

1 Preliminares

1.1. Visão geral da pesquisa

1.1.1. Objetivos

A presente tese trata de estudar como avaliar indivíduos e grupos de indivíduos quando executando tarefas de aprendizagem à distância. É sabido que o indivíduo, ao operar em grupo, apresenta comportamento diferenciado nas suas relações com diversos grupos. Há grupos que deixam o indivíduo mais livre, há outros que deixam o indivíduo submetido a constrangimentos. Como se dá a revelação de um potencial? Como avaliar se a participação de um indivíduo no grupo é positiva ou não? As respostas a essas e outras perguntas podem ser encontradas no trabalho de Enrique Pichon-Rivière. Certamente, este não é o único referencial, mas se torna um referencial relevante, porque sua teoria sustenta o desenvolvimento de um sistema para avaliação de operatividade.

Esta tese propõe um novo modelo de avaliação de conhecimentos e habilidades para ambientes de ensino à distância mediado pela web, também baseado na Teoria do Vínculo de Pichon-Rivière (1998) e na tecnologia de agentes de interface. Este modelo pode ser aplicado nas avaliações em tempo de debate, sem comprometer a atuação do professor moderador. Na literatura não há sistemas com a abrangência, a profundidade e as características de tempo real apresentadas no presente trabalho. Estas últimas características tornam-se possíveis graças às tecnologias de jogos investigadas nesta tese. O modelo tem uma implementação, chamada Amon-AD - Agente Monitorador de Aprendizagem a Distância, que se integra facilmente a ambientes de ensino a distância, como o AulaNetTM.

Esta pesquisa tem como objetivo a seleção de um conjunto articulado de ferramentas de avaliação para debates síncronos via web que, uma vez disponibilizada ao professor, possa ele configurar um sistema de avaliação adequado ao projeto do seu curso num ambiente de EAD baseado na *web*.

Ainda, tomando partido das facilidades de um ambiente de ensino em mídia eletrônica, usa-se como diretiva a idéia de pesquisar alternativas que tornem a avaliação de aprendizagem em ambientes de ensino a distância mediados pela *web*, uma efetiva ferramenta de apoio à aprendizagem. Não somente uma medida numa escala, mas, sobretudo um instrumento que amplie a visibilidade do professor e promova retroalimentação aos aprendizes de modo que seus comportamentos se modifiquem à medida que novos conhecimentos sejam adquiridos e que isso seja revelado pelo sistema de avaliação, além da chamada avaliação quantitativa.

Assim, um sistema de avaliação de debates *on-line* é proposto, dando margem para uma série de novas pesquisas sobre processos de avaliação de aprendizagem em tais ambientes.

Neste trabalho demonstra-se que a avaliação de habilidades, no que concerne ao conhecimento não pericial, é possível e também desejável. Neste trabalho, o conhecimento não pericial é entendido como sendo aquele que não requer perícia ou habilidade específica de utilização como, por exemplo, o conhecimento necessário ao médico para fazer uma cirurgia - além do conhecimento médico há que ter habilidades cinestésicas e perícia no uso de instrumentos.

Ainda, como é sabido, o estado da arte da tecnologia de computação é evolutivo. Neste sentido, o módulo de avaliação de debates poderá ser usado, mesmo se as interfaces de texto forem substituídas por interfaces de conferências e videoconferências que ocorram sob a tecnologia de voz sob IP. Para tal é bastante que se tenha disponível um registro de quem enviou a mensagem, independente da mídia utilizada, e qual é a avaliação desta por um avaliador humano. O módulo não precisará de alterações conceituais.

Um sistema multiagente pode ser utilizado para reduzir o *overload* provocado por um tal sistema de avaliação. Aqui também se apresenta uma proposta denominada Amon-AD, que cumpre essa finalidade.

Muitos trabalhos ainda virão nessa linha de pesquisa que cada vez mais se consolida como alternativa eficaz de aprendizagem, notadamente entre os profissionais de empresas que atuam em treinamento. Note-se também que o ensino convencional pode se beneficiar dessa tecnologia, pois existe legislação nacional para oferecer parte da estrutura curricular de cursos de graduação na modalidade de ensino a distância.

1.1.2. Breve Histórico

O presente trabalho nasceu de uma das discussões do curso do TIAE – Tecnologia de Informática Aplicada à Educação, um curso a distância realizada através do AulaNet™, no primeiro semestre do ano de 1999. A temática “a avaliação em ensino a distância” era o foco das discussões daquele momento. Dois pontos fundamentais foram abordados: a questão da avaliação e a questão da certificação. No decorrer do curso, os participantes foram reorganizados em grupos e coube a cada grupo realizar uma monografia sobre um dos vários temas discutidos.

Também curso foi levantada a questão da dificuldade de realizar avaliações em ambientes mediados pela *web*, no que diz respeito às novas ferramentas para trabalhos em grupo. Assim surgiu a curiosidade e a motivação para a realização deste trabalho: Como prover um ambiente de EAD (Ensino a Distância) com uma ferramenta de auxílio à avaliação da aprendizagem?

1.1.3. Prolegômenos

Como a temática desta tese é transversal a vários domínios do saber, e dada a inexistência de referenciais estáveis a seguir, este trabalho iniciou-se com uma pesquisa extensa sobre as tecnologias de desenvolvimento de software e os modelos de avaliação que pudessem ser utilizados em ampla abrangência e diversidade de áreas do conhecimento.

Procurou-se determinar alternativas que auxiliassem o professor na tarefa de avaliar conteúdos, e depois se verificou ser necessário também pesquisar acerca da possibilidade de avaliar as habilidades e os comportamentos dos aprendizes.

Um ambiente de EAD é sempre projetado para ser utilizado em vários domínios do conhecimento e em diversos níveis de abordagem. Esta foi uma diretiva do projeto: o sistema de avaliação não poderia ser limitante para o ensino, antes, deveria favorecer e otimizar as relações do aprendiz com os instrumentos.

A linha considerada natural a ser explorada foi a de se estudar como a avaliação é efetuada nos chamados sistemas convencionais de ensino síncrono e presencial. Logo se percebeu que em EAD as possibilidades são mais amplas e as dificuldades também. Reunir um grupo de alunos, os quais estão imersos em diferentes culturas e que tem diferentes e significativas prioridades de aprendizagem de *per si* já é uma tarefa complexa.

Os instrumentos tradicionais de avaliação têm sido utilizados com base mais na experiência e na tradição do que pela sua função de utilidade. Culturalmente se estabeleceu uma relação de autoridade e a partir dessa relação o aprendiz se submete aos critérios escolhidos pelo professor para sua avaliação. Com o advento das tecnologias de Informática no domínio da Educação alguns pontos considerados seguros perderam essa característica. A facilidade de acesso à informação e a facilidade de transferência dessa informação para um documento mudaram o panorama do ensino, incluindo aí o ensino tradicional também.

Importou então que um desenho de como abordar a avaliação fosse determinado. Isto exigiu centenas de horas de investigação em domínios alheios ao núcleo da Ciência da Computação. A inexistência de tradição em avaliação em ambientes mediados pela *web* contribuiu para essa decisão. No domínio da Psicologia da Aprendizagem, encontrou-se trabalhos de importantes pesquisadores, daí surgiu a base necessária para a determinação de uma arquitetura para um ambiente de avaliação de aprendizagem.

Buscaram-se princípios filosóficos, fundamentos psicopedagógicos e fundamentos em Psicanálise de Grupos para a determinação de um suporte à tarefa de avaliar. Dois caminhos foram considerados quanto ao uso do computador nesse processo: i) como ferramenta de apoio ao avaliador humano e ii) como suporte de avaliação, para os casos de instrumentos de avaliação que oferecessem estrutura para tal. Este último muito se

assemelha ao uso do computador para correção de testes e provas de concursos vestibulares.

Porém, já que a oportunidade de utilização de ferramentas computacionais estava em discussão, discutiu-se nesta pesquisa também os modelos atuais, nas suas vantagens e desvantagens como processo de avaliação de aprendizagem. Assim deu-se início ao estudo dos fundamentos psicológicos da avaliação e de um maior entrosamento com profissionais de Educação resultou a maior ajuda para o desenho da arquitetura.

Do ponto de vista computacional, entendeu-se desde o início de que a avaliação de aprendizagem é muito complexa para ser esgotada e resolvida através de um software. Buscou-se então enfrentar a complexidade com tecnologia de agentes.

A tecnologia de captura de Inteligência Artificial usada para o *design* de jogos eletrônicos, que associa máquinas de estados finitos com abstrações de mundo, foi considerada ideal para o modelo de avaliação de debate síncrono.

1.2. Revisão da literatura

Nesta seção são apontados os trabalhos que influenciaram esta obra, os que são relevantes para a dimensão interdisciplinar do EAD e os que são correlatos ao trabalho desenvolvido nesta tese.

Pierre Lèvy foi o autor selecionado para dar ao projeto uma adequação à nova realidade tecnológica. Seus textos descrevem a influência da tecnologia de informação sobre a sociedade e seus efeitos sobre o comportamento humano. Lèvy acredita no virtual como oposto muito mais ao atual do que ao real, posto que o virtual tem possibilidade de se tornar real num tempo futuro, e essa condição potencial, causa em quem usa um ambiente mediado pela web, a expectativa de uma passagem do assíncrono para o síncrono, criando um “*real*” imediato no simbólico do indivíduo que interage num tal ambiente.

Em (Lèvy, 2000b) é discutido o impacto tecnológico sobre o comportamento, a digitalização e virtualização do saber, a questão emergente da interatividade à distância

e as funções da mídia, sua influência sobre as massas e sobre a totalidade dos homens, e ainda uma nova relação com o saber e oferece um modo novo de estruturar o saber em termos coletivos.

(Lèvy, 1993) aborda o hipertexto como instrumento de transferência de saberes entre pessoas. Fala do *groupware* como estratégia fundamental para trabalho em grupo e mostra a evolução dos tempos do espírito, dos tempos da oralidade primária, passando pela escrita e chegando à Informática. Conceitua a rede digital, revisa o conceito de tempo real e aborda a questão do esquecimento como deixando para depois algo que não é importante no momento.

E, em (Lèvy, 2000a) encontra-se uma concepção de uma nova dimensão do espaço do saber, uma arquitetura para o ciberespaço e a estética da inteligência coletiva. Lèvy vai até os tempos mitológicos, conceituando o intelecto, o inteligível, o sensível e o antropológico. Aborda a semiótica e suas funções e define o espaço do saber como a *cosmopédia*, o “espaço” onde todos aprendem com todos e onde deve haver liberdade na relação com o conhecimento.

A questão da aprendizagem é conceituada sob os pontos de vista biológico e cultural nos trabalhos de Vigotsky. (Vigotsky, 2000a) apresenta a mente humana em seus aspectos evolutivos. Afirma que o ambiente exige adaptações e que o indivíduo deve usar os recursos da inteligência para compreender e resolver os desafios impostos pela realidade objetiva.

(Vigotsky, 2000a) diz ainda que, à medida que o indivíduo se desenvolve, ele o faz sob forte dependência cultural. Aquilo que uma pessoa ainda não aprendeu fica no que (Vigotsky, 2000a) denomina Zona de Desenvolvimento Potencial (ZDP) e o que já foi resolvido pertence à Zona de Desenvolvimento Realizada (ZDR). Essa é uma abordagem que pode sustentar o conceito de aprendizagem guiada por problemas.

Segundo (Vigotsky, 2000b) a via régia do aprendizado é a linguagem. Ao verbalizar, o indivíduo devolve, para si e para os outros, uma visão do que aprendeu e através dessa devolução dá para si também a oportunidade de compartilhar com o outro a sua representação da solução de problemas. Assim, a linguagem é também meio de

aperfeiçoamento do aprendiz. Isto reforça o fato de que desde a primeira infância aprende-se em grupo.

A visão epistêmica de Vigotsky nos dá clara noção de que o aprendizado ocorre à medida que se vivencia experiências enriquecedoras. O conhecimento nasce e toma forma dinamicamente e de modo dependente da cultura prévia do indivíduo aprendiz. Cabe ao professor facilitar o processo criando as condições ideais para a aprendizagem ocorrer, assim o papel do professor assume a dimensão de professor da aprendizagem. É o aprendiz quem aprende, do modo como é capaz de aprender.

(Gardner, 1994) apresenta o conceito de inteligências múltiplas, mostrando que entram em cena diversas modalidades de inteligência na solução de um problema e também que cada indivíduo possui talentos específicos e isso é representado por preponderâncias de tipos de inteligências sobre outras. Demonstra ainda como o desenvolvimento dessas inteligências pode e deve ser estimulado para que o indivíduo, no estado adulto possa contar com o máximo do seu potencial. Tais inteligências oferecem uma escala de múltiplas dimensões para avaliar o desempenho do indivíduo segundo seu comportamento na resolução de desafios.

A capacidade de representar a realidade que o cerca faz do homem um ser simbólico, capaz de estudar e modificar o ambiente de modo que disso resultem benefícios. (Glucksberg, 1965) apresenta uma abordagem do simbólico pelo humano e a função psicológica do símbolo é tratada em detalhes. Uma relação entre símbolo e linguagem é mostrada e seus efeitos psicológicos são apresentados. Essa capacidade de operar o simbólico é também explorada em (Augras, 1998). A autora traz a visão do homem com arquétipos mitológicos e culturais. Como ser de cultura o homem vive da cultura e a transforma. Gerações sucessivas são objeto do mesmo sistema evolutivo. (Glucksberg, 1965) fala da gênese do símbolo e da relação com a cultura. Sem cultura o homem não tem referencial para identificar-se. Essa nova cultura, a da era da informação impõe que se veja também os riscos e as oportunidades para o homem em toda a sua relação com a sociedade e consigo mesmo. Está-se avaliando o quê? Ou melhor, quem? Em muitos casos não se verá o rosto de quem está participando de um curso, ou ouvir a sua voz. Foi preciso considerar essa restrição no presente trabalho.

Em (Pichon-Rivière, 1998a) se pôde encontrar fundamentação para a avaliação de um grupo que trabalha centrado na tarefa. O autor apresenta características que freqüentemente aparecem no trabalho grupal. A questão dos papéis, e como cada indivíduo assume um papel é decisiva para o grupo operar, no mesmo texto ele demonstra a influência dos traços comportamentais sobre o aprendizado em grupo. Embora seja um livro voltado para a terapia psicanalítica, pode-se encontrar nesta obra uma boa visão sobre a utilização da técnica de grupos operativos para a potencialização da aprendizagem.

Em (Pichon-Rivière, 1998b) é estabelecida uma visão de como se forma o vínculo entre os participantes de um grupo, o conceito de vínculo e da relação deste com a comunicação e com a aprendizagem.. Uma taxonomia sobre o vínculo, identificando vínculos racionais e vínculos subjetivos também pode ser encontrada nesta referência. Pichon-Rivière mostra que em grupo não se aprende somente conteúdos, aprende-se também como operar nele e como se relacionar com os demais participantes do grupo. Uma abordagem sobre a questão da interpretação e a dialética que se estabelece entre os elementos materiais e humano na relação grupal pode ser obtido a partir dos conceitos de vínculo e das ações que ocorrem num processo de trabalho centrado na tarefa. O modelo de avaliação de debates, proposto nesta tese, baseia-se na Teoria do Vínculo.

(Abdouch, 2004) apresenta uma visão elucidativa de como aplicar a técnica dos grupos operativos com adolescentes, destacando quais valores estão em jogo e quais as características fundamentais que são reveladas ou proibidas a cada um enquanto atuando no grupo. (Abdouch, 2004) aponta a “dança dos papéis” entre os participantes e mostra como os vetores de observação da Teoria do Vínculo podem se constituir numa boa escala para avaliação.

Ainda no que concerne ao trabalho em grupo, (Moscovici, 1994) mostra como transformar um grupo em equipe de certo modo revisitando as idéias de (Pichon-Rivière, 1998b). (Moscovici, 1994) dá sua concepção sobre a importância da colaboração e da ajuda como instrumentos de mudança cultural, conseqüentemente, como instrumentos de aprendizagem. (Moscovici, 1994) aponta a necessidade de um uso inspirado da tecnologia para dar suporte ao trabalho em empresas e ao trabalho de aprendizagem tradicional.

(Néri, 1999) apresenta uma abordagem ampla do agir em grupo, descortinando uma seqüência de conceitos esclarecedores de como se estrutura o pensamento em grupo e estabelece noções da dinâmica grupal em bases psicanalíticas. Apresenta o conceito de campo, de espaço comum do grupo, aborda a questão da auto-representação e caracteriza o pensamento de grupo e a influência deste na estrutura cérebro-mente.

Adentrando ao tema da avaliação da aprendizagem, um passo fundamental é a compreensão de como o professor vê sua funcionalidade, seu profissionalismo e sua proposta de trabalho, no cotidiano da Educação. Em (Khoury, 1984) encontra-se uma revisita à técnica dos grupos operativos com professores - uma experiência levada a efeito por Luci Mansur, e um relato dos efeitos positivos e negativos na aplicação da técnica citada. Também é explorada a questão do autoritarismo do professor que se revela pelos fortes traços culturais que limitam a liberdade de aprender.

(Bloom, 1956) é um clássico na literatura sobre avaliação de aprendizagem, dificilmente superável por trabalhos mais recentes. (Bloom, 1956) concebeu uma visão de avaliação em três dimensões: afetiva, comportamental e de conteúdo. (Bloom, 1956) dá uma hierarquia em que o conhecimento vai se sedimentando, desde o simples reconhecimento de um fato até o estabelecimento da capacidade de avaliação sobre se o conhecimento é válido e de como esse conhecimento pode ser útil para o indivíduo. Há etapas intermediárias que são úteis como uma escala de avaliação do que se pode chamar de profundidade de conhecimento. Nesta tese interessa sobremaneira a escala relativa ao domínio de conteúdo, os aspectos afetivos e comportamentais são abordados de um modo diferenciado. Note-se que Bloom contextualiza a avaliação em termos cartesianos e reducionista, contudo, para efeito deste trabalho, a escala de Bloom é usada para refletir estágios de aprendizagem e para oferecer graus de complexidade diferenciados aos aprendizes, desde o ponto mais simples da formação do símbolo, isto é da simples representação do problema até o seu ponto mais alto que é onde o aprendiz já é capaz de analisar as categorias associadas ao problema apresentado e analisar alternativas de formulação de novos problemas correlatos e resolve-los.

(Noya, 1998) utiliza em seu trabalho de mestrado a escala de Bloom para avaliação no ambiente AulaNetTM (veja detalhes desse ambiente em Lucena, Fuks, Blois, Choren,

Assis & Robichez (2000). A proposta de (Noya, 1998) é limitada a sistemas de avaliação fechados com provas do tipo múltipla escolha. A contribuição deste autor é a arquitetura concebida para a avaliação. O presente trabalho estende esta arquitetura.

Com relação aos aspectos metodológicos, a estratégia de aprendizagem centrada no aprendiz, é descrita no trabalho de (Britto, 1986). Britto descreve as principais características desse modelo exibindo o eixo da relação professor-aprendiz, as diretrizes e demais etapas deste tipo de aprendizagem. Trata-se de um modelo de inspiração humanista na linha rogeriana. O respeito ao indivíduo e a liberdade são pontos a preservar neste método. Nesta mesma linha segue o trabalho de (Luckesi, 1986).

A diretriz quantitativa fica por conta de vários autores. (Vallejo, 1979), (Bartolomeis, 1977), (Depresbiteris, 1989), (Fonseca, 2001), Ebel & Damrin (1960) e (Medeiros, 1976), entre outros, apresentaram definições e abordagens para mensuração da avaliação. A partir do trabalho destes autores é possível elaborar e também dar suporte a modelos de avaliação quantitativa, formativa e somativa, entre outros.

O domínio do ensino a distância baseado na *web*, tem sido explorado por muitos pesquisadores da área da Ciência da Computação. Seus esforços tem produzido ambientes de suporte à aprendizagem que já se encontram além da fase de experimentação. Dentre vários, destacam-se o AulaNetTM e o TelEduc.

Em (Rocha, 2002) encontra-se uma boa descrição das funcionalidades do ambiente TelEduc, um ambiente EAD desenvolvido sob a ótica de projeto de ferramentas para ensino a distância coordenado pelo professor, este denominado Formador para efeito de acesso e uso do ambiente. As ferramentas objetivam dar visibilidade ao avaliador humano ao invés de calcularem uma avaliação. O sistema é concebido de modo que cada participante saiba da evolução dos demais. No TelEduc as ferramentas foram projetadas para dar essa visibilidade e incorporadas ao conjunto das ferramentas de veiculação de conteúdo.

(Santos, 2000) aborda o binômio Tecnologia de Informação *versus* Educação a Distância, traçando paralelos entre utilização efetiva e modismos, além de explorar a temática com viés de análise.

Fernandes & Fernandes (2001a, 2001b) apresentam trabalhos destacando a abordagem pela via da metodologia construtivista de Vigotsky. Silva, Araújo, Fernandes, Lima, & Mendes.(2003) apresentam vários modelos de avaliação para trabalhos em grupo e um modelo geral que serve como base fundamental para o desenvolvimento de uma interface de avaliação de debates síncronos, na presente tese.

Silva & Feijó (2003) apresentam um modelo de máquinas de estado que implementa os vetores de observação da teoria dos grupos operativos para avaliação de desempenho de participantes em debates síncronos via *web*, em ambientes de EAD. Esta máquina de estados é implementada nesta tese.

Ferreira, Otsuka & Rocha, (2003) mostram um modelo para avaliação formativa para o ambiente TelEduc. Neste modelo, estatísticas são utilizadas para dar visibilidade a um avaliador humano e também operar parte da avaliação.

Lucena e Fuks são autores clássicos na elaboração de trabalhos em tecnologias para ensino a distância baseado na *web* (Lucena, Fuks, Blois, Choren, Assis & Robichez (2000); Lucena & Fuks (2000), entre outros). Seus textos apresentam uma visão importante de educação na era da Internet, Lucena & Fuks (2000), e demonstram direções possíveis de atuação. O trabalho destes autores é referência no uso da tecnologia de *groupware*. A metodologia segue o padrão do ensino cooperativo, guiado por desafios e os resultados são construídos com base no trabalho ativo dos participantes dos cursos. O ambiente utilizado é o AulaNetTM, que foi desenvolvido com suporte e coordenação dos autores citados.

Garcia & Cunha (2000) apresentam um modelo para instrução baseada na *web*. Pimentel, Fuks & Lucena (2003) reportam um trabalho de avaliação para *chats*, apresentando um modelo que gera uma avaliação, segundo diferentes escalas, as quais buscam controlar a influência da "laconicidade" ou da participação excessiva do aprendiz, representada pelo número de mensagens enviadas para o debate. Trata-se de uma avaliação pós-debate, e não foi projetada para avaliar comportamentos em profundidade. A interface de avaliação proposta contém cinco opções de avaliação para cada mensagem enviada, isso impõe ao professor um elevado consumo de tempo para

informar a avaliação. Pimentel, Fuks & Lucena (2003) também apresentam um trabalho que visa analisar a variedade e a perda de focos paralelos que ocorrem num debate, focos estes denominados co-textos.

Mitchell, Fuks & Lucena (2003) apresenta um modelo baseado na teoria das competências como referencial para avaliação formativa e continuada em sistemas de recursos humanos. O foco do trabalho visa o treinamento em empresas. Também neste trabalho verifica-se um viés cartesiano forte. Não são apresentados os formatos de como a avaliação pode exibir graus de competência em tempo real. Ao final uma matriz de resultados é apresentada ao avaliador humano para tomada de decisão.

Nesta tese, o modelo de avaliação proposto permite a captura do conteúdo e exibe o comportamento de cada participante, podendo ser usado no modo *on-line*, isto é, durante o decorrer do debate. O *feedback* projetado não contempla diretamente os aprendizes. É bastante que o professor, responsável pela avaliação, marque apenas as mensagens ruins e o sistema calcula todas as heurísticas e dá visibilidade dos resultados ao professor. É o professor que decide pelo uso das informações conforme seu interesse e juízo, para efeito de influenciar o participante avaliado e direcionar as ações durante o discurso no *chat*.

Cunha, Fuks & Lucena, (2003) traçam um paralelo entre sistemas multiagentes e instrução baseada na *web* demonstrando a aplicabilidade e os cuidados para uma boa utilização desse paradigma de desenvolvimento de software.

Colemann & Khanna, (1995) apresenta uma conceituação de *groupware*. Esta tecnologia é explicada com detalhes e modelos variados de aplicação são abordados dando uma visão abrangente e elucidativa da aplicabilidade e escalabilidade dos modelos.

A tecnologia básica de Inteligência Artificial pode ser revisitada em obras clássicas da área tais como a de Rich (1988), Watson (1997), Winston (1988) entre outros. São textos consagrados e cuja qualidade não pode ser desconsiderada. Técnicas básicas de representação de conhecimento e métodos de busca são, entre outros assuntos, apresentados de modo abrangente e profundo.

O fundamento principal deste trabalho foi estabelecido na tecnologia de agentes de software. Russell & Nörvig, (2003) é a referência utilizada para classificação de agentes. Abordam toda a tecnologia fundamental de IA, com um viés mais voltado para representação de conhecimento em espaço de estado, utilizando o paradigma da IA simbólica. Pode-se consultar esta obra desde a teoria dos agentes até conceitos avançados de representação e busca em espaço de estados, modelagem de funções heurísticas e demais temas.

(Shoham, 1993) apresenta os modelos de agentes que operam com crenças, desejos e intenções. Seu trabalho, aliado ao de (Thomas, 1993) deram origem a um ambiente de desenvolvimento de agentes conhecido como AgentBuilder, produzido pela Reticular Systems. A linguagem inter-agentes denominada RADL é uma extensão do trabalho de Shoham e Thomas. (Shoham, 1993) apresenta em seu trabalho a linguagem Agent-0 e (Thomas, 1993) a linguagem PLACA, ambas linguagens orientadas a agentes que operam com um sistema de representação do tipo regras de produção.

Costa & Feijó (1996) demonstram como implementar emoções em agentes que operam em ambientes comportamentais, como, por exemplo, ambientes de jogos eletrônicos de computador. Entretanto, a questão de emoções em agentes que atuam em EAD está muito longe de se concretizar. Provavelmente, esta questão deve ir pelo caminho de *storytelling*, cujas referências podem ser encontradas em Costa & Feijó (1996).

(Hayes-Roth, 1995) apresenta uma arquitetura para sistemas de agentes inteligentes adaptativos. No texto é abordada a questão da conceituação e da classificação de agentes inteligentes traçando um divisor entre o que deve e o que não deve ser considerado um sistema agente. (Foner, 1993) e (Cheong, 1995) também demonstram interesse em como classificar adequadamente um sistema de software delimitando características necessárias para um sistema ser considerado verdadeiramente inteligente.

(Minsky, 1985) é um dos primeiros autores a questionar a nomenclatura de agente de software e a excessiva antropomorfização do conceito. Em sua obra, o autor reporta um paralelo entre a mente associativa e a tecnologia de computação.

Em Finin, Weber, Widederhold, Genesereth, Friton, McKay, McGuire, Shapiro & Beck (1993) pode ser encontrado um extenso trabalho sobre a linguagem KQML Knowledge Query and Manipulation Language, uma linguagem de comunicação interagente compatível com protocolo TCP/IP. Nesta referência encontra-se a descrição da linguagem em três camadas, as funcionalidades e padrões. Em futuras implementações do modelo objeto desta tese, onde se faça necessária a existência de agentes móveis e/ou agentes que atuam no cliente e não no servidor, uma linguagem de comunicação interagente robusta será exigível. Por hora, dadas as concepções atuais do projeto, o uso de uma tal linguagem é dispensável, uma vez que para o modelo a comunicação é agente-usuário e não agente-agente. A concepção de um *blackboard* onde os agentes recolhem informação sobre a comunicação com relativo sucesso e baixa complexidade computacional.

Uma abordagem ampla para agentes de software que operam na Internet, notadamente os denominados agentes móveis pode ser encontrada em (Silva, 1999) e em (Watson, 1997).

O conceito de máquina de estados e sua aplicação como representação de estados de um sistema comportamental para jogos eletrônicos pode ser encontrada em Rabin & Dybsand, (2000). Sistemas reativos são o assunto de Szwarcman, Feijó & Costa, (2000). A modelagem de sistemas cognitivos e afetivos, com enfoque na representação simbólica é o assunto do trabalho de Furtado & Ciarlini, (2002). Ainda na linha de entretenimento digital que promete, em alguns momentos, dar subsídios para enredos interativos, está o trabalho de Ciarline, Feijó e Furtado (2002). Enredos interativos são um paradigma poderoso em EAD que se baseia em atividades de grupo.

A modelagem e conceituação de *frameworks* e *design patterns* é o assunto a ser destacado em seguida. A classificação utilizada neste trabalho pode ser encontrada em Gilbert & col. (1995), Johnson & Foote (1988), (Lewis, 1995) e Campbell, Islam, Ralph, Kougiouris & Madany (1991).

Lucena & Milidiú, (2003) apresentam uma coletânea de artigos selecionados sobre a teoria e prática de *frameworks* e *design patterns*. Trata-se de um texto que busca ser abrangente e elucidativo das principais características deste paradigma de

desenvolvimento de software. Uma abordagem dos sistemas multiagentes é apresentada e sua relação com os *frameworks* é discutida e fundamentada.

A tecnologia dos *frameworks* é assunto das referências Cunha & Lucena (2002), e D'Souza & Wills (1998). A relação com objetos e aplicações é explorada nestas referências.

A questão de Engenharia de Software para Sistemas Multiagentes de larga escala é analisada em Lucena, Zamboneli, Omicini e Castro (2003). Nesta obra, a área de agentes, surgida na comunidade de Inteligência Artificial ganha a maturidade de Engenharia de Software.

A modelagem de software segundo a metodologia UML é desenvolvida em Rumbaugh, Blaha, Premelani, Eddy & Lorensen (1991, 1994). Tkach & Puttick (1994) e o manual *online* embarcado no RUP, um ambiente da Rational Software Corporation, que se baseia na modelagem UML completam a documentação dessa abordagem de desenvolvimento.

1.3. Organização do trabalho

Este trabalho está organizado em sete capítulos, incluso o presente, mais dois anexos. O capítulo 2 é dedicado à análise do domínio. Todo o texto refere-se a uma abordagem do tema avaliação em ensino a distância em caráter de profundidade e são descritas as propriedades que um sistema de avaliação para ambientes EAD baseados na *web* deve possuir. Uma abordagem sobre as metodologias de aprendizagem centrada no aprendiz, aprendizagem baseada em problema e aprendizagem cooperativa é apresentada. Diversas conceituações completam o quadro da análise de domínio.

No capítulo 3 há uma descrição das funcionalidades e das arquiteturas de dois ambientes de aprendizagem baseada na *web*: o AulaNetTM e o TelEduc. As principais características de cada ambiente são apresentadas, sem o interesse de comparação de desempenho entre ambos. Discutiram-se as concepções de projeto e as linhas preferenciais seguidas por cada um.

O capítulo 4 é dedicado à teoria dos agentes de software. Uma classificação é estabelecida entre os vários tipos de agentes. É dada uma abordagem sobre sistemas multiagentes e sobre a linguagem KQML. Ainda, uma metodologia de desenvolvimento de sistemas agentes é descrita.

O Capítulo 5 contém a descrição lógica do servidor de avaliação objeto deste trabalho. Suas principais características são conceitualmente apresentadas e as técnicas de projeto escolhidas são também mostradas.

No Capítulo 6, encontra-se a versão proposta do servidor de avaliação e são apresentadas algumas de suas características de implementação.

No Capítulo 7, estão apresentadas algumas conclusões e trabalhos futuros são apontados.

No Anexo A, uma visão dos componentes físicos e demais elementos de suporte de um servidor apresentados como requisitos para um servidor robusto operar mantendo juntos em um mesmo hardware o serviço de conteúdo e o serviço de avaliação. Um *firewall* e um conjunto de ferramentas de administração e de segurança de informação são selecionados para atender ao sistema.

Por fim, o Anexo B contém a descrição da linguagem KQML, suas principais funções e recursos.