectiva** se refere ao ponto de vista teórico levado em consideração na apresentação do material, a **precisão** se refere ao nível de precisão na descrição (qualitativo x quantitativo), a **modalidade** é o formato de representação, por exemplo, preposicional ou figurativo, a **especificidade** diz respeito à economia na representação da informação e finalmente a **complexidade** é relativa à quantidade de informação presente em uma representação. Pretende-se realizar um estudo experimental com pares de estudantes ao longo das mesmas linhas do segundo experimento, descrito no Capítulo 6. Isto proporcionaria parâmetros interessantes de comparação para avaliar a efetividade desta representação. Depois disso, baseado nos resultados obtidos com este experimento, algumas dessas dimensões do *design* da ferramenta poderiam ser variados para melhorar sua eficiência.

7.4 Sincronicidade e Não-sincronicidade no Ensino a Distância

Durante a última década a aprendizagem aberta (*open learning*) se tornou uma tendência educacional estabelecida. O conceito de aprendizagem aberta, que foi comentado no Capítulo 2, é abrir o ensino de forma a dar aos estudantes um papel muito maior em decisões sobre o que aprender, como, quando, onde e com quem. Uma abordagem de aprendizagem aberta permite aos estudantes negociar pessoalmente metas pertinentes e então seguir diferentes caminhos de aprendizagem individual e diferentes ritmos (horários) para alcançar essas metas. A rápida expansão do conceito de aprendizagem aberta foi atribuída ao advento das novas tecnologias e aos desenvolvimentos nas esferas econômica, comercial, social e política. Têm havido uma necessidade crescente, urgente e rápida dos negócios e da indústria de se reorientarem e reestruturarem. Esses desenvolvimentos levaram então à uma necessidade por reformas amplas e rápidas que requerem mudanças não só na prática em geral, mas também uma reeducação e melhor preparo da mão-de-obra. Satisfazer esta necessidade, no entanto envolve uma reeducação e treinamento rápido da mão-de-obra. E, de forma a lidar com essas mudanças rápidas de ritmo, os processos de reeducação e re-treinamento se tornaram uma característica essencial do local de trabalho. Estas novas circunstâncias

exigem flexibilidade e diversidade em prover serviços de aprendizagem, de acordo com as exigências específicas de organizações diferentes, diferenças entre os estudantes em relação a quando e por quanto tempo eles podem estudar, estilos de aprendizagem, conhecimento prévio, ritmo, necessidade de apoio ao aprendizado, instâncias satisfatórias para o aprendizado e exigências de certificação (Marland, 1997).

Obviamente a aprendizagem aberta tem implicações para o ensino a distância, em particular o ensino a distância baseado na *World Wide Web* (Web) ou na Internet. Como foi colocado no Capítulo 2, uma das grandes reivindicações do ensino a distância baseado na Web ou na Internet é sua possibilidade de dar condições para a aprendizagem aberta, em contraste com as mídias que exigem sincronicidade, como por exemplo a videoconferência. Isto é, a característica desta mídia (a Web e/ou a Internet) é de não requerer sincronicidade no processo de aprendizagem quando um grupo de estudantes está assistindo um curso a distância (que é o contexto para esta pesquisa). Entretanto, em nossa proposta de aprendizado baseado em casos, uma sessão típica para resolver um estudo de caso a distância de acordo com o *design* do sistema proposto (ver Capítulo 4, Seção 4.3) envolve tanto a aprendizagem individual como a aprendizagem colaborativa. Como consequência os estudantes tem uma restrição de tempo no sentido que em alguns pontos eles terão que ter uma discussão *on-line*.

É importante enfatizar que a combinação entre a aprendizagem individual e a aprendizagem colaborativa foi a nossa maneira de solucionar este problema. Apesar do enfoque principal do sistema ser a aprendizagem colaborativa, o aprendizado individual tem um papel importante e essencial neste processo de aprendizagem, como colocado na Sub-seção 4.2.4.

Os que defendem a aprendizagem aberta ou a não sincronicidade do ensino a distância poderiam questionar até que ponto existe a necessidade de sincronicidade na aprendizagem colaborativa quando o método de casos é aplicado em um ambiente baseado em computador. Isto pode ser por si só uma direção em que esta pesquisa pode avançar e significa responder à pergunta: até que ponto o sistema pode proporcionar ou permitir a não-sincronicidade? Um das possíveis respostas poderia ser que o sistema administraria e armazenaria todas as contribuições dos diversos estudantes em um grupo, de forma que seria possível para eles ter acesso ao histórico do processo de

discussão, seja ele feito síncrona ou assincronamente. O conceito de um estudante se juntar a uma sessão já iniciada, o que já é possível com a versão atual do sistema, é uma característica que facilita a implementação do conceito de não-sincronicidade.

7.5 Conclusão

Esta tese aborda várias questões, mas se concentra no que os estudos empíricos realizados revelaram como central para o modelo de aprendizagem baseada em estudos de casos aplicado a um sistema baseado computador para o ensino a distância que nós propusemos. O presente capítulo discute questões adicionais, que têm uma relevância para esta tese, e para o contexto atual da área de pesquisa a que esta pertence. Sendo assim, essas questões representam novos direcionamentos para trabalhos futuros.

Além disso, a fase presente do desenvolvimento de sistema exige planejar e levar a cabo um experimento tendo como sujeitos estudantes geograficamente dispersos que assistem a um curso, de forma a avaliar sua efetividade num contexto real de educação de distância. Conseqüentemente, a situação ideal para este experimento seria o cenário de aprendizagem no qual esta pesquisa é baseada, ou seja, uma disciplina de um curso de distância em engenharia de produção. Tal experiência permitiria uma avaliação da implementação do sistema atual. Dessa forma nós obteríamos resultados estatísticos que retratariam as variáveis do processo de aprendizagem e que dariam as diretrizes para o refinamento do *design* do sistema ou até mesmo um novo *design*, dependendo dos resultados.

Este eventual refinamento do sistema ou novo *design* enfocaria num maior grau o provimento de funcionalidades para o professor que trabalha com o método de casos. A princípio, o professor em qualquer disciplina deveria poder usar o sistema. Isto significa que ele poderia modelar os casos de acordo com a sua especialidade na área. Da mesma maneira, o sistema deveria fornecer para o professor as informações sobre os estudantes e o processo de aprendizagem que aconteceram em uma dada sessão com o sistema (por exemplo, para ele fazer uma avaliação) de um modo mais estruturado e mais fácil.

8 Conclusões

A presente tese se insere no contexto dos direcionamentos mais recentes, mostrados no Capítulo 2, que a área de pesquisa de Inteligência Artificial na Educação (IA-ED) está tomando. Tal fato é, em primeiro lugar, indicado pelo uso das novas tecnologias, nas quais o modelo de educação proposto se baseia. Adicionalmente, pode-se dizer que o sistema que implementa este modelo representa um sistema híbrido no sentido de que mais de uma técnica de Inteligência Artificial (IA) é empregada para dar para ao sistema as funcionalidades projetadas. A arquitetura baseada em agentes constitui a estrutura para efetuar as comunicações através da rede e para implementar o raciocínio do sistema nos seus agentes através da aplicação de regras de produção e da modelagem baseada em restrições.

Além das perspectivas mencionadas no Capítulo 2, Hoppe (1999) acrescenta que a pesquisa em sistemas inteligentes de apoio à aprendizagem recentemente experimentou uma mudança de enfoque nos estudantes individuais para um enfoque nos grupos de estudantes. Porém, ele mostra que o tutoramento de um grupo não pode se basear em modelos cognitivos de aprendizagem em grupos no mesmo sentido que os Sistemas Tutores Inteligentes se baseiam nos modelos cognitivos individuais. O autor coloca que as interações do grupo por exemplo, forçam os *designers* de sistemas a redefinirem o suporte inteligente à aprendizagem como inerentemente restrito a um *insight* parcial por parte do sistema. Além disso, os agentes artificiais com conhecimento sobre o domínio e os modelos de estudante podem, de uma variedade de maneiras, enriquecer e apoiar a interação entre os estudantes em cenários de aprendizado em grupo. Dentro dessa perspectiva, as funções de suporte inteligente à aprendizagem podem ser concebidas como recursos locais em combinação com, por exemplo, apoio dos parceiros ou tutores humanos.

Acredita-se que o sistema descrito nesta tese incorpora *a priori*, em sua concepção, estas idéias. Tal sistema, ao dar suporte, guia o estudante ao invés de corrigi-lo. As decisões finais sobre os aspectos relativos ao processo de aprendizagem fica, em sua maioria, a cargo dos estudantes ou do grupo de estudantes. Nesse sentido, o papel do sistema é apenas de aconselhar e registrar as ações dos estudantes.

Hoppe (1999) ainda argumenta também que aprender em um contexto social requer a organização do processo de aprendizagem em tempo e espaço, além de tarefas e aplicações únicas. Isto está levando os *designers* de sistemas na área de IA-ED a conceber espaços tecnologicamente enriquecidos para aprendizado sob o aspecto de gerenciamento integrado da informação da sala de aula. Neste sentido, o presente sistema também aborda uma função relacionada ao gerenciamento da sala de aula, que em nosso caso é atribuída ao professor que trabalha com o método de casos. Como foi discutido no Capítulo 7, o sistema está apto a lidar com um grupo de estudantes a distância, levando em conta o processo de aprendizagem em cada indivíduo. E, em nosso ponto de vista, esta função pode ser melhor realizada pelo sistema se comparada a um único professor que administra uma sala de aula inteira.

Com respeito à aprendizagem colaborativa, Hoppe (1999) declara que a tecnologia não é suficiente para fazer com que esta seja efetiva e eficiente. Da experiência prática, o autor conclui que a própria cooperação já é um assunto de aprendizagem que tem que ser apresentado e treinado. Em outras palavras, o desenvolvimento de princípios de *design* para ambientes de aprendizagem colaborativa deve estar de acordo com ou até mesmo tem que ser derivado de métodos pedagógicos. Esta tese possui as duas qualidades, apresentando uma aplicação de um método educacional consolidado - aprender através de estudos de casos - a qual em princípio demanda colaboração e dá aos professores e estudantes que estão em um ambiente de educação de distância as condições para trabalhar com este método.

Além disso, a presente tese está de acordo com duas das categorias nas quais Suthers (1999) divide o trabalho de IA-ED. De acordo com o autor a primeira categoria pode ser denominada "IA-ED forte" e trata do empreendimento de construir máquinas inteligentes para ensinar. Idealmente tais máquinas "saberiam" muito sobre o assunto, sendo capaz tanto de articular conceitos e princípios quanto de se engajar na resolução de problemas como um especialista. A segunda categoria pode ser caracterizada como "IA-ED minimalista" na medida em que, em vez de tentar simular um professor e/ou de modelar as mentes dos estudantes, estes esforços proporcionam para as máquinas as habilidades mínimas para responder de uma maneira educacionalmente relevante para a semântica das atividades dos estudantes. A terceira categoria não tenta construir máquinas que raciocinam, nem mesmo do tipo minimalista, mas entretanto constituem

uma contribuição da IA para a educação, e potencialmente até mesmo uma fonte ou *test-bed* de idéias da IA. Este tipo de aplicação pode ser visto mais claramente no *design* de notações representacionais. Uma sensibilidade da IA para as propriedades de representações formais para o raciocínio automatizado pode ser aplicada à análise e às representações externas do raciocínio humano como também do raciocínio de máquina. Como afirmado anteriormente, as características da segunda e terceira categorias desta classificação estão presentes neste sistema.

Em conclusão, o *design* do sistema apresentado nesta tese também contempla o que no ponto de vista de Schank (1991) são as questões que devem ser consideradas em um sistema de IA real e que pode ser ampliado. Isto é, o presente sistema identifica usuários reais com necessidades reais, o que por um lado influencia as interações com o sistema e por outro lado é parte do *design* original; é um sistema que não sabe o que o especialista sabe, mas captura a especialidade sem ter que representar o conteúdo desta especialidade completamente; usa a IA para lidar com um problema de engenharia de software; é construído para ser útil e utilizável em um contexto real e finalmente torna o conhecimento disponível de forma que será muito mais fácil construir o próximo sistema no mesmo domínio.

Referências Bibliográficas

- Anderson, L. W., & Burns, R. B. (1989). *Research in classrooms: The study of teachers, teaching and instruction*. Oxford: Pergamon Press.
- Barcia, R. M., Martins, A., Pacheco, R. C. S., & Steil, A. (1997). Virtual consulting and training environment through the Internet. In *Proceedings of the international conference on engineering education*.
- Bates, A. W. (1995). *Technology, open learning and distance education*. London: Routledge.
- Benyon, D., Stone, D., & Woodroffe, M. (1997). Experience with developing multimedia courseware for the World Wide Web: The need for better tools and clear pedagogy. *International Journal of Human-Computer Studies*, 47, 197-218.
- Bieber, M., Vitali, F., Ashman, H., Balasubramanian, V., & Oinas-Kukkonen, H. (1997). Forth generation hypermedia: come missing links for the World Wide Web. *International Journal of Human-Computer Studies* 47, 31-65.
- Brusilovsky, P., Schwarz, E., & Weber, G. (1996), ELM-ART: an intelligent tutoring system on World Wide Web. In C. Frasson, G. Gauthier, & A. Lesgold (Eds.), *Intelligent tutoring systems* (pp. 261-269). Berlin: Springer-Verlag.
- Brustoloni, J. C. (1991). *Autonomous agents: Characteristics and requirements*. Technical Report CMU-CS-91-204, School of Computer Science, Carnegie Mellon University. <http://www.cs.cmu.edu/afs/cs/user/jcb/papers/minor.ps>
- Burt, G. (1997). *Face to face with distance education*. Milton Keynes, UK: Open and Distance Education Statistics.
- Carter, K. (1992). Toward a cognitive conception of classroom management: a case for teacher comprehension. In J. H. Shulman (Ed.), *Case methods in teacher education* (pp. 111-130). New York, NY: Teachers College Press, Columbia University.
- Christensen, C. R., & Hansen, A. J. (1987). Teaching with cases at the Harvard Business School. In C. R. Christensen, & A. J. Hansen, *Teaching and the case*

- method: Text, cases, and readings* (pp. 16-49). Boston, Massachusetts: Harvard Business School.
- Collis, B. (1995). Networking and distance learning for teachers: A classification of possibilities. *Journal of Information Technology for Teacher Education*, 4 (2), 117-135.
- de Jong, T., Ainswoth, S., Dobson, M., van der Hulst, A., Levonen, J. Reimann, P., Sime, J., van Someren, M. W., Spada, H., & Swaak, J. (1998). Acquiring knowledge in science and mathematics: The use of multiple representations in technology-based learning environments. In M. W. van Sommeren, P. Reimann, H. P. A. Boshuizen, & T. de Jong (Eds.), *Learning with multiple representations* (pp. 9-40). Amsterdam: Pergamon.
- Dillenbourg, P. (1999). Introduction: What do you mean by “collaborative learning”? In P. Dillenbourg (Ed.), *Collaborative learning: Cognitive and computational approaches* (pp. 1-19). Amsterdam: Pergamon.
- Dillenbourg, P., Baker, M., Blaye, A., & O'Malley, C. (1996). The evolution of research on collaborative learning. In E. Spada, & P. Reiman (Eds.), *Learning in humans and machines: Towards an interdisciplinary learning science*. Oxford: Elsevier.
- Doyle, W. (1990). Case methods in the education of teachers. *Teacher Education Quarterly*, 17 (7), 7-15.
- Easton, G. (1982). *Learning from case studies*. London: Prentice Hall.
- Ertmer, P. A., Newby, T. J., & MacDougall, M. (1996). Student's responses and approaches to case-based instruction: the role of reflective self-regulation. *American Educational Research Journal*, 33 (3), 719-752.
- Fenstermacher, G. D., & Soltis, J. F. (1986). *Approaches to teaching*. New York: Teachers College Press.
- Finin, T., Weber, J., Wiederhold, G., Genesereth, M., Fritzson, R., McKay, D., McGuire, J., Pelavin, R., Shapiro, S., & Beck, C. (1993). *Specification of the KQML agent-communication language*. [draft]. <http://www.cs.umbc.edu/kqml/kqmlspec.ps>

- Foner, L. (1993). What's an agent, anyway? A sociological case study. In *Proceedings of the 1st international conference on autonomous agents*.
<http://foner.www.media.mit.edu/people/foner/Julia/Julia.html>
- Franklin, S. (1995). *Artificial minds*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Franklin, S., & Graesser, A. (1997). Is it an agent or just a program? A taxonomy for autonomous agents. In J. Mueller, M. J. Wooldridge, & N. R. Jennings (Eds.), *Intelligent agents III* (pp. 21- 35). Berlin: Springer-Verlag.
- Garrison, D. R. (1993). Quality and access in distance education: Theoretical considerations. In D. Keegan (Ed.), *Theoretical principles of distance education* (pp. 9-21). New York: Routledge.
- Genesereth, M. R., & Ketchpel, S. P. (1994). Software agents. *Communications of the ACM*, 147, 48-53.
- Grant, G. E. (1992). Using cases to develop teacher knowledge: A cautionary tale. In J. H. Shulman (Ed.), *Case methods in teacher education* (pp. 1-30). New York, NY: Teachers College Press, Columbia University.
- Grossman, P. L. (1992). Teaching and learning with cases: Unanswered questions. In J. H. Shulman (Ed.), *Case methods in teacher education* (pp. 227-240). New York, NY: Teachers College Press, Columbia University.
- Hansen, A. J. (1987a). Suggestions for seminar participants. In C. R. Christensen, & A. J. Hansen, *Teaching and the case method: Text, cases, and readings* (pp. 54-59). Boston, Massachusetts: Harvard Business School.
- Hansen, A. J. (1987b). Reflections of a case writer: writing teaching cases. In C. R. Christensen, & A. J. Hansen, *Teaching and the case method: Text, cases, and readings* (pp. 264-270). Boston, Massachusetts: Harvard Business School.
- Harrington, H. L. (1995). Fostering reasoned decisions: Case-based pedagogy and the professional development of teachers. *Teaching & Teacher Education*, 11 (3), 203-214.
- Harrington, H. L., Quinn-Leering, K., & Hodson, L. (1996). Written case analyses and critical reflection. *Teaching & Teacher Education*, 12 (1), 25-37.

- Hayes-Roth, B. (1995). An architecture for adaptive intelligent systems. *Artificial Intelligence*, 72 (1-2), 329-365.
- Herreid, C. F. (1996). A dilemma case on "animal rights". *Journal of College Science Teaching*, 25, 413-418.
- Hoppe, H. U. (1999). Collaborative learning in open distributed environments - pedagogical principles and computational methods. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 10, 1090-1099.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1994). *Learning together and alone*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Kagan, D. M. (1993). Contexts for the use of classroom cases. *American Educational Research Journal*, 30 (4), 703-723.
- Kardos, G. (1979). Engineering cases in the classroom. In *Proceedings of the national conference on engineering case studies*.
<http://www.civeng.carleton.ca/ECL/cclas.htm>
- Keegan, D. (1991). The study of distance education: Terminology, definition and the field of study. In B. Holmberg, & G. E. Ortner (Eds.), *Research into distance education* (pp. 36-45). Frankfurt: Peter Lang.
- Kent, T. W., Herbert, J. M., & McNergney, R. F. (1995). Telecommunications in teacher education: Reflections on the first virtual team case competition. *Journal of Information Technology for Teacher Education*, 4 (2), 137-148.
- Khan, T., & Yip, Y. (1996). Pedagogic principles of case-based CAL. *Journal of Computer Assisted Learning*, 12, 172-192.
- Kinzie, M. B., Hrabe, M. E., & Larsen, V. A. (1997). *Exploring professional practice through an instructional design team case competition*.
<http://curry.edschool.Virginia.EDU/go/Itcases/AECT97>
- Kleinfield, J. (1992). Learning to think like a teacher: The study of cases. In J. H. Shulman (Ed.), *Case methods in teacher education* (pp. 33-49). New York, N.Y.: Teachers College Press, Columbia University.
- Kolodner, J. L. (1993). *Case-based reasoning*. San Mateo: Morgan Kaufmann.

- LaBoskey, V. K. (1992). Case investigations: Preservice teachers research as an aid to reflection. In J. H. Shulman (Ed.), *Case methods in teacher education* (pp. 1-30). New York, NY: Teachers College Press, Columbia University.
- Lander, S. E. (1997). Issues in multiagent systems design *IEEE Expert*, 12 (2), 18-26.
- Lave, J. (1988). *Cognition in practice*. New York: Cambridge University Press.
- Lester, J. C., Converse, S. A., Stone, B. A., Kahler, S. E., & Barlow, S. T. (1997). Animated pedagogical agents and problem solving effectiveness: a large scale empirical evaluation. In B. du Boulay, & R. Mizogushi (Eds.), *Proceedings of 8th world conference on artificial intelligence in education* (pp. 23-30). Amsterdam: IOS Press.
- Levin, B. B. (1995). Using the case method in teacher education: The role of discussion and experience in teacher's thinking about cases. *Teaching & Teacher Education*, 11 (1), 63-19.
- Linderman, B., Kent, T., Kinzie, M., Larsen, V., Asmore, L., & Becker, F. (1995). Exploring cases on-line with virtual environments. In J. L. Schnase, & E. L. Cunniss (Eds.), *Proceedings of 1st international conference on computer support for collaborative learning (CSCL '95)*.
<http://www-cscl95.indiana.edu/cscl95/linderman.htm>
- Maes, P. (1995). Artificial life meets entertainment: Lifelike autonomous agents. *Communications of the ACM*, 38 (11), 108-114.
- Maes, P. (1996). Intelligent software: Easing the burdens that computers put on people. *IEEE Expert*, 11(6), 62-63.
- Marland, P. (1997). *Towards more effective open and distance learning*. London: Kogan Page.
- McArthur, D., Lewis, M. W., & Bishay, M. (1993). *The roles of artificial intelligence in education: Current progress and future prospects*. RAND, Santa Monica, CA, DRU-472-NSF. <http://www.rand.org/hot/mcarthur/Papers/role.html>
- McManus, M. M., & Aiken, R. M. (1995). Monitoring computer-based collaborative problem solving. *Journal of Artificial Intelligence in Education*, 6 (4), 307-336.

- Merseth, K. K. (1992). Cases for decision making in teacher education. In J. H. Shulman (Ed.), *Case methods in teacher education* (pp. 50-63). New York, NY: Teachers College Press, Columbia University.
- Meyers, C., & Jones, T. B. (1993). *Promoting active learning: Strategies for the college classroom*. San Francisco, CA: Jossey-Bass Publishers.
- Mitrovic, A., & Ohlsson, S. (1999). Evaluation of a constraint-based tutor for a database language. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 10, 238-256.
- Moore, M. G. (1997). Distance education theory. *K-12 Distance Education, Learning, Instruction and Teacher Training*, 5, 1-7.
- Moore, M. G., & Kearsley, G. (1996). *Distance education: A systems view*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.
- Müller, J. (1998). Architectures and applications of intelligent agents: a survey. *The Knowledge Engineering Review*, 14 (4), 353-380.
- National Center for Supercomputing Applications. (1998). *NCSA Habanero environment*. <http://havefun.ncsa.uiuc.edu/habanero/>
- Nipper, S. (1989). Third generation distance learning and computer conferencing. In R. Madson, & A. Kaye (Eds.), *Mindweave: Communication, computers and distance education*. Oxford: Pergamon.
- Nwana, H. S. (1996). Software agents: An overview. *The Knowledge Engineering Review*, 11 (3), 205-244.
- Oram, I. (1996). Computer support of learning from cases in management education. *Innovations in Education and Training International*, 33 (1), 70-73.
- Parkes, A. P., & Self, J. A. (1990). Towards "interactive video": A video-based intelligent tutoring environment. In C. Frasson, & G. Gauthier (Eds.), *Intelligent tutoring systems: At the crossroads of artificial intelligence and education* (pp. 56-82). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Peters, O. (1991). Towards a better understanding of distance education: Analysing designations and catchwords. In B. Holmberg, & G. E. Ortner (Eds.), *Research into distance education* (pp. 48-57). Frankfurt: Peter Lang.

- Petrie, C. (1996). Agent-based engineering, the web, and intelligence. *IEEE Expert*, 11 (6), 24-29.
- Resnick, L. (1987). Learning in school and out. *Educational Researcher*, 16, 13-20.
- Rich, M. (1995). Supporting a case study exercise on the World Wide Web. In D. Jonassen, & G. McCalla (Eds.), *Proceedings of the international conference on computers in education* (pp. 222-228). Charlottesville, VA: AACE.
- Richards, L. G., Gorman, M. E., & Scherer, W. L. (1995). Case-based education in the age of Internet. In D. Budny, R. Herrick, G. Bjedov, & J. B. Perry (Eds.), *Proceedings of the ASEE/IEEE frontiers in education 95 conference*.
<http://FrE.www.ecn.purdue.edu/FrE/asee/fie95/2c5/2c53/2c53.htm>
- Robertson, J., Good, J., & Pain, H. (1998). BetterBlether: The design and evaluation of a discussion tool for education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 9, 219-236.
- Rosatelli, M. C. (1998a). *A web-based system to support group activity in distance learning from case studies*. First-Year Report, Computer Based Learning Unit, University of Leeds.
- Rosatelli, M. C. (1998b). Supporting group activity in distance learning from case studies. In *Proceedings of the human-centred technology workshop'98* (pp. 32-33), Brighton, UK.
- Rosatelli, M. C., & Self, J. A. (1998). *An empirical qualitative study on collaborating at a distance to solve a case study*. Technical Report 98/27, Computer Based Learning Unit, University of Leeds.
- Rosatelli, M. C., & Self, J. A. (1999). Supporting distance learning from case studies. In S. P Lajoie, & M. Vivet (Eds.), *Proceedings of 9th international conference on artificial intelligence in education* (pp. 457-564). Amsterdam: IOS Press.
- Roschelle, J., & Teasley, S. (1995). 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.

- Russell, S. J., & Norvig, P. (1995). *Artificial intelligence: A modern approach*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Sandberg, J. (1999). Trends and issues in AI and education: Towards a common research framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education* 10, 1010-1019.
- Schank, R. C. (1990). Case-based teaching: Four experiences in educational software design. *Interactive Learning Environments*, 1, 231-254.
- Schank, R. C. (1991). Where's the AI? *Artificial Intelligence Magazine*, 12 (4), 38-49.
- Schank, R. C., & Abelson, R. P. (1977). *Scripts, plans, goals and understanding*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Schank, R., Kass, A., & Riesbeck, C. (1994). *Inside case-based explanation*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. New York: Basic Books.
- Schön, D. A. (1987). The crisis of professional knowledge and the pursuit of an epistemology of practice. In C. R. Christensen, & A. J. Hansen, *Teaching and the case method: Text, cases, and readings* (pp. 241-253). Boston, Massachusetts: Harvard Business School.
- Self, J. A. (1988). Student models: What use are they? In P. Ercoli, & R. Lewis (Eds.), *Artificial intelligence tools in education* (pp. 73-86). Amsterdam: North-Holland.
- Self, J. A. (1995). *Computational mathematics: Towards a science of learning systems design*. <http://www.cbl.leeds.ac.uk/~jas/cm.html>
- Sherry, L., & Morse, R. (1995). An assessment of training needs in the use of distance education for instruction. *International Journal of Educational Telecommunications*, 1 (1), 5-22.
- Shoham, Y. (1993). Agent-oriented programming. *Artificial Intelligence*, 60, 51-92.
- Shulman, J. H. (1992). (Ed.). *Case methods in teacher education*. New York, NY: Teachers College Press, Columbia University.

- Shulman, L. S. (1992). Toward a pedagogy of cases. In J. H. Shulman (Ed.), *Case methods in teacher education* (pp. 1-30). New York, NY: Teachers College Press, Columbia University.
- Sowa, J. F. (1984). *Conceptual structures: Information processing in mind and machine*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Sowa, J. F. (1992). Conceptual graphs summary. In T. Nagle, G. Nagle, L. Gerholz, & P. Eklund (Eds.), *Conceptual structures: Current research and practice* (pp. 3-52). Ellis Horwood.
- Suthers, D. D. (1999). Representational bias as guidance for learning interactions: A research agenda. In S. P Lajoie, & M. Vivet (Eds.), *Proceedings of 9th international conference on artificial intelligence in education* (pp. 121-128). Amsterdam: IOS Press.
- Sycara, K., Pannu, A., Williamsom, M., & Zeng, D. (1996). Distributed intelligent agents. *IEEE Expert*, 11 (6), 36-45.
- Tersine, R. J. (1988). *Principles of inventory and materials management*. 3rd Ed. New York, NY: North- Holland.
- Thiry, M. (1999). *Uma arquitetura baseada em agentes para apoio ao ensino a distância*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Thiry, M., & Barcia, R. M. (1999). Agent-based architecture to support distance learning. In *Proceedings of the argentine symposium on artificial intelligence*.
- Thiry, M., Barcia, R. M., & Khator, S. (1998). Personal assistance: An intelligent hybrid system approach. In *Proceedings of the industrial engineering research conference*.
- Thiry, M., Barcia, R. M., Khator, S., & Martins, A. (1998). Intelligent agent-based approach for distance learning. In *Proceedings of the international conference on engineering education*.

- van Someren, M. W., Boshuizen, H. P. A., de Jong, T., & Reimann P. (1998).
Introduction. In M. W. van Someren, P. Reimann, H. P. A. Boshuizen, & T. de Jong
(Eds.), *Learning with multiple representations* (pp. 1-5). Amsterdam: Pergamon.
- Wenger, E. (1987). *Artificial intelligence and tutoring systems*. Los Altos, CA: Morgan
Kaufmann.
- Willis, B. (1993). *Distance education: A practical guide*. Englewood Cliffs, NJ:
Educational Technology Publications.
- Wooldridge, M. J., & Jennings, N. R. (1995). Agent theories, architectures and
languages: A survey. In M. J. Wooldridge, & N. R. Jennings (Eds.), *Intelligent
agents* (pp. 1-22). Berlin: Springer-Verlag.
- Yin, R. K. (1994). *Case study research: Design and methods*. 2nd Ed. Thousand Oaks,
California: Sage Publications.
- Zeichner, K. M., & Liston, D. P. (1987). Teaching students teachers to reflect. *Harvard
Educational Review*, 57 (1), 23- 48.

Apêndices

Apêndice A

Estudos de Casos em Engenharia de Produção

No Apêndice A apresentamos três estudos de casos no domínio de Engenharia de Produção. Eles são da disciplina de Controle de Inventário e Administração de Materiais, no tópico of Just-In-Time e Inventário de Materiais em Processo (Tersine, 1988). Esses casos estão modelados de acordo com a estrutura teórica proposta nesta tese, com o objetivo de exemplificar o funcionamento do sistema

Estudo de Caso 1: Breakaway

The Breakaway plant in Tulsa Oklahoma manufactures medium voltage circuit breakers to customer specifications. The company understates its product line when it advertises it offers two basic models. Because of the many options available to customers, numerous product configurations can be built and sold to a broad customer base. Thus, breakaway is recognised for its wide selection despite its simplistic appeal. It also is known for its unique, innovative designs and for the high quality of its products.

The Tulsa plant is departmentalised into the following areas: fabrication, machine shop, plating and painting, subassembly, final assembly, testing, and packing. Parts fabrication, subassembly, and final assembly all do their own weekly scheduling of production, and each operates duplicate lines for processing. Furthermore, all three areas are trying to increase lot sizes in order to gain economies of scale. The production planners charged with determining the lot sizes are very enthusiastic about improving productivity. Department heads have set forth productivity goals for their respective areas.

One reason the department heads are keen on long production runs is the prevailing attitude at Breakaway toward production changeovers. Set-ups at Breakaway are viewed as production interferences. For example, a typical set-up in sheet metal fabrication is estimated to take one hour away from production time. Changeovers in metal fabrication are done by individuals who must adjust different dies without assistance. Because of the many differences in the heights of the dies, the changeovers vary in procedure and duration. Changeovers are complicated not only by the compensation for die heights but also by the awkwardness and rigidity of some of the clamping devices which must be adjusted.

One of Breakaway's corporation consultants thinks the Tulsa plant would be a good starting place for studying productivity improvements which eventually could be copied at other plants. The consultant wants to focus on inventory reduction as a key to improving productivity throughout the entire organisation. Because of recent familiarity with the potential benefits of just-in-time (JIT), the consultant wants the Tulsa plant to commit itself to a JIT program. The JIT principle to receive the greatest emphasis is the elimination of inventory waste.

What problems will be encountered when implementing a JIT program at the Tulsa plant? Are any of these common to most organisations embarking on a JIT program? What factors may be critical to the success of a JIT program (at Breakaway in particular and at any other organisation)? If such a program were successful, what results could be expected? Do you recommend a JIT program for Breakaway's Tulsa plant? If so, on what scale? What introductory steps should be taken during a JIT implementation?

Estudo de Caso 2: Multifaceted

Octagon was founded in 1968 by John Tuxley, who was an established builder and general contractor. He developed the idea of a prefabricated home which could be built cheaply and assembled easily. The home was extremely heavy and awkward to move, so John came up with the idea of a tower crane. He built a prototype which performed excellently and soon found that people were far more interested in his crane than in his

prefab house. As a result, he started Octagon Manufacturing Company and began to produce tower cranes for industry.

When Octagon first went into production, operations ran smoothly. In more recent years the plant has experienced a rash of bottlenecks, late deliveries, customer cancellations, increased costs, reduced quality, and increased manufacturing cycle times (the usual four weeks increased to seven or eight weeks). The updated load reports continually revealed increased backlogs. What worsened the work load status was the rise in the volume of customer orders and government contracts. Orders had risen by approximately 25% in each of the preceding two years, but firm orders for the first production period of the current year were down for the first time over ten years.

When operation were progressing methodically, most jobs were processed on a first-come, first-served basis. Nowadays orders often accumulate over several weeks. The accumulated orders plus any incoming orders are classified by type and size and then assigned to the work centres. The loading of assignment of tasks to a particular work centre is done so as to minimise the number of times the machinery has to be set-up. For each machine centre (i.e., cutting, welding, casting, etc.) a list is prepared of all orders to be processed in the next two week period. Jobs at each work centre are processed to reduce set-ups and to shorten queue time with the saving of set-up costs as the number one priority.

Set-ups have an average cost of US\$ 250,00 so any rush jobs which require additional set-ups are deemed too costly. The set-up priority schedule is rarely altered once it is completed, and tampering with it is protectively disallowed. However, some members of Octagon management think that the tight schedules are the primary cause of delays and bottlenecks. Manufacturing lead times have become excessively long, and they assert this is due to the large accumulations of in-process inventory. It is also their assertion that proper scheduling could reduce in-process inventory by at least 30 %. Although limiting set-ups may have kept production economical from one standpoint, it is causing inefficient compromises of competing goals, e.g., reduction of inventory costs.

This group of adversaries is pushing for a new scheduling system based on a restructuring of goals and priorities. Their position rests with the following assumptions: first, Octagon's situation is faltering due to poor scheduling, and second,

Octagon is failing due to the adoption of misdirected goals. It is their belief that the basic criteria on which job shops compete, specifically cost, delivery, and quality, are not receiving sufficient focus. These adversaries have issued a challenge: "All of the competitive criteria will be improved within a trial phase of a scheduling technique that incorporates unprecedented set-ups."

As preliminary steps to devising a new schedule, studies are being performed on various aspects of plant activity, and process times are being computed at the work centres. A mean time for each job shop centre is to be formulated by averaging a sample of the activities. These estimates will determine the capacity. Plant personnel are being questioned as to which operations have proven to cause bottlenecks, and these particular operations will receive isolated study with subsequent closer estimation of time ranges. Job completion dates will be based on forward scheduling, but the actual way to sequence the orders is still under consideration. Lastly, the new scheduling method will reflect the following policies: changing priorities, use of overtime, tracking of progress, and necessary revisions:

How is the competition affected by the old policies? Could the challenge be more effective? Are the dispatching rules acceptable under the old plan? What are some suggestions for the new plan? Since it is practically impossible to develop "the" optimal schedule in a job shop, would the new plan at least be satisfactory? How will in-process inventory be affected by any changes?

Estudo de Caso 3: The Solution

Acacia Company produces a line of solid wood furniture. The production process is such that only about 20% of the process remains after the component parts are produced and ready for assembly. In other words, 80% of the process is making component parts, and 20% is final assembly and finishing. Some of the parts, which require excessive set-ups and long lead times, are produced in double order quantities. A typical production run for these parts would entail 33% of annual demand or four months' production supply. For this reason in-process inventory is high. The

manufacturing of components incurs large storage space requirements, a costly inventory control system, and long cycle times.

The problem that is perplexing to the company is that all of the components parts of a unit are frequently not ready for final assembly at the scheduled time. Typically, some of the more elaborate components requiring the longest manufacturing lead times arrive late, but this has not been the rule for the basic parts. Mr. Bart was recently employed to apply modern techniques in the solution of this problem. Mr. Bart's original proposal was that the firm needed to create an even more complete in-process inventory of component parts ready for final assembly. He also planned an alternative action in the event the increased inventory proposal was rejected: he felt the problem could be resolved equally well by increasing production rates. However, while continuing to research his proposals, he made the following observations:

- 1. Establishment of an increased parts inventory would be difficult because of lack of available production time. All of the production facilities are fully utilised at present. Often, parts in process are held up to let rush orders continue through.*
- 2. Production of some component parts is not in accord with economic production quantities, either because of insufficient raw materials or because of competition for production capacity.*
- 3. Expansion of the component inventory seems inadvisable because of the likelihood of deterioration. Large expansion also appears risky, since the type of modern furniture produced by Acacia is subject to a higher rate of obsolescence than is typical in the furniture industry.*

After considering these points, Mr. Bart wondered if the real problem might be production capacity and not insufficient inventories of components. Consequently he decided that his second proposal was the better. In order to solve the capacity problem the production rate for components must be increased.

Would the proposed increase in component production be a workable solution? Does the structuring of a capacity requirements plan seem integral to Mr. Bart's proposal? Might raw material requirements also be crucial to the firm's capacity? Are there other aspects of Acacia's operation that needs analysis, e.g. schedules?

Apêndice B

Extratos do Diálogo e Árvores de Solução

No Apêndice C apresentamos os extratos do diálogo e em seguida as árvores de solução geradas para os cinco pares de estudantes que participaram do experimento 2 (ver capítulo 6, Seção 6.2). Os extratos do diálogo foram tirados dos arquivos do *chat* e do editor de texto¹. Para um melhor entendimento, partes do diálogo que se referiam às respostas para as perguntas dos passos forma selecionadas, editadas e convenientemente numeradas. Isso significa extrair do texto (ou do *chat* ou do texto do editor) as respostas para as perguntas e numerá-las com números que correspondem aos dos nós da árvore de solução. Sendo assim, os números mostrados entre parêntesis que se seguem a uma palavra indicam ou que a palavra foi selecionada como uma palavra-chave (se o número estiver em negrito) numa sentença no nível *n* pelo mecanismo de *parsing* (explicado no Capítulo 5, Seção 5.2.4) ou que esta é uma palavra encontrada pelo mecanismo de *parsing* no nível *n-1* que casa com a palavra-chave escolhida no nível *n* (se o número não estiver em negrito). Essas sentenças representam as ocorrências quando as regras **se-então** que envolvem o procedimento de *parsing* (R5 e R6) foram aplicadas para fazer o *link*.

1 Par 1

1.1 Extratos do Diálogo

Passo 1

...

>1.1 *Student Sam is not willing to party to the dissection (1) practical and therefore request that he be excused from that.*

¹ Em princípio os extratos eram para ser extraídos do editor de texto mas houveram casos em que os estudantes responderam diretamente durante a conversa no *chat*.

- >1.2 He is citing his rights of not being forced to something against his will.
- >1.3 He does not see the point of continuing to run the biology experiments in the way the course is arranged, therefore calling on course tutor to change his approach.
- >1.4 The biology course is traditional. Its content is well established.
- >1.5 The teacher (2), Bill, is experienced and well respected.
- >1.6 Sam does not want to do the dissection (3) experiment.
- >1.7 Sam is a good student.
- >1.8 Sam has thought about his arguments carefully.
- >1.9 Bill is prepared to shift his point of view.
- >1.10 There are alternatives to the dissection which could be considered.
- ...

Passo 2

- ...
- >2.1 Is dissection (1) really necessary for the course? If it isn't then Sam no longer has a problem!
- >2.2 Since the teacher (2) seems to be agreeing with his point of view that it could be learnt in other ways that means his problem is solved isn't it?
- >2.3 If we assume that dissection (3) is necessary for some of the students on the course, then the teacher has to decide which students should do the practical and which
- ...

Passo 3

- ...
- >3.1 Split the group.
- >3.2 Abandon dissection completely
- >3.3 Keep the group together but allow a range of activities.
- ...

Passo 4

- ...
- >4.1 resources implications (4)
- >4.2 may be a problem for those going on to major in medicine (5).
- >4.3 may be a problem (6) for the squeamish in the group .
- ...

Passo 5

- ...
- >5.1 cost implications (4) in staffing
- >5.2 might create two perceived 'classes' of student.
- >5.3 Upsets the traditionalists
- >5.4 Might be a disadvantage to those going on to study medicine (5)
- >5.5 Alternatives (7) would have to be found.
- >5.6 problems (6) for the squeamish
- >5.7 may be difficult to closely monitor and guide accordingly
- >5.8 the teaching assistants would need retraining in a different way of teaching.
- ...

Passo 6

...

>6.1 I would go for the third way! There are alternative (7) activities that could replace dissection and videos could be made while the assistants were having their Friday training sessions. Its fine as that will utilise cbl facilities and end cruelty on animals. Yes. In the end, enough resources might be built up to remove the need for dissection

...

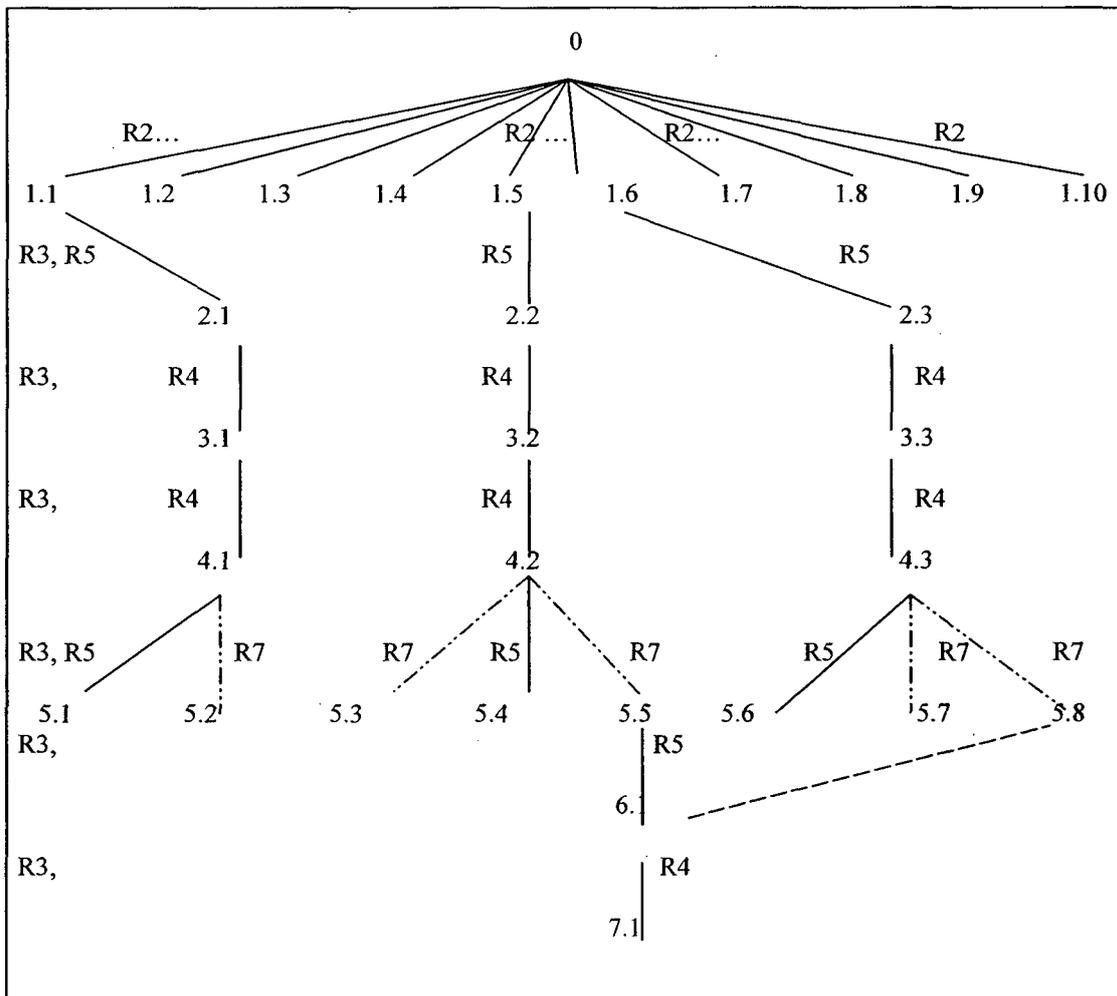
Passo 7

...

>7.1 We have decided to keep the class together but to present students with a free choice of related activities including dissection, videos of dissections, multimedia presentations, text books and diagrams. The staff could continue with their Friday training sessions at which the videos could be made. Resources would be built up over time and might completely replace dissection if it were no longer required or was not wanted by future generations of students. The cost would be spread over several years.

...

1.2 Árvore de Solução



2 Par 2

2.2 Extratos do Diálogo

Passo 1

...

- >1.1 Sam Ballard - Biology student who oppose the animal (1) dissecting in bio lab
- >1.2 Prof. Bill Torkey in dilemma about animal (2) dissecting due to strong argument from Sam
- >1.3 Actually students can use animal (3) models when they work in the lab
- >1.4 Should Prof. Bill re-evaluate his teaching approach?

...

Passo 2

...

- >2.1. Could Animal (1, 4) Model being used to replaced real animal in Biology Laboratory
- >2.2 Should the Biology student dissect the animal (2, 5) when they study about that, because they (another student) always do it?
- >2.3 How effective the Biology experiment without using real animal (3)

...

Passo 3

...

- >3.1 Making the models of animal (4, 6, 8) that look like similar, like synthetic animal made from poly, plastic, or whatever
- >3.2 Divide the class (7) in two session one use real animal (5) second one use model or using multimedia or refer to video clip.

...

Passo 4

...

- >4.1 Many manufacture or factory built
- >4.2 The number of population of animal (6) which usually being used in the lab will be increased.
- >4.3 The student can't feel the "real" experiment
- >4.4 Lecturer will take longer time to conduct the experiment since they need to handle two class (7)
- >4.5 Conservation group will oppose the idea since animal (8) dissection still happen.

...

Passo 5

...

- >5.1 Many animal model factory will be built and new job was created , so jobless will decrease

- >5.2 Many animal farmer will close their business due to low demand and their worker need to find new jobs
- > 5.3 Conservation group quite happy since students use animal models
- >5.4 New responsibility to lecturer
- >5.5 Conservation group still continue for animal right
- ...

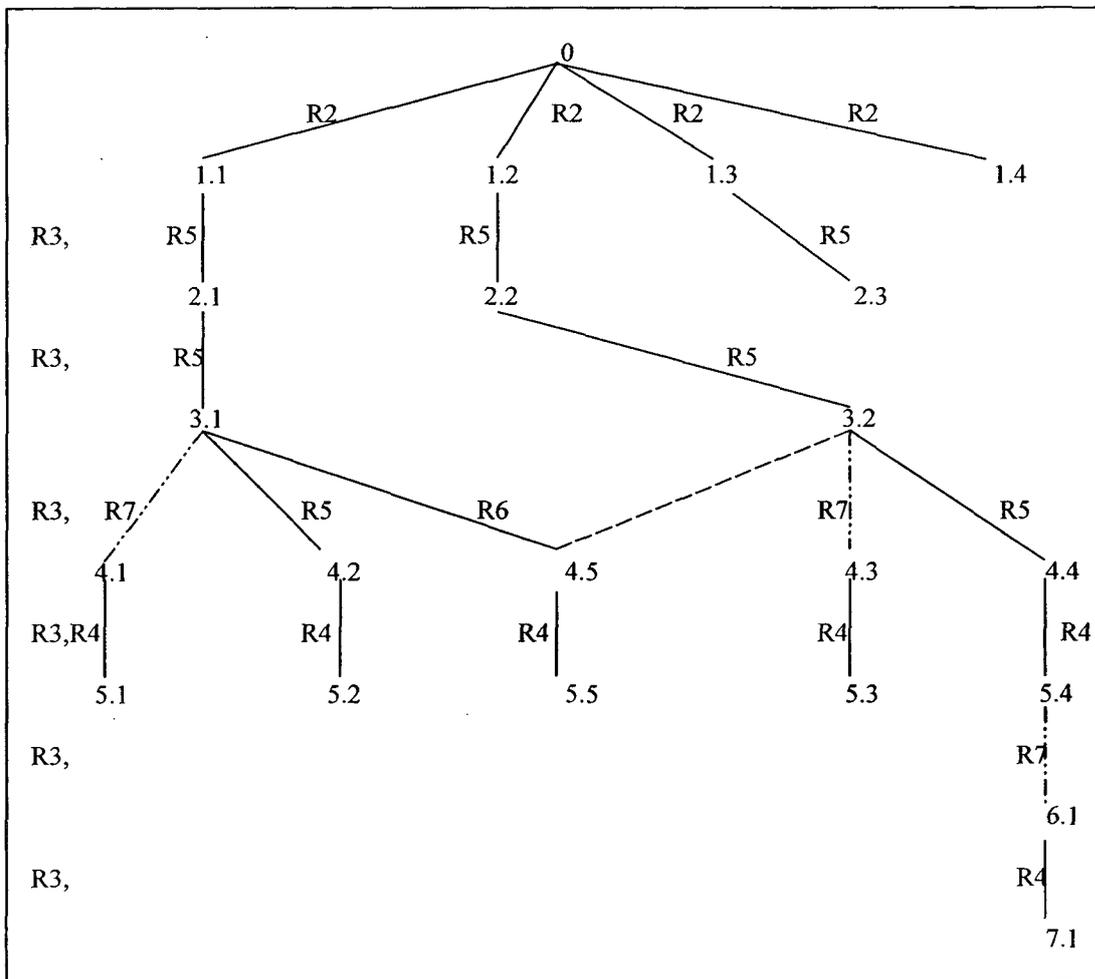
Passo 6

- ...
- >6.1 THE BEST ALTERNATIVE TO PICK ALTERNATIVE 2
- ...

Passo 7

- ...
- > can't make a well decision for everyone satisfactory . Every decision have their pro and con. we need to choose which is the best based on our requirement. Human and animal being is important, but is there science being?
- ...

2.2 Árvore de Solução



3 Par 3

3.1 Extratos do Diálogo

Passo 1

...

- >1.1 Sam doesn't (1) like the dissecting labs
- >1.2 he thinks that all animals have the right to be free of pain
- >1.3 he thinks that his major doesn't require these labs
- >1.4 Bill (2) thinks that biology is important for every student especially, this is a kind of framework. All the information, we can not just see from one side of the view.
- >1.5 Although Bill thinks it is important for the students (3) to have these labs, he wonders that all the students hate it
- >1.6 I think Bill is afraid of the results if he is going to give alternatives to Sam
- >1.7 He seems that he is concerned about every thing that he did.

...

Passo 2

...

- >2.1 Sam doesn't (1) want to join the labs (4), he wants an alternative (7)
- >2.2 Bill (2) understand the situation but he doesn't (5) know the right solution
- >2.3 even if he knows the solution (6) and give to Sam he is worried of the other students (3) to ask for the same thing which is going to cause him problems (8).

...

Passo 3

...

- >3.1 Sam's suggestions are ok. Yet, also he can read widely instead of labs (4, 10).
- >3.2 Although sometime labs are very important to biology. But if the student doesn't (5) like to do the work he will not get any thing out of it
- >3.3 If Bill (11) wants to give a solution (6) for Sam, he needs to do so but he have to take this problem into account in the future for all the students but for the moment he mustn't give the other students the chance.
- >3.4 I think Sam will (9) be ok with the alternatives (7) but Bill will face a lot of question from the students and may be from the staff!!
- >3.5 As a group work, it always has some problems (8). But for the true, they also can share some ideas during the work.

...

Step 4

not answered

Step 5

...

- >5.1 Sam will (9) be happy and he also can find out a lot of experimental results by himself.
- >5.2 Both of them can improve the knowledge from collaborate learning.
- >5.3 If Sam can not find the interesting from the labs (10), he will lose all his interest from the knowledge. Maybe he will start to escape the lesson.
- >5.4 But it could happen what about Bill (11, 12) as I said before he will face problems with other students
- ...

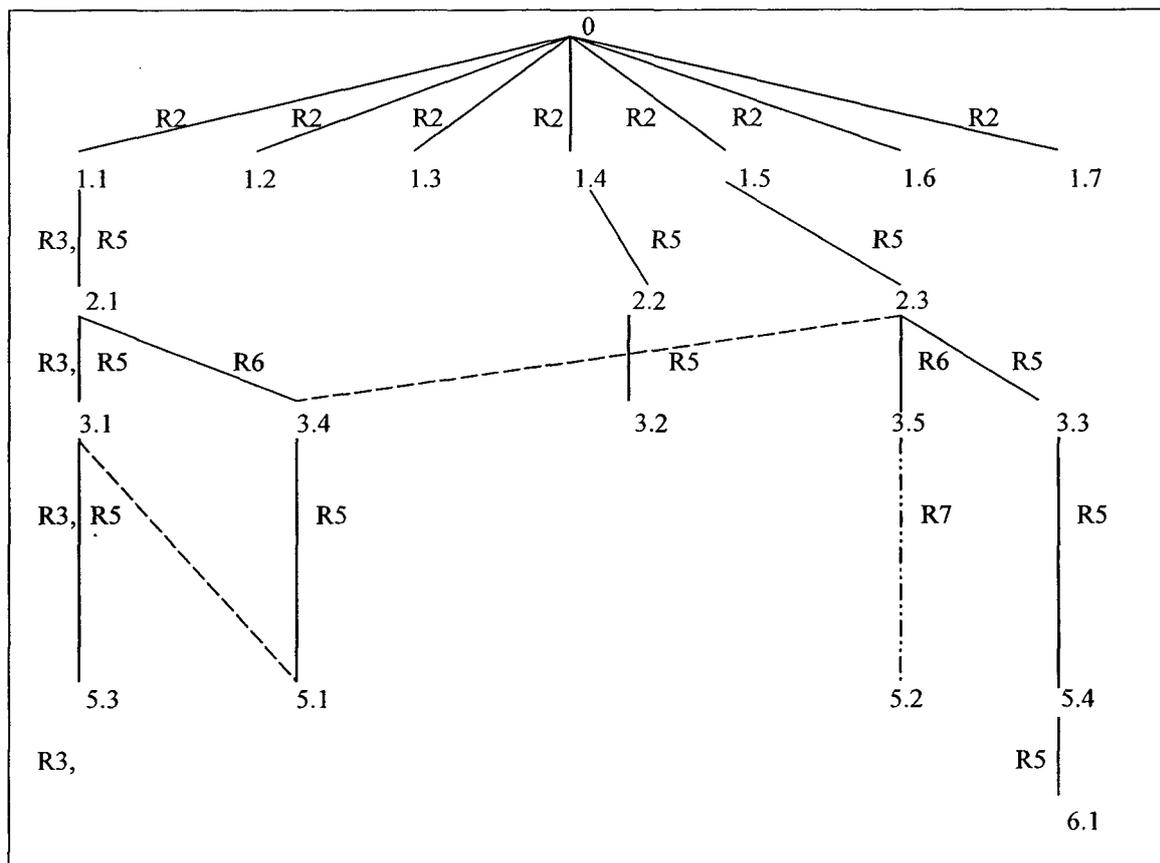
Passo 6

- ...
- >6.1 I have only one solution that I mentioned before and I think Bill (12) needs to test many alternatives and choose the best. I think the best thing to be done is that Sam given the best alternative and to take this problem into a serious discussion
- ...

Passo 7

not answered

3.2 Árvore de Solução



4 Par 4

4.1 Extratos do Diálogo

Passo 1

...

- >1.1 *animals have rights that they should not be used for experiment*
- >1.2 *Animals' dissection (1) - who support it and who don' t*
- >1.3 *since few students (2) have problems with dissection, this should be taken care of*
- >1.4 *Scientists have " the right" to kill animals for the good (3) of humanity*
- >1.5 *Other kind of experimentation less harming such as videos and diagrams in textbooks can and should be used*

...

Passo 2

...

- >2.1 *students who are scared of dissection (1) have no solutions for their problems.*
- >2.2 *we are not able to solve those students (2) problems!!!*
- >2.3 *The dilemma of killing alive creatures for the good (3) of some others will always exist even though we get to conclusions*
- >2.4 *students with problems (with dissection) should be taken care of*

...

Passo 3

...

- >3.1 *students who are afraid of dissection (4) should be taken care of*
- >3.2 *dummy animals can be used to do dissection (7) with, specially in school labs*
- >3.3 *they can practice that using computer simulation software, if available*
- >3.4 *They should be aware (students (6)) of this feeling against killing animals for whatever reason so not to choose any course that has to do with killing animals*

...

Step 4

...

- >4.1 *A better treatment of all these people (7) who are against (9) dissection (4) will be a relief for them.*
- >4.2 *the operation of dissection (5, 8) could be changed by using computer (10) and dummy animals*
- >4.3 *Less students (6) having this problem would exist if they knew from them be carried out a possibility of using the new technology in schools*

...

Passo 5

...

>5.1 a solution at least will save the lives of the poor animals and it will help some people (7)

>5.2 this will also benefit those companies which will produce dummies for a purpose of dissection (8)

>5.3 The creation of dummy animals (11) seems to be most convenient solution for experimental animals and for those who are against (9) dissection

>5.4 Sam should use the computer (10) simulation to work out his dissection classes

...

Passo 6

...

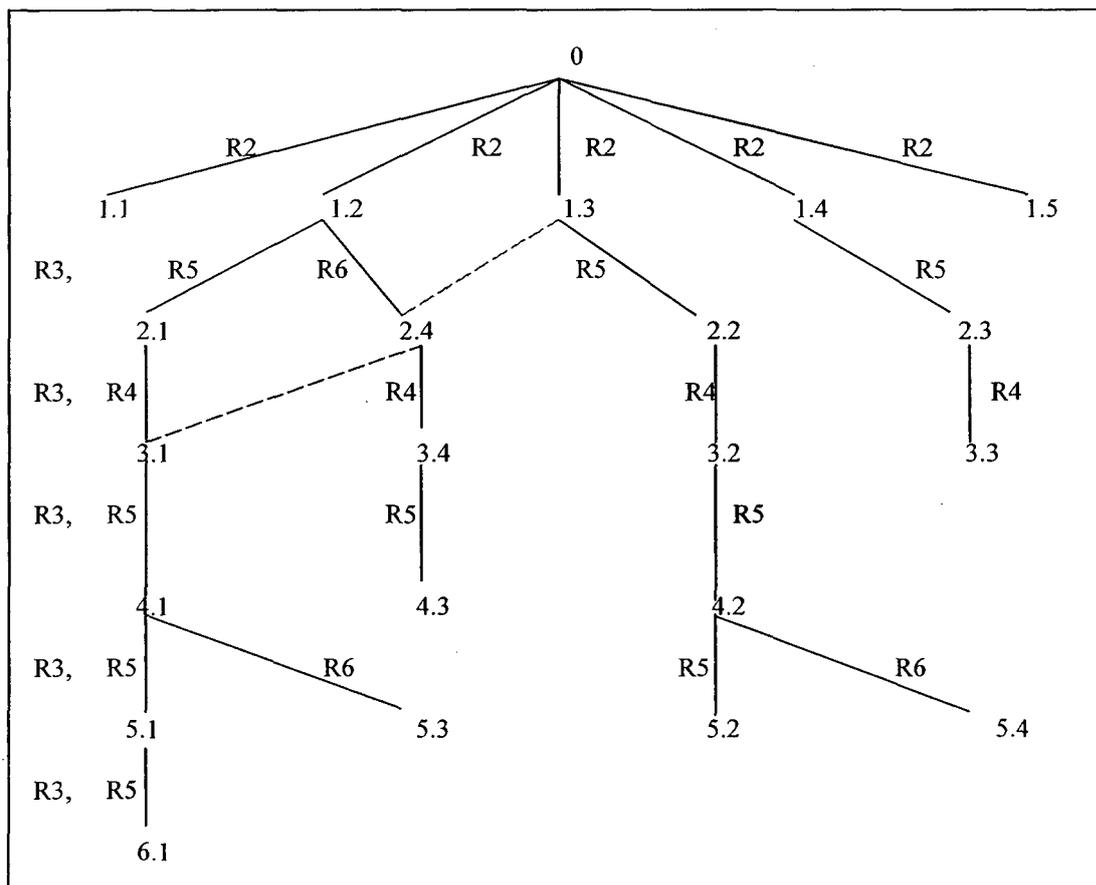
>6.1 Display more the creation of dummy animals (11) and Sam should use the computer simulation to work out his dissection classes

...

Passo7

not answered

4.2 Árvore de Solução



5 Par 5

5.1 Extratos do Diálogo

Passo 1

...

>1.1 Sam has a big problem with any part at all with the killing of animals (2, 3) and ultimately having to dissect them in order to pass this module and gain his degree in environmental studies and then go on to do his law stuff

>1.2 Sam is a very serious student (1)!

...

Passo 2

...

>2.1 Few students (1,4) would have practical experience of cutting

>2.2 Could spell the end due to lack of economies of scale in dead animal (2) preserving purchases!

>2.3 By allowing Sam alternatives to dissecting dead animals (3) to learn this module this could mean the end of lab work due to other students wanting to not do it either because they hate it - could lead to introduction of other methods-perhaps 2 exams -one for practical and one for others.

...

Passo 3

...

>3.1. Students (4, 6) have choice but there will be 2 exams (5) leading to qualifications with practical dissecting and one with no experience just theory!

...

Passo 4

...

>4.1. One exam (5) will be more practical (9), and will be required by Vets etc

>4.2 The students (6, 8) can make a choice.

>4.3 No animals (7) will be killed needlessly.

...

Passo 5

...

>5.1 Pros: less animals (7) killed;

>5.2 student (8) animal (10) sympathiser informed choice;

>5.3 module completed;

>5.4 may lead to new ways or technologies instead of dissecting!

>5.5 Cons: May lead to end of all practical (9) dissecting in the college!

>5.6 Dumping down of course: One Course may become better than the other and then you need to separate courses as one course or module makes you less qualified!

Passo 6

...

>6.1 I guess the alternative exam theory will have to be presented to Senate. It will make good PR, and stop the animal (10) rights people blowing up the labs. A computer simulation can do just as good a job - medical students are happy to practice with simulations whether you have practical knowledge or not! Perhaps new technologies will eventually be so realistic that there will be no need for Practical dissection--but that's really ahead in the future--star trek!

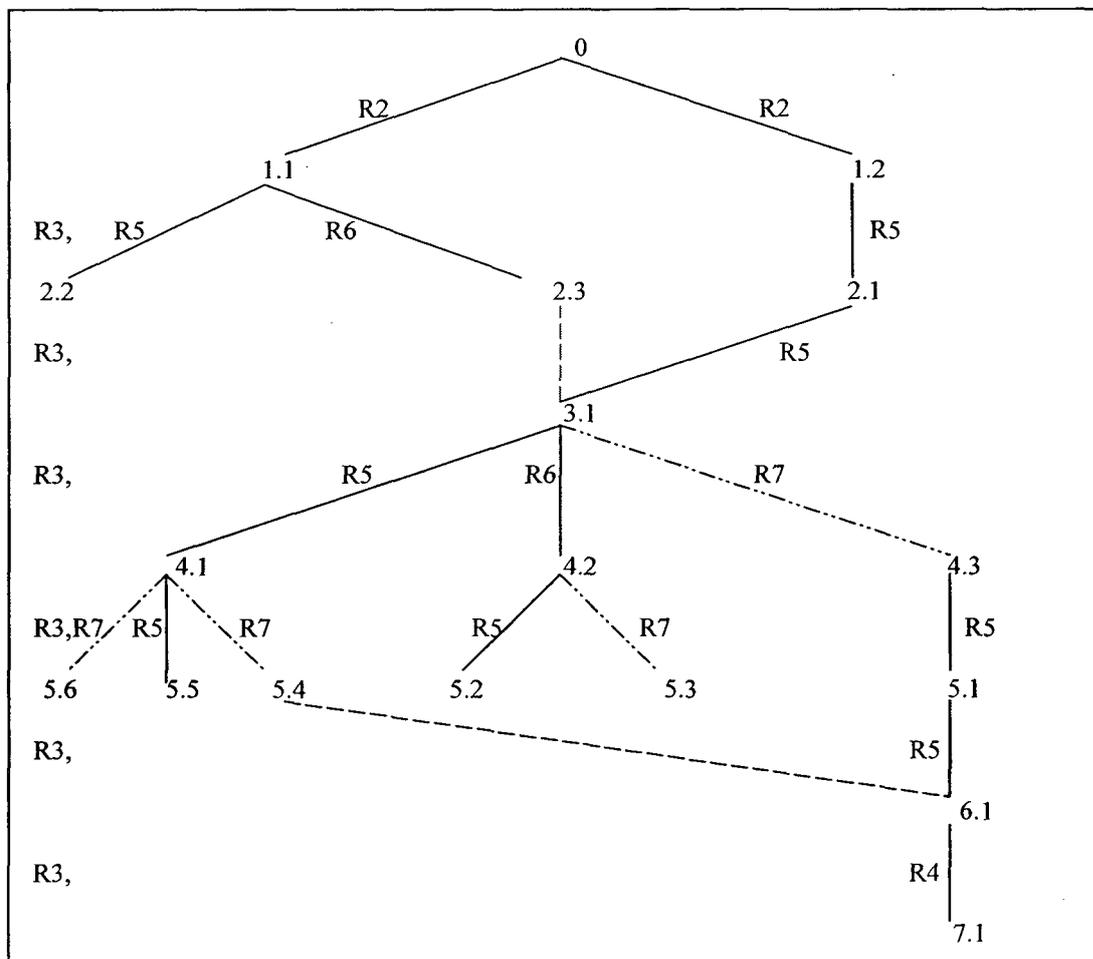
...

Passo 7

...

>7.1 Torkey should allow Sam and any other student to miss out on any real dissecting and sit the exam providing that this is marked somehow in the final mark! (or on the module qualification). But this may lead to the end of all dissections due to lack of economies of scale if all the students, but one, decide to forgo the practical route.

...

5.2 Árvore de Solução

Apêndice C:

Estudo de Caso: *A Dilemma Case on “Animal Rights”* (Herreid, 1996)

“And so if there are problems with registration, please see Ms. Lampier up here now. She'll be over in that corner,” Professor Bill Torkey waved his hand to the right. “I'll be over here to handle all other questions that I may not have answered in my general discussion of the course. Remember labs don't start until next week. See you next Wednesday.”

Torkey quickly straightened his notes and slipped them into the brown file folder and watched the chaos develop at the front of the large lecture hall. The first day of General Biology at the University. It was always the same. Three hundred young strained faces peering from dozens of rows into the lecture pit wondering what was going to happen here. They had heard the usual stories about the course. It's incredibly tough but rewarding if you worked your tail off. The lectures were exciting but the exams impossible. The labs were a mixed bag; some too simple, others ridiculous in what they demanded in the way of memorisation, but there was one compensation - the teaching assistants were superb. Bill Torkey had a reputation among the graduate students for demanding excellence in their preparation for each lab session and he held long training sessions each Friday to work out problems that might develop during their teaching. He had even got University Honours students to volunteer to help the graduate students so that each of the fourteen lab sections had two teaching assistants.

The first class closed their books, scrapped their chairs back and began heading for the exits. Students with problems - there were always a lot the first day - headed for the front. The anxious types who were afraid of getting closed out of the class made a hurried scramble for Ms. Lampier, who implacably as ever, began the process of sorting problems and handing out signup sheets. Torkey looked at the swirling sea of faces about him clamouring for his attention and had one last thought before he turned to the individuals awaiting his attention. What an array of diversity in a public

university of New York. How it had changed in his twenty-five years of teaching. Students from every conceivable culture were there sitting in his classroom: Chinese, Vietnamese, Japanese, Colombian, Russian, Iranian, African and Indian along with second and third generation Europeans. There were even one or two Native Americans in his class this year. The American classroom was incredible.

Then the questions came. "I have a conflict with the first exam. Can I arrange an alternate time?" "Can I change my lab from Mondays to Tuesdays?" "Do you have any more handouts?" "I haven't been able to buy the book, will this one do just as well?" "Should I ... Will you ... ? Can we ... ?" Torkey rapidly answered or delayed most of the questions that bubbled up from the forty students clustered about the lectern. He had timed it well, for Charles Sargent from the philosophy department had the classroom next and his students were coming in. His day was just beginning.

One last student remained for Torkey, a serious faced student he had seen before in one of his freshman honours seminars last semester. "Well, Mr. Ballard, what's on your mind?"

"I would like to speak to you about a serious conflict that I may have with some of the laboratories. I didn't want to cause any difficulties so I waited until the other people were gone. It's about the dissecting labs, I am philosophically opposed to them."

Bill Torkey sighed to himself as he realised that this would take more than a moment and said, "Come on over to my office so we can talk about this. Do you have a minute?"

After a brief stroll across campus, while they talked amiably about other matters, Sam Ballard sat in Bill's office.

"Let me see if I understand this, Sam. You don't want to dissect any animals because you're philosophically opposed to it?"

"Yes, I don't believe that I should be a party in the death of any animal."

"Why is that?"

"All animals have the right to be free of pain. And I don't think any one has the right to subjugate and exploit animals simply for their own end."

"Sam, this is a Biology course. You knew when you signed up that there was dissection involved. Why did you take this class? You could have taken physics, chemistry or geology to complete your science requirements."

"Well, I considered that. But I like biology. In fact, I am majoring in Environmental Studies and they require that I take this course in order to graduate. I don't have any choice."

"Sam, I agree with them. It's logical that you know something about animal anatomy and physiology if you are going to study Environmental Studies. In fact, I think every student should know the fundamentals of anatomy regardless of their major. It's part of becoming an educated person. And it sure doesn't make any more sense for a major in Environmental Studies to be allowed to bypass dissection than it does for someone who is a pre-vet. or pre-med. student. It's part of understanding the animal."

"But I plan to be a lawyer and specialise in environmental law. I don't see why I need to have the experience of working on a pickled dead animal which doesn't look anything like the real thing in order to pass this course or to graduate."

"Obviously, I don't agree with you. Nor for that matter does the Department of Environmental Studies. It is their requirement, not mine, that you take this course. So what do you suggest is the solution to this problem?"

"I'm not asking that you drop all of the dissection labs, although I think that is the correct thing to do. What I am asking is that I not be forced to dissect an animal. I would be happy to work on models, or look at videos or look at diagrams in textbooks to learn the material. I'll take the same tests as everyone else. I will be happy to do any extra work, a paper or project or anything. I just don't want to kill or cut up anything."

Bill Torkey leaned back in his chair listening. This wasn't his first student to challenge the time honoured dissection approach to biology labs, but Sam Ballard was certainly his most serious student. Biology wasn't the same as it used to be. It was mostly cellular and molecular stuff today. Did students really have to dissect a frog, foetal pig, starfish, or earthworm to get a good education? What in the world was a lab about anyway? Most students hated it. There was nothing new to be discovered by poking around in a poorly preserved frog dripping with preservative. It had been done hundreds of thousands of times before. For what? Should he re-evaluate his approach? What affect

would his waiving this requirement for Sam have on the other students? What if some of them wanted other alternatives as well? What the devil should he do? He had skirted this problem long enough.