

**UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
ELÉTRICA**

FERNÃO REGES DOS SANTOS

**COMUNIDADES VIRTUAIS BASEADAS EM VIDEO DIGITAL: UMA
PROPOSTA DE CONTEÚDO ADAPTATIVO PAUTADA EM REDES DE
APRENDIZAGEM E AGENTES INTELIGENTES**

São Paulo

2010

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

FERNÃO REGES DOS SANTOS

**COMUNIDADES VIRTUAIS BASEADAS EM VIDEO DIGITAL: UMA
PROPOSTA DE CONTEÚDO ADAPTATIVO PAUTADA EM REDES DE
APRENDIZAGEM E AGENTES INTELIGENTES**

Documento apresentado ao Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Elétrica da Universidade Presbiteriana
Mackenzie como parte dos requisitos para obtenção do
Título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Pollyana Notargiacomo Mustaro

São Paulo
2010

S237c Santos, Fernão Reges dos.

Comunidades virtuais baseadas em vídeo digital: uma proposta de conteúdo adaptativo pautada em redes de aprendizagem e agentes inteligentes / Fernão Reges dos Santos - 2010.

125 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2010.

Bibliografia: f. 96-103.

1. Inteligência artificial. 2. Agentes inteligentes. 3. Redes sociais. 4. Análise de redes sociais. 5. Educação a distancia. 6. Vídeo digital.
I. Título.

CDD 006.33

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha mãe, Anésia. Exemplo divino de fé e força em minha vida. Agradeço por todo seu amor, cuidado, carinho e acima de tudo, pelos exemplos.

*“ ...Toda imagem no espelho refletida
Tem mil faces que o tempo ali prendeu
Todos tem qualquer coisa repetida
Um pedaço de quem nos concebeu...”
[João Nogueira]*

Mãe, agradeço e tenho orgulho de cada detalhe repetido. E também muito obrigado por sempre cuidar para que o espelho não quebre.

Agradeço a minha orientadora Pollyana Notargiacomo Mustaro, pela forma ética e humana na condução deste projeto e acima de tudo, pela postura participativa. Fez toda diferença. Agradeço todo o tempo dedicado e também pela qualidade profissional com que atuou nesse projeto. Valeu Polly.

Um agradecimento especial para pessoas importantes que, em momentos decisivos, ajudaram a manter firmes os alicerces da convicção e perseverança, elementos fundamentais nessa jornada. Tia Lina, muito obrigado pela força excepcional e ajuda no momento mais crítico. Lucia (Luxinha), muito obrigado pela serenidade. Ensinou-me que em situações difíceis, somente os mais convictos são capazes de semear a paz e a esperança. Valeu.

Fernão Sales Freire (Fernãozão), deixou saudades. Os conselhos foram ouvidos com atenção e certamente serão lembrados. Vai ficar para sempre na memória como um grande exemplo. Muito obrigado padrinho. Esteja em paz.

Um obrigado aos amigos que torceram e que incentivaram, admiram, motivam e que me fazem sentir orgulho de cada realização. Valeu a todos.

Claudia, farol no meio de um mar bravio e que guia através do nevoeiro. Os horizontes estão mais amplos. Graças a você. Muito obrigado.

Fins de semana inteiros imerso em leituras, em frente ao computador, fazendo experimentações, realizando pesquisas. Ausente em eventos familiares e muitas vezes, distante da companhia de pessoas queridas. A todas essas pessoas que tiveram a paciência necessária e entendem que toda grande meta exige disciplina e convicção no objetivo a ser atingido, muito obrigado!

RESUMO

Com o crescente número de usuários de sistemas redes sociais baseadas em Internet, cresce também a integração desses sistemas com diversos recursos de comunicação mediada por computador como serviços de comunicação instantânea e sistemas de bate-papo, vínculos hipertextuais para vídeos, arquivos de áudio e outros objetos que podem ser utilizados como facilitadores do processo interativo e de distribuição de conteúdo nas redes sociais. Nesse cenário, surgem novas possibilidades de aplicação desse tipo de ambiente de forma educacional e colaborativa. A partir desse cenário, esta dissertação aborda a aplicação de modelos de Inteligência Artificial em Sistemas de Redes Sociais por meio da utilização de Agentes Inteligentes. O objetivo da composição de Redes Sociais e Agentes Inteligentes para essa ferramenta é disponibilizar um ambiente em que possam ser investigadas as diferentes possibilidades de estratégias pedagógicas que podem aplicadas nesse novo ambiente de interação e colaboração social. De forma experimental, essa combinação entre Agentes Inteligentes e Sistemas de Redes Sociais foi proposta por meio de um modelo de sistema Multiagente, que atua como núcleo intermediador e analítico do processo interativo que ocorre na rede. Considerando essa perspectiva, e para estímulo do processo interativo entre os usuários da rede, foi estabelecida a integração desse núcleo a uma rede social que opera em plataformas de distribuição de vídeos digitais, como *Internet* e TV Digital Interativa, utilizando conteúdo educativo que, operando em conjunto com um módulo tutor inteligente, disponibiliza atividades para serem realizadas de forma interativa entre os participantes, resultando em uma ferramenta de Educação a Distância e aprendizado colaborativo.

Palavras chaves: Inteligência Artificial, Agentes Inteligentes, Redes Sociais, Análise de Redes Sociais, Educação a Distância, Vídeo Digital.

ABSTRACT

With the increasing number of participants to internet social network based systems, which uses several computer mediated communication resources like chat, instant messaging, hypertext links to videos and several objects available to facilitate the interaction between users, new frontiers emerges to apply this concepts on educational environment with collaborative forms. This work researches the applicability of Artificial Intelligence models combined with Social Network systems through use of Intelligent Agents. Initially the combination of Intelligent Agents and Social Networks proposal uses Multiagent based kernel acting to analyze and mediate the interaction process over social network.. Considering this perspective and to try stimulate the interactive user process on social network, this work brings the possibility of integrating the main kernel with a social network based on platforms using digital video, like Internet and Digital TV. Using educational content operating with a external module working as Intelligent Tutoring System which provides instructional units to be used with interactive and collaborative forms by participants, resulting a distance and collaborative learning tool. The main target for this tool combining Intelligent Agents and Social Networks, intends to provide a context where educators can research new educational strategies, interactive and collaborative perspectives.

Key words: Artificial Intelligence, Intelligent Agents, Social Networks, Social Network Analysis, Distance Learning, Digital TV.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ator, o elemento base da Rede Social.....	17
Figura 2 - Agrupamentos de Atores, formando um novo tipo na Rede Social.....	18
Figura 3. Exemplos de Atributos que caracterizam o Ator	18
Figura 4. Grupo de Atores com Laços Relacionais.....	20
Figura 5. Sistema de Rede Social Orkut, com integração ao serviço de e-mail	23
Figura 6. Sistema de Rede Social com serviço de mensagens.....	23
Figura 7. Exemplos de formações de Grafos.....	26
Figura 8. Grafo com conexões de usuários da rede de compartilhamento Flickr.....	31
Figura 9. Exemplo de Grafos com número de conexões inferior a 100.....	32
Figura 10. Exemplo de Grafos com número de conexões superior a 100.....	32
Figura 11. Grafo gerado com usuários do site Flickr.....	32
Figura 12. Exemplo de Matriz	34
Figura 13. Modelo de Interação Agente e Ambiente	42
Figura 14. Áreas de pesquisa de IA.....	45
Figura 15. Sistema baseado em Modelo Multiagente	45
Figura 16. Modelo de Sistema baseado em Agentes Móveis	47
Figura 17. Domínio de pesquisas STI	50
Figura 18. Módulos do STI.....	51
Figura 19. Composição do Processo de Colaboração	53
Figura 20. Arquitetura do Ambiente	55
Figura 21. Fluxo de comunicação entre os módulos.....	56
Figura 22. Estrutura de mensagens recebidas pelo AI	57
Figura 23. Agente exercendo controle de atualizações no ambiente	58
Figura 24. Agente atuando em múltiplos ambientes	59
Figura 25. Links de outros perfis encontrados pelo agente	60
Figura 26. Agente monitorando evolução da atividade.....	60
Figura 27. Funções dos Usuários no Modelo	69
Figura 28. Tela de autenticação do usuário	73
Figura 29. Tela inicial para o perfil de Estudante	74
Figura 30. Tela para usuário classificado como Estudante.....	75
Figura 31. Tela com resultados de pesquisa do AI	76
Figura 32. Lista com Histórico de Colaborações.....	76
Figura 33. Tela de interação com atividade proposta.....	77
Figura 34. Tela com conteúdo e perfis mapeados pelo Agente	78
Figura 35. Esquema de Repositório para Unidades Instrucionais	80
Figura 36. Tela com menu contextualizado para o perfil Educador	82
Figura 37. Interface de Composição de atividades pelo Educador	83
Figura 38. Interface para administração de itens da Atividade.....	84
Figura 39. Visualização gráfica dos laços estabelecidos na atividade	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplos de classificação de CMC	122
Tabela 2 - Exemplos de classificação de privacidade de identificação do usuário.....	124

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REDES SOCIAIS E COMUNIDADES VIRTUAIS	14
2.1	REDES SOCIAIS: HISTÓRICO.....	14
2.2	ANÁLISE DE REDES SOCIAIS.....	17
2.2.1	Estrutura de Redes Sociais.....	17
2.2.2	Sistemas de Redes Sociais.....	21
2.2.3	Fundamentos Matemáticos e Computacionais	24
3	USO DO VIDEO DIGITAL EM EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA	36
3.1	TV DIGITAL INTERATIVA COMO FERRAMENTA DE EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA.....	37
3.1.1	TV Como Ferramenta Educacional: Breve Histórico	37
3.1.2	TV Digital Interativa e Propostas Educacionais.....	38
3.2	PROPOSTAS EDUCACIONAIS BASEADAS EM VIDEO DIGITAL E INTERNET	39
4	INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: AGENTES INTELIGENTES	41
4.1	AGENTES INTELIGENTES.....	41
4.2	CLASSIFICAÇÃO DE AGENTES INTELIGENTES.....	42
4.2.1	Modelo Comportamental	43
4.2.2	Arquitetura de Ambiente	43
4.2.3	Sistemas Multiagentes	44
4.2.4	Tipos de Agentes.....	46
4.3	PROPOSTAS EDUCACIONAIS UTILIZANDO AGENTES INTELIGENTES	48
4.3.1	Sistemas Tutores Inteligentes	49
4.3.2	Agentes Inteligentes em Sistemas Tutores Inteligentes	51
5	COMBINAÇÃO DE AGENTES INTELIGENTES E REDES SOCIAIS PARA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA POR MEIO DO USO DE VIDEO DIGITAL	53
5.1	COMPOSIÇÃO E DINÂMICA DO MODELO	53
5.2	MÓDULO SISTEMA MULTIAGENTE.....	57
5.2.1	Modelo de Funções dos Agentes	57
5.2.2	Métodos de pesquisa dos Agentes.....	61
5.2.3	Pesquisa de Vínculos de Interação por Atividade	62
5.2.4	Pesquisa por Similaridade entre Atores.....	63
5.2.5	Sugestão de Conteúdo.....	65

5.2.6	Busca de Atores por Centralidade	66
5.2.7	Comunicação entre os Agentes.....	66
5.2.8	Parametrização e Ajuste: O Processo de Aprendizado do Agente	67
5.3	ESTRUTURA DE REDES SOCIAIS PARA USO DE VÍDEO DIGITAL.....	68
5.3.1	Considerações sobre o Sistema de Redes Sociais com Vídeo Digital.....	68
5.3.2	Principais Recursos do Módulo Sistema de Redes Sociais	69
5.3.3	Modelo de Comunicação	71
5.3.4	Proposta de Interface	72
5.3.5	Visibilidade e Escopo de Informações.....	78
5.4	FERRAMENTAS DO EDUCADOR: MÓDULO TUTOR.....	80
5.4.1	Composição da Unidade Instrucional	80
5.4.2	Acessibilidade e Escopo das Unidades de Aprendizagem.....	81
5.4.3	Visualização do Fluxo de Interatividade da Rede	84
5.4.4	Exemplo do Fluxo Operacional.....	86
5.4.5	Repositório de Vídeos Digitais.....	90
5.4.6	Estratégias Pedagógicas para Aplicação de Tarefas e Estimulo à Interação e à Colaboração	91
6	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	93
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
	Anexo 1: Lista de Sistemas de Redes Sociais baseados na Web	103
	Anexo 2: Estatísticas sobre tecnologias baseadas em Internet	108
	Anexo 3: Sites de Instituições relacionadas aos temas da pesquisa.....	110
	Anexo 4: Softwares/Recursos utilizados.....	111
	Apêndice A - Ciberespaço e Sistemas de Comunicação Mediada Por Computador ...	112

1 INTRODUÇÃO

Com o advento das redes distribuídas e crescentes níveis de acessibilidade aos computadores pessoais e ambientes com comunicação mediada por computador (universidades, colégios, *lanhouses*, redes *wireless*), a necessidade de compartilhar arquivos digitais agregou outras formas de utilização da Internet como, por exemplo, redes P2P. Essa evolução tecnológica de diversos recursos fez com que o mantenedor ou proprietário da informação não somente publicasse conteúdo, mas pudesse interagir com seus leitores e usuários. Dentre os vários recursos e formatos disponíveis na Web destacaram-se as salas de discussão, os blogs e as páginas pessoais. Contudo, ainda é possível ressaltar a difusão, adesão e a crescente popularidade dos sistemas de comunicação Web que possibilitam a instituição de Redes Sociais mediadas por Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs).

Com a modernização dos modelos de telecomunicações é possível utilizar dispositivos móveis de comunicação (computadores portáteis e celulares, por exemplo), integrados a diversos tipos de sistemas de comunicação como os que são apresentados no Apêndice A. Paralela à evolução em telecomunicações e utilização da Internet, o acesso ao vídeo digital também se tornou tecnicamente uma realidade e apresenta necessidades vinculadas à interatividade com o usuário e diversas possibilidades de evolução e também integração com outras plataformas. Os expressivos números da Web (publicados pela Netcraft em 2009 e apresentados no Anexo 2 dessa dissertação), dentre os quais se destaca a informação de que 1 bilhão de vídeos são visualizados diariamente no *YouTube*, demonstram o potencial alcance de usuários que sistemas baseados em Internet possuem. Outro dado a ser ressaltado é o elevado percentual (superior a 80%) de usuários de vídeos on-line, assim como o percentual de usuários que referenciam vídeos baseados no sistema de distribuição de vídeos do *YouTube* em outros sistemas como, por exemplo, sites de blog. Ou seja, isso expressa um elevado interesse no compartilhamento de conteúdo de vídeo digital já publicado. Os números apresentados no Anexo 2, para a utilização de Sistemas de Redes Sociais (SRS) como o *Facebook* (350 milhões de usuários), assim como o número de

aplicativos integráveis a esta plataforma (500.000 aplicativos), também evidenciam a tendência de utilização integrada desses recursos disponíveis.

Isto ocorreu devido ao estágio da convergência computacional. Neste novo cenário tecnológico e convergente podem emergir ferramentas educativas e colaborativas pautadas numa proposta de distribuição que faça uso de vídeo digital de forma integrada a uma estrutura de Redes Sociais baseada em Internet, elemento que constitui o objeto de pesquisa do presente trabalho.

A partir disso, esta pesquisa tem como principal objetivo propor a utilização de técnicas computacionais de Inteligência Artificial na construção de um sistema para estimular a interatividade entre os usuários de Rede Social e aperfeiçoar a dinâmica diferenciada que contextualiza o uso de vídeo digital para educação a distância. A pesquisa pautou-se em modelar os principais recursos necessários aos Agentes Inteligentes, para estimular e facilitar a interação entre os usuários de uma Rede Social Educacional formada por usuários pertencentes a um mesmo contexto institucional. Esse contexto permitiu que o sistema fosse modelado para ser utilizado como uma ferramenta para que educadores possam compor e disponibilizar aos estudantes unidades instrucionais, utilizando vídeo digital, e permitir a interação para a discussão de conteúdos e resolução de questões e avaliações apresentadas. Essa estrutura foi complementada pela utilização de elementos da área de pesquisas de Sistemas Tutores Inteligentes.

A pesquisa pautou-se na hipótese de que um ambiente de aprendizado colaborativo baseado em sistema de rede social pode apresentar um maior nível de interação e colaboração entre os estudantes se o processo interativo for estimulado e mediado de forma automatizada e inteligente.

Como resultado dessa pesquisa, foi construído um sistema baseado em Agentes Inteligentes, contemplando algumas das funcionalidades essenciais para o processo de intermediação e favorecimento da interatividade entre os estudantes. O sistema construído opera em conjunto com um subsistema que disponibiliza um conjunto restrito de funcionalidades de um Sistema Tutor Inteligente e também é integrado a um ambiente de Sistema de Rede Social. Essa combinação na composição do projeto permitiu a investigação da aplicabilidade das técnicas de Inteligência Artificial e Análise de Redes Sociais numa mesma ferramenta educacional.

O presente trabalho é estruturado em cinco capítulos, de forma a apresentar não somente os principais conceitos que foram combinados para estabelecer os contornos do modelo proposto, como detalhar a aplicação desenvolvida. Neste sentido, o segundo capítulo apresenta as Redes Sociais, seu histórico e os conceitos matemáticos que fundamentam essa área de pesquisa.

O terceiro capítulo introduz o uso do vídeo digital em educação, apresentando um histórico dos projetos educativos que fizeram uso dessa mídia. De forma complementar, é apresentada uma seleção de trabalhos e pesquisas utilizando vídeo digital, destacando trabalhos efetuados principalmente em plataformas de TV Digital Interativa (TVDI) e Internet com o intuito de estabelecer um embasamento teórico para a proposta da pesquisa.

O quarto capítulo introduz os Agentes Inteligentes, apresentando diferentes características dessa área de pesquisas, como modelos de comportamento, classificação e arquiteturas. Em seguida é trabalhada uma breve introdução ao uso de Agentes Inteligentes na área de pesquisas de Sistemas Tutores Inteligentes para contextualizar o emprego dos Agentes Inteligentes nos processos educacionais.

O quinto capítulo apresenta um sistema multiagente, que combina Agentes Inteligentes e Redes Sociais, para estimular a interação e auxiliar estudantes no processo de aprendizado. Finalmente, o sexto capítulo conclui a pesquisa apresentando suas principais contribuições, bem como as perspectivas de continuidade de pesquisa em trabalhos futuros.

Estes elementos são complementados pelas referências bibliográficas, anexos e apêndice, apresentados no final do documento.

2 REDES SOCIAIS E COMUNIDADES VIRTUAIS

Este capítulo apresenta alguns dos conceitos que fundamentam as pesquisas em Redes Sociais, dentre os quais se destacam o aspecto relacional, o conceito de Capital Social, Ciberespaço e Comunicação Mediada por Computador, além de elementos teóricos provenientes da teoria matemática e computacional. A área de Análise de Redes Sociais, tem relevância neste trabalho por fornecer o ferramental teórico que foi utilizado para a elaboração de recursos que estruturam o tema central: combinação de elementos de Redes Sociais e Inteligência Artificial, utilizando vídeos digitais para Educação a Distância (EaD). Para contextualizar esses temas também são apresentados alguns recursos utilizados para interação entre os usuários de comunicação eletrônica e modelos de Redes Sociais baseados na Web.

2.1 REDES SOCIAIS: HISTÓRICO

Segundo Butts (2001) e Mika (2007), a pesquisa em redes sociais iniciou-se na década de 30. Em 1934, Jacob Moreno introduziu idéias e ferramentas de sociometria e, por volta de 1945, Alex Bavelas fundou no M.I.T. (*Massachusetts Institute of Technology*) um grupo chamado de *Group Networks Laboratory*.

A definição de Redes Social apresentada por Emirbayer et al (1994) apresenta o conceito como conjunto de relações ou ligações sociais entre um conjunto de atores, mas de forma mais contextualizada e atual, pode-se entender uma Rede Social como um agrupamento de indivíduos que possui um nível de interação e comunicação suficiente para compartilhar interesses comuns. Esses interesses ou objetivos comuns estabelecidos pelo grupo podem ser múltiplos, ocorrer com elevado grau de paralelismo e serem observados de maneiras distintas conforme os níveis de relacionamento, similaridade e distância que interconectam os indivíduos na rede.

Wasserman e Faust (1994) apresentam uma abordagem aprofundada de conceitos e métodos utilizados para o estudo dessas redes. Segundo estes autores as redes sociais (*Social Networks* – SN), podem ter objetivos definidos e restritos, ou interesses inicialmente estabelecidos de caráter profissional, afetivo, geográfico e sócio-ambiental, dentre outros.

Atualmente, pode-se observar em sistemas de redes sociais baseadas em ambiente Web, que comumente esses objetivos iniciais evoluem para novos interesses ou possuem desdobramentos que favorecem a manutenção da existência dos vínculos e a criação de nichos dentro da própria rede, expansão da rede ou mesmo a criação de novas redes.

Por exemplo, em uma rede composta de indivíduos que sejam pesquisadores na área de educação e que tenham o objetivo da troca de informação e colaboração em pesquisas, pode emergir o interesse comum por viagens ou música. Esses novos interesses podem ser comuns para uma parcela dessa população de indivíduos dentro da rede. A esse subgrupo dentro da rede com interesses locais, pode-se atribuir uma denominação mais específica de Comunidade. A própria rede social pode ser observada como uma Comunidade Primária ou Global, sendo um único grupo composto de todos os participantes da rede (MACHADO, 2005). A definição de Comunidade Primária é importante principalmente em redes que utilizam meios eletrônicos de comunicação e interação entre seus participantes. Isto porque o meio eletrônico permite a rápida criação de subgrupos e, nesse caso, a rede principal a que esses subgrupos pertencem é identificada como a Comunidade Primária.

A utilização de meios eletrônicos para interação com outros indivíduos dentro de uma rede social é atualmente a forma mais difundida. Porém, não é pioneira no conceito e nem única se comparada a outras tradicionais formas de interação e comunicação que reuniram, durante muitas décadas e séculos, indivíduos com o mesmo objetivo de interagir com outros do mesmo perfil, conhecimento ou interesse em um determinado domínio (MACHADO, 2005). A comunicação entre indivíduos para o compartilhamento de interesses criou subgrupos dentro das sociedades a partir das interconexões entre esses indivíduos com objetivos semelhantes. Exemplos desses grupos são os de posição política e movimentos sociais diversos, conforme apresentado abaixo (MARTELETO, 2001):

- Durante séculos em países onde a caça esportiva era uma prática comum, caçadores se associavam com o interesse de formar novos grupos de caça e trocar experiências;
- Na década de 50, com a chegada da televisão, familiares e vizinhos se reuniram com interesse na programação transmitida. Assim também aconteceu com o rádio. Ainda hoje, com a popularização deste tipo de aparelho é muito comum essa reunião em

dias de jogos de futebol, capítulos finais de telenovelas e outros eventos televisivos de popularidade;

- Muitas décadas antes do computador, ambientalistas se associaram em defesa da preservação de espécies, comunicando-se através de sistemas de correios tradicionais e expedições de exploração ecológica.

Em muitos casos, a associação entre um grupo de indivíduos favorece todo o grupo social e até indivíduos pertencentes a outras redes sociais, aparentemente sem ligação direta com a rede que gerou o benefício comum. Esse benefício comum é também conhecido como Capital Social (LIN, 2001) .

O conceito de Capital Social surgiu na área de economia e, atualmente, encontra-se incorporado a outros domínios como filosofia e sociologia. Este conceito define basicamente que uma rede de relacionamentos ou uma rede social possibilita o surgimento de capital, ou seja, permite a extração de valor intrínseco desses relacionamentos. Este capital seria observado a partir de fortalecimento e expansão da rede de relacionamentos (LIN, 2001). Ou seja, a premissa é que dada uma ferramenta ou organização que possa aumentar a produtividade de indivíduos, corporações ou comunidades, essa ferramenta gera benefício ou capital para a sociedade. Para exemplificar é possível considerar grupos de pesquisadores em medicina que trocam informações de forma organizada, educadores que aprimoram métodos conjuntamente e várias outras atividades que geram como resultado benefícios sociais, ou Capital Social.

Uma rede de relacionamentos pode promover crescimento socioeconômico, dependendo de como seus indivíduos se comunicam e se relacionam. Isso pode ser observado através das redes de colaboração.

Uma rede de colaboração (*Collaborative Network – CN*) é uma associação de indivíduos ou atores, organizados e empreendendo esforços e comunicação para atingir objetivos comuns. Nesse tipo de comunicação, a troca de informações pode ocorrer de um-para-todos e também um-para-um, de forma paralela e bidirecional. Desta forma, um usuário pode enviar informação para muitos usuários e recebê-las de um ou mais usuários simultaneamente. Pode-se exemplificar como rede de colaboração uma iniciativa

governamental de uma rede baseada em teleducação que utiliza diferentes recursos de mídia e comunicação eletrônica para a promoção de qualidade de vida. Nesse contexto, a melhoria na qualidade de vida pode ser considerada o objetivo comum para o qual os participantes da rede pretendem colaborar. A área de pesquisas que aborda os modelos e estuda os padrões que surgem desses tipos de redes de associação é conhecida como Análise de Redes Sociais.

2.2 ANÁLISE DE REDES SOCIAIS

Para o estabelecimento de um formalismo e padronização no estudo das redes sociais existe uma área de pesquisa denominada de análise de redes sociais (*Social Network Analysis* – *SNA*). As teorias abordadas para essa área de pesquisa, assim como o formalismo fornecido, servem de referência para o entendimento e diferenciação de conceitos como estrutura, fundamentos matemáticos e sistemas computacionais que suportam as redes sociais.

2.2.1 Estrutura de Redes Sociais

Para a análise de redes sociais, dentre os conceitos principais que definem uma rede social típica, a organização de sua estrutura é um dos mais relevantes e deve basicamente englobar: ator, atributo, laço relacional e relação. Uma abordagem mais detalhada e aprofundada de análise de redes sociais é apresentada por Wasserman e Faust (1994), que fundamenta os conceitos apresentados a seguir.

O ator pode ser apresentado em uma rede social de diferentes formas. Ele pode ser caracterizado, por exemplo, como um indivíduo, como um grupo ou uma nação – que é a junção de um grande número de atores sob regras comuns – e muitas outras representações de coletividade de ator, que individualmente é o elemento indivisível da rede social (Figura 1).

$$\left\{ \text{🧑} \right\} = \text{Ator/Indivíduo, o elemento indivisível}$$

Figura 1 - Ator, o elemento base da Rede Social

$$\left\{ \left\{ \text{🧑}, \text{🧑} \right\}, \left\{ \text{🧑}, \text{🧑} \right\}, \left\{ \text{🧑}, \text{🧑} \right\}, \dots \right\} = \text{Grupo, Comunidade, Nação, etc.}$$

Figura 2 - Agrupamentos de Atores, formando um novo tipo na Rede Social

A Figura 1 representa o Ator, e a Figura 2 exemplifica algumas das possíveis formações de conjuntos de atores; essas representações são definidas de acordo com o domínio em estudo, variáveis e pesos envolvidos neste.

Para um Ator inserido na rede social, pode-se afirmar que há um conjunto de características que tipificam seus comportamentos e objetivos, exercendo influência também na conectividade desse ator dentro da rede. Estas características são chamadas de atributos do ator. Assim como os atores podem ser observados de diferentes níveis, os atributos podem pertencer ao subgrupo, às organizações, e demais coletividades. Os Atributos de um Grupo ou de um Indivíduo são definidos em função do contexto em que o Ator é observado e também da natureza das relações sociais que o Ator se apresenta. Por exemplo, para um Ator observado em um contexto educacional, um Atributo a ser considerado é o grau de instrução. Para um Ator, é possível haver mais de um conjunto de Atributos dentro de uma mesma análise (Figura 3).

$$\text{🧑} = \left\{ \text{Idade, Escolaridade, Altura, Peso, Profissão} \right\}$$

Figura 3. Exemplos de Atributos que caracterizam o Ator

A Figura 3 exemplifica um ator com múltiplos atributos, como características físicas e dados socioeconômicos.

Já o laço relacional (*relational tie*) estabelece a ligação entre os pares de atores, e pode ser de diferentes tipos. A lista a seguir apresenta alguns dos tipos mais comuns e exemplos desses Laços Relacionais:

- *Avaliação Individual*: amizade, respeito.
- *Transação de recursos materiais*: compra e venda.
- *Transferência de recursos não materiais*: comunicação, envio e recebimento de informação.
- *Movimento*: deslocamento de pessoas, migração e troca de lugares.
- *Familiar*: casamento e descendência.
- *Física*: Pontes, rios, estradas e conceitos geográficos ligando dois pontos.

O conceito de relação na rede social é definido pelo conjunto de todos os laços relacionais que obedecem ao mesmo critério de ligação dado um conjunto de atores. Por exemplo, o laço relacional de avaliação individual que seja caracterizado como amizade entre alunos de uma classe, é uma relação. As relações apresentam, dentre suas propriedades, duas que se destacam nas pesquisas e que definem os métodos de análise de dados de uma rede social: Direcionamento e Valoração.

A Valoração é determinada pela ausência ou presença de valor; caso apresente valor, pode possuir valores contínuos e discretos (numéricos, textuais, simbólicos, etc.).

O conceito de direcionamento de mensagens pode ser utilizado para especificar se o ator envolvido no processo comunicacional é transmissor ou receptor da mensagem, sendo que possibilita, por exemplo, uma análise do fluxo informacional envolvido. Podem também ser não-direcionais que é a situação onde um ator é ao mesmo tempo transmissor e receptor, ou seja, em que ocorre uma relação de reciprocidade.

A Figura 4 refere-se um grupo de atores com laços direcionais. No exemplo, um dos atores apresenta um comportamento direcional de receptor puro. Um exemplo de receptor/emissor puro numa rede social pode ser observado pelo exemplo do Ator participante em uma rede de distribuição de informações como o *Twitter*, em que como receptor puro ele somente receba informações sem enviar nenhuma mensagem para seus links, ou atuar apenas como emissor enviando informação sem receber mensagens de nenhum outro usuário. A direcionalidade pode ser empregada com uma forma de mensurar a participação de um determinado usuário no processo interativo.

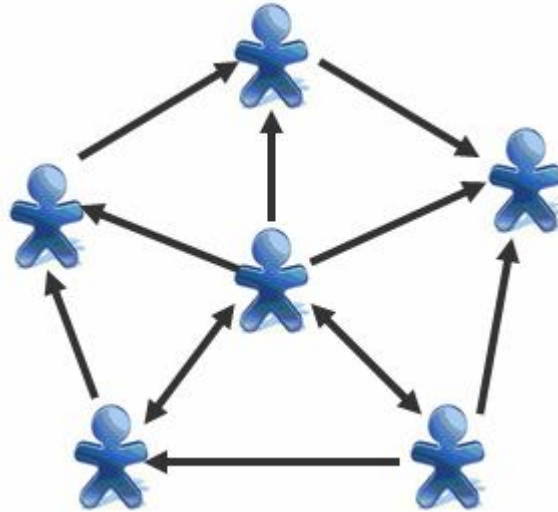


Figura 4. Grupo de Atores com Laços Relacionais

A partir da definição da estrutura mínima de uma rede social e suas propriedades, (WASSERMAN; FAUST, 1994) pode-se conceituá-la como um conjunto finito de atores e suas variações de agrupamento e as relações existentes nesse conjunto. Para as relações é dada uma importância central em qualquer estudo sobre dados de redes sociais, e a forma como os dados que descrevem essas relações são estruturados, reflete diretamente nas técnicas de pesquisa e extração de informações dentro das redes sociais.

Na busca por informações em redes sociais, os dados da rede referem-se a conjuntos de variáveis determinadas de acordo com o domínio de estudo da rede social. A definição desse domínio frequentemente determina também quais técnicas são mais apropriadas para a análise das variáveis.

A composição dessas variáveis pode ainda ser definida por variáveis estruturais ou variáveis de composição. As variáveis estruturais modelam laços específicos entre um par de atores, ou seja, estabelecem a base relacional mínima para esse par. Por exemplo, a base relacional de transações financeiras entre dois atores contém variáveis que refletem valores envolvidos na transação, volume de mercadorias ou serviços, etc. As variáveis de composição especificam atributos dos atores quando são observados individualmente e que pertencem a uma elevada variedade de domínios, como sociais, comportamentais, localização geográfica e gênero, por exemplo. Dada a complexidade e diversidade de atributos que podem estar presentes na análise de uma rede social, alguns fundamentos

matemáticos e computacionais costumam ser empregados como ferramenta para o processo de análise.

2.2.2 Sistemas de Redes Sociais

O termo redes sociais tem sido comumente utilizado na esfera cultural e mídia jornalística como sinônimo de Sistemas de Redes Sociais (SNS).

Porém, uma diferenciação é necessária entre um sistema de redes sociais e redes sociais. O primeiro é uma ferramenta para que as redes sociais possam ser difundidas e tenham a interação entre seus participantes favorecida. Para as redes sociais um indivíduo é um ator, e para um sistema de redes sociais o mesmo é um usuário. Partindo dessa premissa, pode-se afirmar que as redes sociais podem utilizar um ou mais mecanismos computacionais, ou seja, sistemas de redes sociais. Por exemplo, redes sociais formadas por acadêmicos podem utilizar tanto um sistema como organizar um encontro ou congresso para que seus participantes possam interagir e trocar informações. As Comunidades Virtuais também possuem diferença nos conceitos e sistemas que as implementam. A Comunidade Virtual, assim como sua implementação, não exige a existência de conexões diretas entre os indivíduos que a compõe, diferentemente das redes sociais que tem a relação entre seus atores como uma das suas principais características (RHEINGOLD, 2000).

Se observada a evolução que as relações podem atingir, mesmo que estabelecidas inicialmente através do sistema, percebe-se que o sistema não constitui a fronteira da rede para o usuário. Isso pode ocorrer quando há um processo de migração dos usuários para outros sistemas com funcionalidades que sejam aparentemente superiores à do sistema anteriormente utilizado ou que tenham recursos, interface e navegabilidade mais amigáveis, ou ainda que sejam mais abrangentes ou específicos em relação ao interesse que o usuário possui.

Este tipo de evento migratório é inerente ao processo evolutivo da tecnologia. Ocorreu, por exemplo, com a rede de comunicação instantânea *ICQ* da qual um grande número de usuários migrou para o *Microsoft Messenger* e outros como *Yahoo Messenger*, por estes possuírem uma integração com e-mail que era um recurso inexistente no *ICQ*, o que justifica porque alguns mais populares sistemas de redes sociais disponíveis na web,

possuírem integração com comunicadores e e-mail (DA ROCHA, 2008). Porém essa integração não é o único fator de decisão para a adesão de usuários a um determinado sistema de rede social. Fatores como especificidade de informações que podem ser disponibilizadas e o quanto o sistema se aproxima do domínio que estabelece os contornos dos laços sociais de seus participantes também são considerados. Analisando esses fatores, pode-se considerar que além das funcionalidades do sistema de rede social, o dispositivo e interface de acesso ao sistema podem ser fatores relevantes para adesão dos usuários. Usuários que tem preferência e familiaridade com o dispositivo de TVDI ou dispositivos móveis, podem preferir acessar os sistemas de redes sociais através desses dispositivos. Pode-se concluir que os indivíduos que compartilham de interesses comuns e pertencem a uma rede social, farão uso de qualquer que seja a tecnologia disponível e que apresente os meios adequados para a sua interação na rede.

O significativo número de sistemas de redes sociais atualmente disponíveis e ainda crescentes demonstra esse contexto. O Anexo 1, lista 120 dos sistemas atualmente mais difundidos.

Os sistemas de redes sociais que tiveram ampla adesão dos usuários de Internet compartilham algumas características, sendo as mais comuns:

- Permitem que o usuário publique fotos e outros arquivos.
- Disponibilizam um serviço de mensagens próprio, com parametrização de visibilidade das mensagens para outros usuários.
- Notificam usuários não diretamente conectados sobre vínculos em comum (pessoas, interesses, comunidades, etc.).
- Permitem que o usuário participe ou forme seu próprio subgrupo dentro da rede, com funcionalidades administrativas para o grupo criado.

Exemplos desse tipo de redes sociais são o *Orkut*, *Myspace*, *Facebook* e *Flickr*. Nessas redes, com objetivos ligeiramente distintos, observa-se uma convergência entre recursos. Por exemplo, para o *Orkut*, há uma integração com o serviço de e-mail que pertence à mesma companhia provedora do serviço (Figura 5).



Figura 5. Sistema de Rede Social Orkut, com integração ao serviço de e-mail
 Fonte: <http://www.orkut.com>

A Figura 5 exibe a tela de login da rede social Orkut que utiliza operação de identificação do participante integrada ao serviço de e-mail. No *Myspace* e *Facebook* também há uma integração semelhante, assim como a disponibilidade dos mesmos recursos mais comuns citados.

A Figura 6 exemplifica os recursos de aviso de mensagens e pesquisa de outros usuários para a rede social *Facebook*, uma das mais populares redes utilizadas devido ao serviço de mensagens também integrado ao e-mail dos usuários, dentre outros recursos.



Figura 6. Sistema de Rede Social com serviço de mensagens
 Fonte: <http://www.facebook.com>

Se observados do ponto de vista técnico, os sistemas de rede sociais atualmente são combinações de diversos outros serviços tipo CMC como *Chat*, *E-mail*, *Fórum*, *Comunicação Instantânea*, *Páginas Pessoais* e, em alguns casos, *Sistema De Mundo Virtual*. Alguns aprimoramentos sobre esses serviços estão presentes nas implementações de redes sociais, como, por exemplo, serviços de troca de mensagens de forma assíncrona e também anônima. Diferentemente dos serviços Lista de Discussão, usuários de uma rede social podem enviar mensagens para um grande número de receptores através de mensagens anônimas enviadas para agrupamentos dentro das redes, comumente denominados simplesmente de Comunidades. Geralmente, usuários de rede social podem criar agrupamentos de indivíduos com quem tem interesse em estabelecer comunicação e também definir os padrões (direcionalidade de comunicação, por exemplo) de relacionamento com esses indivíduos na rede.

A Análise de Redes Sociais pauta-se no pressuposto de que os padrões de relacionamento que emergem entre os indivíduos da rede influenciam significativamente a vida desses indivíduos, assim como é fator relevante para o sucesso da sociedade a qual pertencem esses indivíduos (MARTELETO, 2001). Nessa área de pesquisa, direcionada para o estudo das relações existentes entre os indivíduos que compõem as redes sociais, são utilizados diversos fundamentos matemáticos e computacionais que possibilitam a estratificação de informações e estudos envolvendo as conexões existentes numa determinada estrutura de redes sociais.

2.2.3 Fundamentos Matemáticos e Computacionais

A seguir é apresentado um conjunto de teorias e denominações relevantes para o entendimento de alguns dos conceitos que relacionam as redes sociais com fundamentos matemáticos e computacionais e que fornecem o formalismo e modelos adequados nas pesquisas que envolvem a análise de redes sociais. Deste conjunto de teorias é dado um enfoque a representação para a conectividade e informação comumente usada, que é a utilização de Matrizes e os Grafos.

Teoria dos Grafos

Freeman (1979) destaca em seu trabalho que um grafo consiste de um conjunto de pontos e um conjunto de linhas ou arestas ligando pares de pontos. Havendo uma ligação direta entre dois pontos por uma linha, então estes dois pontos são chamados adjacentes.

Matemáticos utilizam um formalismo da Teoria de Grafos, podendo chamar a formação de vértices e arestas de *Grafos Direcionados*, *Dígrafos*, *Grafos Não-direcionados*, *Hipergrafos/Pseudografo*, *Grafos Simples*, *Grafos Nulos*, *Grafos Completos*, *Multigrafos*, *Grafos Vazios*, *Triviais*, *Grafos Regulares*, *Grafos Planares*, *Grafos Bipartidos*, dentre outros . Os grafos são utilizados para representação de redes sociais porque podem fornecer um formalismo não somente matemático, mas também um vocabulário para padronização e representação de propriedades de uma rede social (FREEMAN, 1979). O formalismo matemático que a teoria de grafos fornece é apresentado através de operações que podem ser realizadas para quantificar e mensurar as propriedades de uma rede social, como proximidade e distância por exemplo. Um grafo simples é representado por

$$G = (V, E)$$

Sendo este um conjunto não vazio V de pontos chamados **vértices** (ou nós), onde V é formado pelo conjunto de nós n ;

$$V = \{n_1, n_2, \dots, n_g\}$$

que podem ser conectados por um conjunto E de linhas, chamadas de **arestas** (ou arcos), representado por e ;

$$E = \{e_1, e_2, \dots, e_g\}$$

Dependendo do domínio em estudo, as arestas podem ou não ser direcionadas, assim como pode ser permitido ou não arestas ligarem um vértice a ele próprio e vértices e/ou arestas podem ter um peso numérico associado. Há diversos tipos de grafos, assim como

representações e formulações específicas para cada tipo. O número de vértices e arestas é denotado por $|V|$ e $|E|$ respectivamente. A Figura 7 exemplifica possíveis formações de grafos, onde a primeira formação apresenta $|V| = 6$ e $|E|=7$.

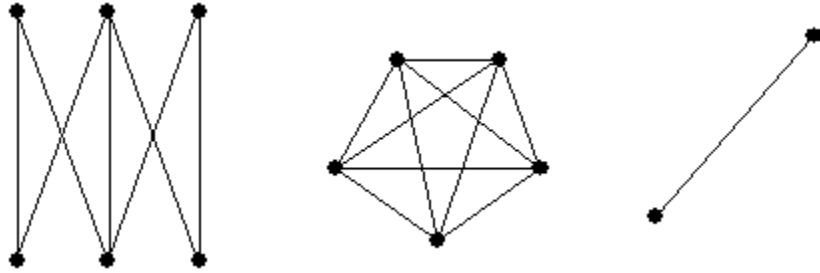


Figura 7. Exemplos de formações de Grafos.

No caso de dígrafo, cada aresta é um par de vértices a partir de V e possui representação de aresta como

$$\{v_i, v_j\} \neq \{v_j, v_i\}$$

difere de um grafo simples (não direcionado) por este possuir a formação de aresta de modo que:

$$\{v_i, v_j\} = \{v_j, v_i\}$$

que observado do ponto de vista de direcionalidade numa rede social, não apresenta influência da direção em que a relação é exercida.

Em um grafo não direcionado, o grau do vértice ou grau do nó (*nodal degree*), é denotado por

$$d(n_i)$$

que é o número de arestas em um nó, ou seja, o número de nós diretamente conectados a ele. Para uma Rede Social, o número de conexões diretas de um determinado nó pode ser interpretado como o número de relações que esse nó possui. O grau de um nó pode variar de 0, caso no qual o nó é isolado, até

$$g - 1$$

que é o caso em que o nó está em contato com todos os demais nós do grafo. No caso de um grafo direcionado, define-se o grau de entrada (*indegree*) como

$$d_I(n_i)$$

e o grau de saída (*outdegree*), como

$$d_O(n_i)$$

isto dependendo da direção dos arcos que chegam ou partem do nó.

De maneira simples, observando a aplicação das teorias de grafos para a análise de redes sociais e, mais especificamente, comparando a estrutura de um grafo com a estrutura de uma rede social, para uma rede social um ator pode ser interpretado como um vértice de um grafo, assim como as suas conexões ou relações podem ser representadas pelas arestas existentes e que interconectam esse vértice aos outros vértices no grafo. Diversos problemas como Representação de Grafos, Percursos em Grafos, Caminhos mais Curtos, Detecção de Ciclos, Conectividade e também algoritmos como Kruskal, Boruvka, Dijkstra entre outros, podem ser trabalhados e aplicados na análise de redes sociais. Drozdek (2002) detalha alguns desses algoritmos que podem ser úteis para pesquisas dentro de uma rede social. Outros modelos são úteis para medidas de distância na rede, que são importantes para mensurar quanto um vértice está distante de outro. Um modelo significativo para a medida de distância entre dois vértices num dado grafo é a *distância geodésica*.

O diâmetro entre dois vértices num grafo é o menor caminho entre esses dois vértices, obtido pelo menor número de arestas (laços relacionais) entre eles, ou caminho direcionado no caso de dígrafos, o que estabelece a distância geodésica. Caso não exista tal

caminho a distância pode ser considerada indefinida ou infinita. Dada essa definição, o *Diâmetro de um Grafo* é a geodésica mais longa entre dois vértices. Um exemplo de aplicação prática para essa medida num sistema de redes sociais é a definição dos Atores que podem ser elementos intermediários entre um Ator para o qual se objetiva relação.

Além de medidas de distância, é possível definir algumas medidas de importância para um determinado nó na rede, como *Grau de Centralidade*, *Grau de Proximidade* e *Grau de Intermediação* que mostram a posição de cada nó dentro da rede em relação a outros nós. Segundo o trabalho de Gómez et. al (2003), essas medidas de centralidade indicam, através da quantidade de laços relacionais, a influência exercida pelo individuo numa rede social. O *grau de centralidade* para um nó é obtido por:

$$C_D(n_i) = d(n_i)$$

Ou seja, é o próprio grau do nó e pode ser normalizado a fim de ter um valor entre 0 e 1 e permitir a comparação entre nós de redes diferentes, dividindo-se o grau do nó pelo grau máximo que um nó pode ter, ou seja o número de nós no grafo menos 1 (o próprio nó), chegando-se a:

$$C'_D(n_i) = \frac{d(n_i)}{g - 1}$$

sendo que,

$$0 \leq C'_D(n_i) \leq 1$$

O grau de proximidade de um nó mede o quanto o nó que representa o ator está próximo de todos os demais nós da rede. Segundo Freeman (1979), apresenta uma relevante propriedade para análises de redes sociais, caracterizado pelo conceito de centralidade do nó. Os trabalhos de Scott (2000), Freeman (1979) e Wasserman e Faust (1994) abordam com

mais detalhes os diferentes tipos de centralidade, comumente indicando a influencia de um determinado ator na rede, sendo que a *Centralidade de Proximidade* é uma das medidas mais usadas porque indica o caminho que ele precisa percorrer para acessar outros atores da rede. Para calcular a *Centralidade de Proximidade* soma-se a distância geodésica do nó em relação a todos os demais nós do grafo e depois se inverte, uma vez que quanto maior a distância, menor a proximidade. O que pode ser descrito por:

$$C_C(n_i) = \left[\sum_{j=1}^g d(n_i, n_j) \right]^{-1}$$

Para a que seja feita a normalização do índice, que consiste em manter o índice entre 0 e 1 pode-se multiplicar

$$C_C(n_i) \cdot (g - 1)$$

que equivale a formulação

$$C'_C(n_i) = \frac{(g - 1)}{\left[\sum_{j=1}^g d(n_i, n_j) \right]} = (g - 1)C_C(n_i)$$

O *Grau de Intermediação* verifica quanto um determinado nó está no caminho geodésico entre outros nós, indicando sua influência de atuação como um vínculo entre outros nós da rede. Sendo g_{jk} o número de caminhos geodésicos mais curtos e de mesmo tamanho, que ligam os nós j e k , e $g_{jk}(n_i)$ o número de tais caminhos, no total de g_{jk} , que passa pelo nó n_i , o índice de *Centralidade de Intermediação* segue o modelo

$$C_B(n_i) = \sum_{j < k} \frac{g_{jk}(n_i)}{g_{jk}}$$

que mede para um determinado nó n_i , a soma de probabilidades de o mesmo estar no caminho geodésico entre todos os demais nós do grafo. Este índice pode ser normalizado e para isso basta dividi-lo pelo seu máximo possível (número de pares de nós no grafo que não incluem n_i), ou seja,

$$(g - 1)(g - 2) / 2$$

que leva ao índice de centralidade de intermediação por ator que é dado por

$$C'_B(n_i) = \frac{C_B(n_i)}{(g - 1)(g - 2) / 2}$$

O conceito de centralidade é comumente utilizado para avaliação de atores individuais, porém também pode ser usado para a avaliação de grupos. Segundo Carrington (2005), as pesquisas em análise de redes sociais relacionadas à questão da centralidade de grupos são relevantes porque buscam avaliar, por exemplo, o grau de importância que um determinado grupo possui dentro de uma empresa, ou a influência exercida por grupos étnicos se comparados a outros dentro de uma sociedade.

Apesar da Teoria de Grafos ser aplicada para estudos envolvendo análise de redes sociais, sua utilização através de formulações e cálculos é comumente complementada por softwares de visualização que contém esses modelos e permitem uma análise e extração de imagens de grafos a partir de propriedades da rede. A Figura 8 exemplifica um grafo com base nas conexões entre alguns usuários da rede Flickr (<http://www.flickr.com>), que é uma rede social com objetivo de compartilhamento de fotos. Nesta figura pode-se observar que no grupo surgem alguns atores que apresentam uma concentração de vínculos se comparados com outros atores do grupo. Considerando a formação obtida das relações neste exemplo,

pode-se facilmente identificar quais são os indivíduos que *concentram* maior número laços relacionais.

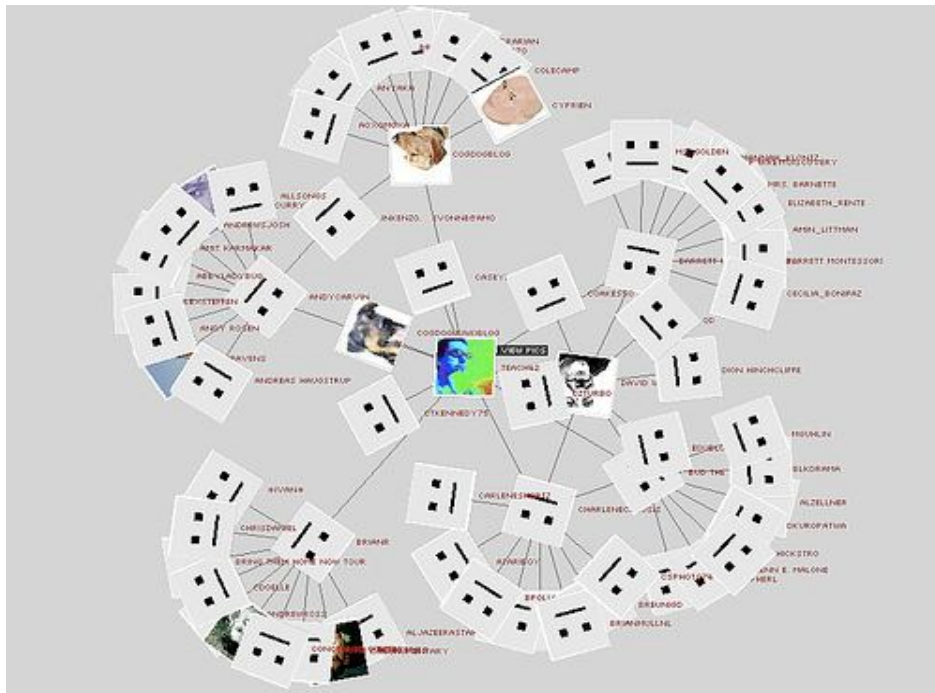


Figura 8. Grafo com conexões de usuários da rede de compartilhamento Flickr.
Fonte: <http://www.flickr.com/photos/eskimoblood/2111672364>

Para esse tipo de grafo é possível identificar quais são os vínculos estabelecidos entre os componentes do grupo, devido ao reduzido número de nós para visualização. Em casos semelhantes, a exploração visual de redes sociais através de grafos permite leitura e interpretação claras.

Portanto, a visualização dos grafos é útil para apresentar as redes sociais e também a identificação de padrões, mas podem também se tornar complexos e dificultar a leitura se utilizados com um número elevado de vértices e conexões. As Figuras 9, 10 e 11 exemplificam esse cenário.

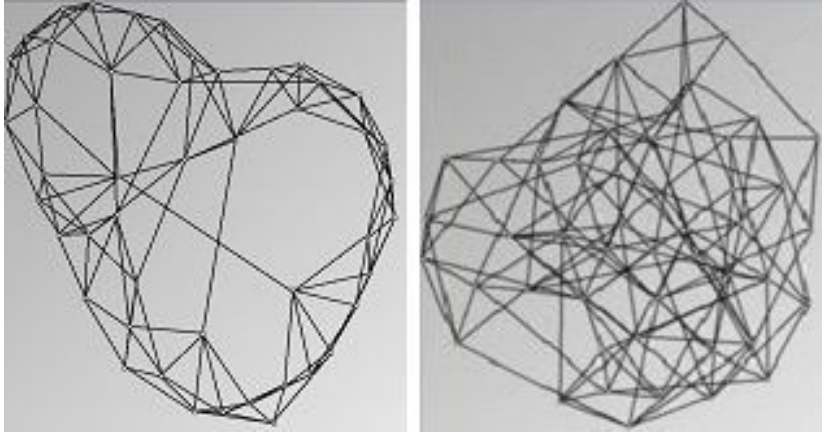


Figura 9. Exemplo de Grafos com número de conexões inferior a 100

Fonte: <http://www.infovis-wiki.net>

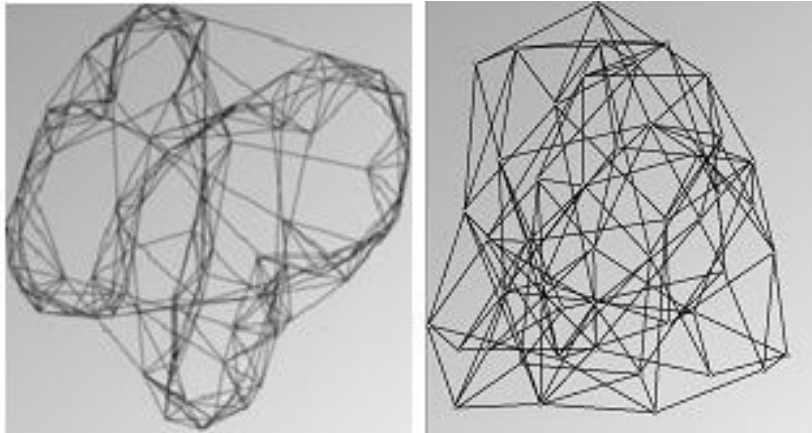


Figura 10. Exemplo de Grafos com número de conexões superior a 100

Fonte: <http://www.infovis-wiki.net>

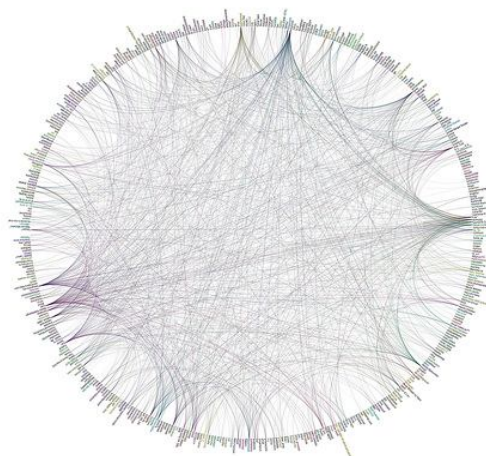


Figura 11. Grafo gerado com usuários do site Flickr.

Fonte: <http://www.flickr.com/photos/eskimoblood/2111672366/>

Nas figuras 9 e 10 são apresentados exemplos de grafos com quantidades semelhantes de nós, mas com um número maior de conexões entre eles, tornando mais complexa a tarefa de mapeamento dos nós que concentram maior quantidade de laços relacionais. A Figura 11, que é uma representação das interconexões dentro da mesma rede Flickr apresentada na Figura 9, porém com um número muito maior de usuários apresentados no mesmo grafo, demonstra a dificuldade de quantificar as conexões entre todos os nós quando há um grande número de nós e conexões no mesmo grafo.

Para esses casos, é possível a utilização de matrizes para representação de uma rede social. Com a representação por matrizes, uma análise sobre uma rede social pode ser mais adequada, visto que através de matrizes é possível a realização de operações matemáticas para a sumarização dos dados da rede e identificação de padrões através de procedimentos computacionais como, por exemplo, permutações que tem utilidade no estudo de subgrupos-coesos (WASSERMAN; FAUST, 1994).

Matrizes

As Matrizes utilizadas nas pesquisas em análise de redes sociais são comumente matrizes quadráticas, ou seja, contém o mesmo número de linhas e colunas. Obviamente esta forma de utilização de matrizes pode variar de acordo com o domínio em que a rede social é observada, podendo-se gerar também com muita frequência matrizes retangulares.

Ocasionalmente, algumas matrizes empregadas em análise de redes sociais poderão ser apresentadas na forma tridimensional, caso em que uma visão multidimensional possibilita observar múltiplos atributos relacionais em uma mesma análise. Por exemplo, para uma matriz multidimensional combinando informações da participação dos atores em uma atividade colaborativa, um mesmo grupo de atores pode ter em uma dimensão a sumarização do número de mensagens enviadas/recebidas durante a atividade, e em outra dimensão os desempenhos obtidos ao longo da atividade.

A forma mais comum de representação de uma rede social com matriz é pela utilização de uma matriz quadrada com uma quantidade equivalente de células à quantidade de pares de atores. Nesse caso, os elementos ou valores contidos em cada célula da matriz armazenam informações e/ou propriedades sobre os laços existentes entre os pares de atores. Exemplos dessas propriedades podem ser a quantidade de mensagens recebidas e enviadas pelo ator.

A matriz mais comum e com forma mais simples para representação dos laços existentes entre os atores é a chamada matriz de adjacência, que recebe esse nome por definir basicamente quais atores são próximos ou conectados a um determinado ator, no espaço social dado. É caracterizada por uma matriz contendo informação do tipo binária (0 ou 1) indicando basicamente se há existência de laço entre um determinado par de atores. Se há laço para esse par de atores, o valor é preenchido com 1, caso contrário será 0. Esse tipo de matriz pode ser considerado o nível básico de análise de uma rede social observada a partir de matrizes. A matriz de adjacência pode também ter representação valorada.

Para uma rede social, uma matriz de adjacência pode ser simétrica ou assimétrica, assim como a distância social pode também ser simétrica ou assimétrica. Para que seja possível compreender esse universo é apresentado um exemplo abaixo (Figura 12):

	A	B	C	D
A	-	1	1	0
B	0	-	1	0
C	1	1	-	1
D	0	0	1	-

Figura 12. Exemplo de Matriz

Observando a Figura 12, se A e B fossem amigos, então eles compartilhariam uma relação de proximidade idêntica e o conteúdo binário para a célula $X_{i,j}$ (i representando índice da linha e j o índice da coluna) seria o mesmo que $X_{j,i}$ para os dois. Porém, uma análise da distância social utilizando uma matriz pode apresentar características que possibilitariam identificar que, no caso das relações exemplificadas acima, A deseja compartilhar uma relação de amizade com B, que por sua vez não tem o mesmo intuito de A. Pode-se observar isso na matriz, através do conteúdo que representa o laço de A para B com valor 1 enquanto o que representa o inverso está com valor 0. Este é um exemplo de matriz

assimétrica. Por definição, em uma matriz direcionada o emissor do laço é representado pela linha, e o destinatário do laço representado pela coluna. Os conceitos de direcionalidade, comunicação simétrica e assimétrica são importantes porque caracterizam diferentes modelos de comunicação utilizados em diversos sistemas de Comunicação Mediada por Computador (descritos no Apêndice A), inclusive sistemas de Redes Sociais.

Os conceitos que fundamentam a estrutura de Redes Sociais, assim como as teorias utilizadas em Análise de Redes Sociais, são relevantes para suportar a elaboração de modelos e ferramentas voltados para comunicação e interação em grupo, principalmente os modelos baseados em redes sociais e suportados por tecnologias computacionais. Modelos desenvolvidos com essa abordagem podem ter aplicabilidade em diversas áreas, inclusive para pesquisas em Educação a Distância.

3 USO DO VIDEO DIGITAL EM EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

Os trabalhos de Evans, Haughey e Murphy (2008) e Faria (2006), abordam de maneira detalhada os conceitos de EAD que podem-se caracterizar pelo processo de ensino-aprendizagem, mediados por métodos e tecnologias, onde educadores e alunos estão separados geograficamente e/ou temporalmente. Apesar da separação física educadores e alunos se comunicam ou permanecem interconectados por tecnologias, principalmente as telemáticas, como a Internet. Também pode se utilizar diversos outros formatos de comunicação como o correio, o rádio, a televisão, o vídeo, distribuição de mídias como CD-ROM, o telefone, fax e outras tecnologias semelhantes. Dentre essas tecnologias, o emprego do vídeo digital é de especial interesse para o modelo proposto neste trabalho.

No final da década de 90, com o crescente do número de usuários de provedores de conexão de Internet de alta velocidade, o acesso ao vídeo digital tornou-se um dos mais populares recursos empregados na publicação de conteúdo digital. Atualmente serviços nas mais variadas modalidades, que são baseados em Internet, incorporam o recurso de distribuição de vídeo, seja no formato conhecido como *streaming*, onde o usuário tem a possibilidade de assistir o vídeo enquanto a transferência é efetuada e a conexão com o provedor de Internet se mantém ativa, ou através de arquivos disponibilizados para transferência para o computador, que podem ser armazenados localmente pelo usuário e visualizados sem a necessidade de manter ativa a conexão com o provedor.

Com a definição de padrões tecnológicos para o sistema de TV Digital Interativa Brasileiro em 2006, novas perspectivas surgem ao observar essa nova plataforma de maneira integrada e convergente às tecnologias já estabelecidas, como os padrões de comunicação de Internet e a produção de aplicações de software portáteis e/ou integrados à diferentes arquiteturas tecnológicas. Nesse contexto destaca-se as possibilidades de aplicação complementar e integrada dessas duas tecnologias que utilizam vídeo digital, para Educação a Distância (EAD). Para estabelecer o contorno dessa proposta, considera-se o trabalho elaborado por Takahashi (2000), que indica que apesar do PC ser ainda o dispositivo de acesso a Internet mais comumente usado, este ainda possui preço elevado se comparado com a renda média brasileira e, características de interface e outras complexidades que o tornam

inadequado para uma grande parcela da população, e aponta que modelos baseados na integração de TV e Internet tem grande potencial para solução deste problema.

Partindo dessa abordagem, pode-se considerar uma mudança no conceito de TV como um dispositivo isolado e não conectado a outras tecnologias. A TV passa a apresentar novas possibilidades de configurações, formatos, tamanhos e, provavelmente, a incorporação de recursos e interfaces já existentes nos PCs, mas de forma otimizada, simplificada e de menor custo. Ainda no trabalho de Takahashi (2000), é apontada como sendo uma provável alternativa ao PC, o dispositivo conhecido como set-up box, que é utilizado como receptor e na decodificação de sinais de transmissões de sinal via cabo/satélite, porém, também modificado e agregando recursos para facilitar a utilização pelos usuários na nova plataforma de TVDI. Do ponto de vista de usuários de tecnologia de informação com perfil avançado, esse dispositivo pode ser encarado como um tipo de monitor sofisticado e com diferente formato. Para os usuários não acostumados as interfaces do PC, esse seria um novo tipo de TV. Considerando essa abordagem do uso de TVDI como um dispositivo de inclusão digital integrado a outras tecnologias e mais acessível do ponto de vista socioeconômico, pode-se considerar que o emprego do uso do vídeo digital como ferramenta educacional continuará exercendo uma importante função como ferramenta no processo de EAD, independente do meio pelo qual seja distribuído. Seja através de computadores pessoais convencionais com conexão à Internet, ou outra forma de distribuição de conteúdo digital. Na literatura pode-se encontrar referências sobre projetos que se basearam na abordagem do uso de vídeo como ferramenta de educação a distância sendo que, a seguir, são destacados alguns dos projetos que utilizaram a plataforma de TVDI e outros que são baseados em Internet.

3.1 TV DIGITAL INTERATIVA COMO FERRAMENTA DE EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA

3.1.1 TV Como Ferramenta Educacional: Breve Histórico

Iniciativas utilizando a TV como ferramenta de EAD no Brasil surgiram na década de 50, segundo dados disponíveis no site ABMES (Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino Superior). Outros projetos utilizando a TV como plataforma educativa, como o

Telecurso 2º Grau lançado em 1978, produzido em convênio formado pela Fundação Roberto Marinho e a Fundação Padre Anchieta, que era mantenedora da TV Cultura de São Paulo. Em 1981, outro convênio formado pela Fundação Roberto Marinho e a Fundação Bradesco lançou o projeto Telecurso 1º Grau, destinado ao ensino primário que a época correspondia às quatro últimas séries do Ensino Fundamental, com o apoio do MEC e da Universidade Federal de Brasília.

Em 1994, uma nova proposta foi lançada como Telecurso 2000. Na época de lançamento do projeto, segundo dados da Fundação Roberto Marinho (<http://www.frm.org.br/>), o país possuía uma população de aproximadamente 150 milhões de habitantes com 66 milhões em idade superior a 15 anos e escolaridade inferior a 5ª série do Ensino Fundamental. Juntamente com a baixa escolaridade apresentada para quase 44% da população, um outro levantamento mostrava que 80% dos domicílios possuíam aparelhos de televisão. Outro levantamento, apresentado no trabalho de Takahashi (2000) apontava que em 1997 percentual estava em 86%. Ou seja, o número de usuários e alcance relevantes para transmissão de conteúdo educacional estava em crescimento.

Diversos outros projetos dão respaldo a essa perspectiva. Dentre estes destacam-se os canais de transmissão que foram elaborados com objetivo de transmissão de conteúdo não apenas de entretenimento mas educativo: TVE – TV Educativa da Fundação Roque Pinto do MEC, TV Cultura da Fundação Padre Anchieta de São Paulo, Canal Futura das Organizações Globo de Televisão.

3.1.2 TV Digital Interativa e Propostas Educacionais

Propostas educacionais baseadas na utilização de vídeo no ambiente de TV Digital Interativa podem ser encontradas no trabalho de Tavares, Santos e Assis (2007), que abordam experiências com um projeto piloto para um sistema voltado à educação infantil, assim como no trabalho de Amaral et al. (2004) que introduz um projeto de sistema de suporte ao professor, na sala de aula. Aspectos pedagógicos como a utilização de vídeos educacionais em TVDI combinados a jogos educativos foi apresentada em Silva, Sadzevicius e Mateus (2008). Questões de usabilidade no ambiente de TVDI, importantes do ponto de vista de EAD, são abordadas por Médola e Teixeira (2007) e também por Waisman (2007). O

documento de Fiorentini e Carneiro (2001) descreve a linguagem de vídeo como sintética, ou seja, podendo apresentar em curto intervalo de tempo a combinação de imagens, sons, fala e textos curtos para transmissão de informações complexas, e faz comparativo com a transmissão verbal e puramente textual que tornaria essas mesmas informações pouco atraentes e abstratas.

Assim como a dinâmica do uso de vídeo digital é diferenciada e facilita a transmissão de conteúdo, pode-se entender como uma provável plataforma facilitadora de comunicação e interação entre os usuários. Essa comunicação e interação podem trazer benefícios se utilizadas de forma adequada e pautadas em conteúdo planejado, orientado e produzido para fins educacionais. Esse ambiente apresenta novas perspectivas de trabalho, estudo e aprendizado coletivo. De trabalho porque possibilita uma nova abordagem no modo como os educadores utilizam o conteúdo já desenvolvido. De estudo porque apresenta aos usuários novas possibilidades de utilização, interação e aproveitamento do conteúdo disponível. E de aprendizado coletivo porque se torna um importante ferramental complementar ao processo educacional se abordado com uma visão não focada apenas no indivíduo, mas nas possibilidades colaborativas que as interações no ambiente podem proporcionar. É nesse aspecto que este trabalho propõe contribuição.

3.2 PROPOSTAS EDUCACIONAIS BASEADAS EM VIDEO DIGITAL E INTERNET

Os benefícios da disponibilização de Vídeo Digital em Internet para uso em contextos educacionais é tema de diversas pesquisas. Pode-se, inclusive, encontrar projetos que discutem diferentes aspectos desse tipo de aplicação, indo desde aspectos técnicos da distribuição do vídeo através do processo de streaming (HARTSELL, 2006) até trabalhos que abordam os benefícios do vídeo digital como ferramenta complementar ao currículo integrado (DELLACOSTA et al., 2004). Pesquisas envolvendo projetos de bibliotecas de vídeo digital, assim como pesquisa de interfaces de acessos para esses repositórios também estão disponíveis em trabalhos como o apresentado por Wildemuth et al. (2006).

É relevante destacar também os projetos que apresentam propostas de ferramentas de suporte ao ambiente de distribuição de conteúdo, como o trabalho apresentado por Dutra et al. (2005), que aborda uma ferramenta para catalogação de conteúdo. Outra proposta

relacionada é apresentada por Dallacosta (2007), que propõe uma ferramenta para auxiliar o processo de automatização da indexação de vídeos.

Dentre a variedade de pesquisas disponíveis que envolvem vídeo digital, é possível destacar as que contemplam a aplicação em propostas educacionais colaborativas. Essa espécie de investigação compõe parte da proposta central deste trabalho. Em especial, este projeto leva em consideração propostas como a de Pastor (2008), que apresenta *frameworks* de aprendizado colaborativo baseados em comunidades virtuais, utilizando técnicas computacionais e tecnologias como modularização de sistemas utilizando *Webservices* e comunicações baseadas em XML. Essas características são significativas para esta pesquisa, pois respaldam a perspectiva de elaboração e implementação desta proposta, também de forma modular.

4 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: AGENTES INTELIGENTES

Este capítulo apresenta uma breve introdução do domínio de pesquisas envolvendo Agentes Inteligentes, um campo de investigação da área de Inteligência Artificial (IA) que busca fazer com que mecanismos artificiais baseados em software, hardware ou uma combinação de ambos, apresente comportamento que supostamente requerem raciocínio inteligente e pró-ativo.

4.1 AGENTES INTELIGENTES

Pesquisas envolvendo Inteligência Artificial contemplam estudos dos chamados Agentes Inteligentes (AI). Os estudos de AI se relacionam a aplicação de modelos que interagem com comportamento inteligente no ambiente em que atuam, recebendo informações desse ambiente e alterando seu comportamento e possivelmente o próprio ambiente. Comportamento inteligente para esses modelos artificiais seria o procedimento adequado e, se possível, otimizado com o que é esperado no contexto em que o AI está inserido (JACKSON, 1985). De acordo com a descrição de Weiss (2000) um Agente é um sistema computacional situado num determinado ambiente de tarefas que é capaz de produzir ação autônoma no ambiente para atingir objetivos pré-definidos para a tarefa.

Uma abstração para um típico AI pode ser obtida a partir da descrição de Russel e Norvig (2003). Para essa abstração, pode-se considerar o AI composto por uma Função Agente, uma Função Receptora e uma Função Atuadora. A Função Receptora é definida como uma função de entrada para receber informações do ambiente. A Função Atuadora estabelece o fluxo de saída de informações do AI para o ambiente. A Função Agente pode ser considerada como o modelo de comportamento do AI, pois contém o método que utiliza os valores da Função Receptora e tem como resultado o valor utilizado pela Função Atuadora. A Figura 13 ilustra uma abstração do modelo de AI em que entradas e saídas são respectivamente recebidas e enviadas nas interações com a plataforma ambiente.

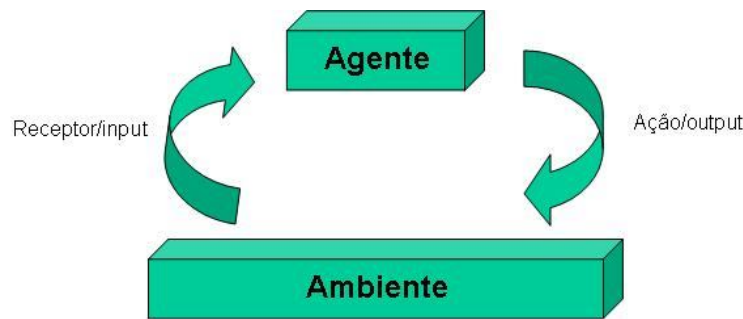


Figura 13. Modelo de Interação Agente e Ambiente

Segundo a definição de Jackson (1985) as pesquisas em Inteligência Artificial e, consequentemente, envolvendo sistemas baseados em AI, tem o objetivo de descobrir e formular aspectos da inteligência humana que possam ser reproduzidos por máquinas. Estes atualmente possibilitam construir modelos para realizar tarefas como participar de Jogos de Estratégia, Reconhecer Padrões em Áudio e Imagens, encontrar provas de teoremas matemáticos, entre outras tarefas computacionais. Atualmente existem diversas iniciativas envolvendo projetos de software e hardware com o objetivo de utilizar os modelos de AI para executar tarefas complexas, tais como a tomada de decisão em negociações eletrônicas (DEBENHAM, 2007; ARON et. al., 2004), decisões em tempo real em ambientes dinâmicos (PANTELEYEV, 2002).

4.2 CLASSIFICAÇÃO DE AGENTES INTELIGENTES

Nas pesquisas envolvendo AI pode-se encontrar diversas classificações baseadas em critérios variados, como por exemplo, a natureza do problema para o qual são projetados ambiente de tarefas, nível de inteligência e aprendizado, tarefas que executam, e ainda mobilidade e comunicabilidade implementados nos modelos de AI (GIESE, 1998). Esses critérios podem ser utilizados simultaneamente na implementação dos agentes, obtendo modelos híbridos quanto à sua classificação. Alguns dos critérios de classificação para agentes e arquiteturas de ambiente que são apresentados a seguir.

4.2.1 Modelo Comportamental

Conforme Muller (1996) e Padgham (2004) pode-se classificar os tipos de AI de acordo com modelos comportamentais estabelecidos, dentre os quais pode-se destacar:

- *Agente Reativo* – Basicamente possui modelagem comportamental limitada para atuar em resposta as alterações sinalizadas pelo ambiente onde está inserido.
- *Agente Proativo* – Pode agir de forma a antecipar uma ação de acordo com objetivos estabelecidos e revisados durante as interações com o ambiente.
- *Agente Interativo* – São capazes de coordenar suas atividades com a de outros agentes através de comunicação, possuem conhecimento da representação dos outros agentes e são capazes de tomar decisões com base nessas informações.

Esses três modelos comportamentais definem basicamente duas características para a operação de um AI, que é o momento em que o AI deve atuar no ambiente e, havendo multiplicidade de AI atuando no mesmo ambiente, se eles podem estabelecer comunicação ou observação entre si. Estes modelos comportamentais são importantes aspectos de concepção para o AI, pois abordam parâmetros relevantes para a definição da Arquitetura de Ambiente projetada para operacionalização dos agentes.

4.2.2 Arquitetura de Ambiente

A Arquitetura de Ambiente pode ser entendida como a plataforma de operação, o que implica diretamente no design de implementação do AI. Segundo Russel e Norvig (2003) pode-se também classificar o ambiente de tarefas dos AI de acordo com sua arquitetura, onde destacam-se alguns critérios e respectivas características:

Se o AI pode num determinado instante observar todo o espaço de estados do ambiente, então o ambiente de tarefas é *Totalmente Observável*. Se no instante alguma informação sobre o ambiente não estiver disponível ao AI ou não for possível sua utilização, então o ambiente de tarefas é dito *Parcialmente Observável*.

Além disso, pode-se classificar o ambiente como *Determinístico/Estocástico*. O ambiente será *Determinístico* se o próximo estado do ambiente de tarefas for calculado pelo

estado corrente e pela ação executada pelo AI. Se não for possível prever o próximo estado do ambiente de tarefas dadas essas condições, então o ambiente é *Estocástico*.

Da mesma forma também é possível classificar um ambiente como *Episódico/Sequencial* ou *Estático/Dinâmico*. Definindo um episódio como a percepção do ambiente e tomada de ação pelo AI num determinado instante, a classificação de um ambiente de tarefas como *Episódico* deve-se à necessidade do AI de avaliar a ação de forma unitária sem considerar o efeito para as próximas ações. Ao contrário, se a ação executada afeta as ações futuras e o AI deve considerar isto na ação atual, o ambiente de tarefas é considerado *Sequencial*.

Se por outro lado, o ambiente de tarefas não sofre alterações durante o processo de decisão do AI, este ambiente é dito *Estático*. Ambientes de tarefa estáticos podem apresentar menor complexidade para o processo de decisão do AI pois não exigem que o AI monitore o ambiente enquanto o processo de decisão é executado. Ambientes de tarefas *Dinâmicos* exigem constante monitoramento do AI, mesmo que nenhuma ação seja executada. A classificação do ambiente em que o AI opera é relevante do ponto de vista do presente projeto, pois influencia diretamente na complexidade das operações do AI, que pode apresentar comportamento híbrido se tiver que operar em ambientes diferentes. Um exemplo de operação complexa, nesse caso, pode ser a preservação de estado durante a transição do AI de um ambiente para outro.

Finalmente, pode-se classificar o ambiente como Multiagente. Sistemas utilizando modelos de AI podem conter mais de uma instância de AI observando e comunicando-se com outras instâncias. Caso o sistema obedeça a essa arquitetura ele é denominado Ambiente Multiagente, que será abordado no próximo item.

4.2.3 Sistemas Multiagentes

Sistemas Multiagentes são um desdobramento do campo de pesquisas de Inteligência Artificial Distribuída que trata de modelos combinando comunicação e interação entre os diversos tipos de sistemas baseados em AI (WEIS, 2000). É relevante caracterizar a comunicação, multiplicidade e a interação como algumas das principais diferenças entre os

modelos de sistemas baseados em múltiplos agentes e os sistemas de agente unitário. Um sistema de baseado em AI pode ter um único agente como receptor de informações e executor das ações no ambiente. Esse modelo de Agente pode ser descrito como Agente Unitário. Se houver multiplicidade de instâncias de agentes ou ainda de ambientes na arquitetura proposta e houver comunicação e interoperabilidade entre os agentes para que estes executem suas tarefas, então o sistema é dito Multiagente e passa a ser um sub-domínio da Área de Inteligência Artificial como apresentado na Figura 14.



Figura 14. Áreas de pesquisa de IA

A comunicação para modelos de AI baseados em software pode ser definida como troca de mensagens entre os AI, e a interação pode ser descrita como a interpretação de ações executadas pelos demais agentes presentes no ambiente antes que o AI execute sua própria ação. A Figura 15 apresenta um modelo de sistema utilizando arquitetura multiagente, onde a comunicação entre os agentes ocorre através de troca de mensagens.

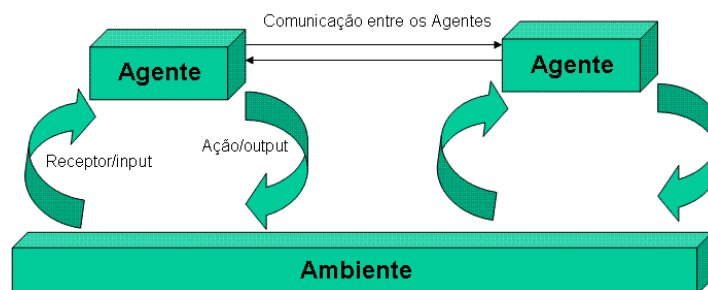


Figura 15. Sistema baseado em Modelo Multiagente

O modelo de comunicação dos agentes depende diretamente dos objetivos propostos para a aplicação do sistema e pode ocorrer através de intermediação do ambiente ou

comunicação direta entre os agentes. A comunicação entre os agentes é objeto de estudo de diversas pesquisas que tratam exclusivamente desse assunto (LABROU; FININ, 1998; LABROU; FININ; PENG, 1999), e são de fundamental importância para projetos de sistemas multiagentes, pois esse tipo de sistema comumente possui interdependência entre os agentes que é estabelecida através de comunicação. De acordo com Weiss (2000) é possível citar algumas motivações para os estudos envolvendo modelos de sistemas Multiagentes:

- Problemas que possuem características distribuídas em sua natureza podem ser entendidos e modelados computacionalmente mais facilmente se implementados de forma distribuída.
- Distribuição pode trazer resultados dos algoritmos que não surgiriam com uma implementação utilizando a abordagem centralizada.
- Algumas vezes a abordagem centralizada para implementação pode não ser viável devido ao armazenamento e controle de informações utilizadas pelos modelos já ser distribuído, elevando a complexidade de solução do problema por exigir uma implementação que integre ou centralize as informações.

Outras questões como localização e disponibilidade dos dados, heterogeneidade dos componentes de sistemas que tratam ou fornecem informações manipuladas pelos sistemas agentes podem favorecer a opção pelo design distribuído de um sistema baseado em AI, resultando num sistema multiagente. Uma abordagem aprofundada desses conceitos e também o detalhamento de considerações técnicas de projeto pode ser encontrada em Weiss (2000). Esse documento também apresenta algumas características de sistemas que utilizam AI e que são utilizadas nessa pesquisa, como é o caso da modelagem híbrida de AI, que permite a combinação de diferentes arquiteturas, modelos comportamentais, modelos de comunicação e tipos de agentes.

4.2.4 Tipos de Agentes

Outra categoria de sistemas baseados em AI pode ser encontrada na literatura como Agente de Interface (GREEN, 1997). Os Agentes de Interface são basicamente sistemas com o objetivo de interagir com o usuário na execução de uma tarefa. Nesse contexto, o AI de

interface possui autonomia para tomar uma ação durante a execução da tarefa, mas esta ação pode ser interceptada ou ignorada pelo usuário. Nesse modelo o AI pode também operar de forma colaborativa com outros agentes, mas opera com características de um assistente pessoal do utilizador do sistema. Um exemplo desse tipo de AI pode ser um sistema que efetue buscas de links na Internet durante a navegação do usuário, e apresente estes para que o usuário possa, ou não, selecioná-los.

Um tipo específico de AI baseado em software é chamado de AI-Móvel (GREEN et al., 1997). Esse tipo de sistema é descrito principalmente pela capacidade de se deslocar entre ambientes heterogêneos que se comunicam ou interoperam para realizar sua tarefa. Segundo Green et al. (1997) esse tipo de AI pode ter autonomia para decidir quando migrar de um ambiente para outro, executar ou suspender sua própria ação assim como terminar sua execução. A Figura 16 apresenta um exemplo de sistema Multiagente com AI-Móveis.

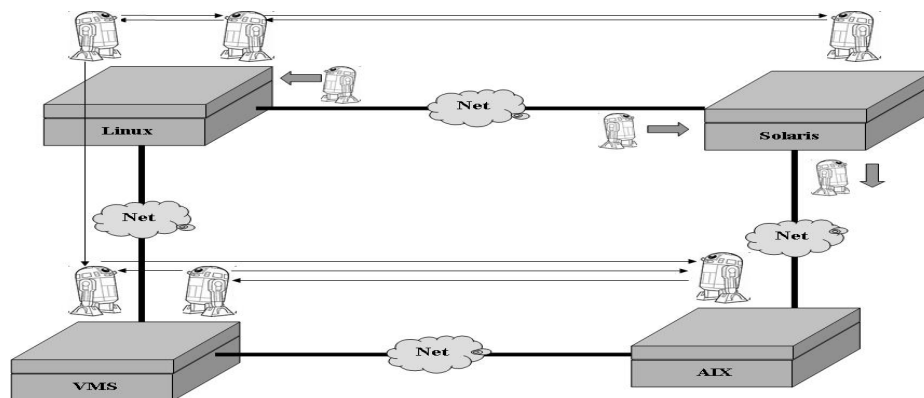


Figura 16. Modelo de Sistema baseado em Agentes Móveis

Nota-se no exemplo uma plataforma que apresenta distintos ambientes de tarefas, onde cada ambiente é suportado por um sistema operacional diferente e são interconectados através de rede, onde os AI podem se comunicar e migrar de um ambiente para outro. Utilizando o mesmo exemplo de arquitetura, pode-se observar que características distintas de comunicação como protocolos de comunicação em rede específicos para cada ambiente, topologias de rede e outras questões sejam pertinentes no projeto de um sistema utilizando AI-Móveis. Questões de navegabilidade constituem outro tópico a ser considerado em um projeto de sistema baseado em AI-Móveis, pois tratam de funcionalidades como o transporte de um AI para outro ambiente além do controle e suspensão de execução do AI no novo

ambiente e seu encerramento ou retorno ao ambiente de origem. A comunicação e a navegabilidade são importantes para um sistema que seja baseado em AI que possua característica multiagente ou arquitetura de múltiplos ambientes (GREEN et al., 1997).

Na literatura uma classe de AI é conhecida como Agentes de Informação. Este modelo de AI é baseado em mecanismos de pesquisa e coleta de informações, além de possuir outras propriedades que caracterizam um AI, conforme apresentado anteriormente. Pesquisas envolvendo esta classe de AI são úteis em tarefas de mineração de dados, coleta de informações na Web e onde for necessário manipular grandes volumes de dados de forma pró-ativa e, diversos métodos de pesquisa conforme descrito por De Paula et al. (2007) e Mohammadian (2004). Segundo Mohammadian (2004), os AI de Informação podem utilizar diversos mecanismos como redes neurais, métodos evolutivos, lógica fuzzy ou ainda a combinação de ambos para auxiliar o usuário nas tarefas de busca por informação. Um detalhamento das propriedades desse tipo de AI pode ser encontrado em Jain (2002), destacando-se a propriedade que aborda comportamento evolutivo para AI de Informação. Essa propriedade para o AI apresenta a possibilidade de um modelo que além de refinar o processo de busca de informações, crie novas operações de busca combinando as técnicas disponíveis para o modelo.

Outras características esperadas para sistemas baseados em modelos distribuídos utilizando AI são encontradas na literatura e podem interferir na classificação, design de projeto e implementação. Em Sycara et al. (1996) são listadas mais algumas dessas propriedades tais como adaptatividade e sincronismo entre os AI. A aplicabilidade dos modelos de AI pode ser tão vasta quanto a da própria Inteligência Artificial, porém para esta pesquisa as propostas que tenham enfoque educacional, em especial a área de pesquisas de Sistemas Tutores Inteligentes, serve como referência para o projeto que a proposta contempla.

4.3 PROPOSTAS EDUCACIONAIS UTILIZANDO AGENTES INTELIGENTES

Na literatura existem pesquisas (LAWLER; YAZDANI, 1987) que indicam a aplicabilidade de sistemas computacionais baseados em Inteligência Artificial como

ferramentas para a área de educação. Dentre estas pode-se destacar algumas que utilizam modelos baseados em Agentes Inteligentes, como o trabalho de Rickel (2001) onde são abordados alguns dos principais desafios para o uso de sistemas educacionais utilizando AI. Esse trabalho com o dialogo não parametrizado entre o utilizador e um sistema baseado em AI. Uma proposta utilizando AI que apresenta um sistema acadêmico que trabalha aspectos motivacionais e de auto-aprendizado dos estudantes é abordado por Sakurai (2006). Uma proposta de arquitetura baseada em agentes para ensino a distância na Internet é apresentada em Costa (1999).

4.3.1 Sistemas Tutores Inteligentes

Pertencentes à área de pesquisas de Inteligência Artificial, os Sistemas Tutores Inteligentes (STI) são basicamente, modelos computacionais voltados à área de educação. O trabalho de Polson et al. (1988) apresenta uma abordagem detalhada desse domínio de pesquisas. É importante caracterizar que Inteligência Artificial aplicada à educação não implica diretamente na utilização de um STI. Pode-se, por exemplo, modelar um assistente educacional utilizando modelos de Inteligência Artificial, que observando o histórico de ações executadas pelo usuário numa determinada tarefa educacional, determine e sugira a próxima ação a ser executada, mas sem levar em consideração os objetivos instrucionais da tarefa. Nesse exemplo, a Inteligência Artificial é empregada e o modelo obtido é um assistente pessoal do usuário e não um STI. Do ponto de vista histórico, alguns autores apresentam uma trajetória dos STIs desde a discussão sobre sistemas CAI (*Computer Assisted Instruction*) (VALENTE, 1999), seguida de uma introdução à classe de assistente computacional (NWANA, 1990) para a contextualização dos *Computer-Assisted Learning* (CAL), o que envolve, inclusive, a apresentação de algumas deficiências do modelo, como falta de *feedback* ou individualização por não saber o que e quem eles estavam ensinando.

Por sua vez o projeto e o desenvolvimento dos STI estão baseados em Ciência Cognitiva (Figura 17), que é uma intersecção das pesquisas em Psicologia Cognitiva, Ciência da Computação e Pesquisa Educacional (JESUS, 2009).



Figura 17. Domínio de pesquisas STI

A Figura 17 mostra como as pesquisas em STI estão relacionadas com as áreas de Psicologia, Computação e Educação. Para caracterizar um modelo de STI pode-se relacionar algumas das propriedades apresentadas nos trabalhos de Polson e Richardson (1988) e de Nwana (1990) como: o sistema deve saber o que está ensinando; o sistema deve saber para quem está ensinando; o sistema deve saber como ensinar. Ainda segundo Polson e Richardson (1988), para atingir esses objetivos um modelo de STI normalmente propõe uma arquitetura separada em três principais módulos: *Módulo do Domínio*, *Módulo do Estudante*, *Módulo Tutor*.

O *Módulo do Domínio*, também conhecido como *Módulo Expert* é onde estão localizadas as regras e fatos que deverão ser apresentados ao estudante, ou seja, o conhecimento propriamente dito. Já o *Módulo do Estudante* ou (*Módulo do Usuário*) é onde são manipuladas dinamicamente as informações derivadas do conhecimento do estudante e da sua performance de aprendizado durante a utilização do STI. De acordo com o objetivo principal para o qual foi modelado, este módulo pode ainda ser caracterizado como: *Corretivo*, para remover os pontos falhos no conhecimento do estudante; *Constitutivo*, para dar completude ao conhecimento do estudante; *Estratégico*, para iniciar mudanças na estratégia tutorial utilizada; *Diagnóstico*, para mapear os pontos falhos no conhecimento do estudante; *Preditivo*, para ajudar a determinar as prováveis respostas do estudante; e *Avaliador*, para avaliar o estudante e o próprio STI. Finalmente o *Módulo Tutor*, também conhecido como *Módulo Estratégico* ou *Módulo Pedagógico* é onde são definidas e controladas as interações instrucionais com o estudante. Trabalha principalmente em

conjunto com o *Módulo do Estudante* utilizando informações do desempenho do usuário para determinar aplicação e alterações das estratégias instrucionais. Na Figura 18 são apresentados os módulos descritos anteriormente e um quarto módulo chamado Módulo de Interface, que é o responsável, basicamente, pelas interações do usuário com o sistema como um todo.

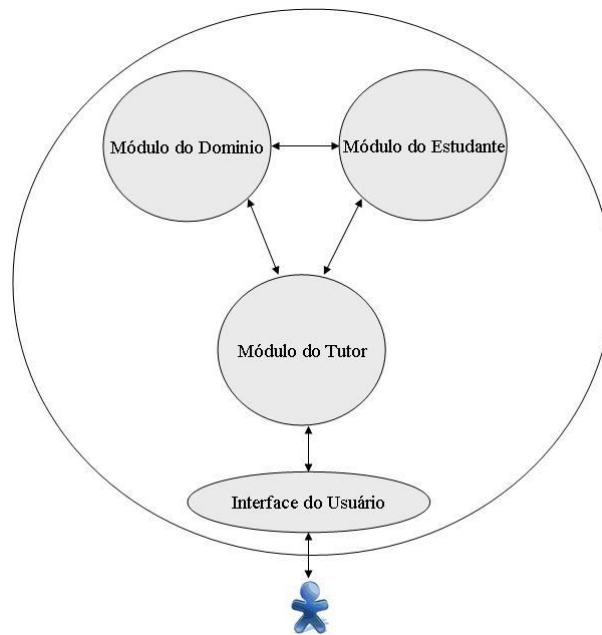


Figura 18. Módulos do STI

Esse módulo é responsável pela apresentação dos recursos do STI ao estudante. Um detalhamento desses módulos também é apresentado em Nwana (1990). A aplicabilidade dos STI em propostas educativas também contempla a utilização de Agentes Inteligentes.

4.3.2 Agentes Inteligentes em Sistemas Tutores Inteligentes

A aplicabilidade dos diversos modelos de Agentes Inteligentes em Sistemas Tutores Inteligentes é tema de pesquisas recentes que tratam, por exemplo, de aspectos emocionais na interatividade entre STI e usuários (ZAKHAROV; MITROVIC; JOHNSON, 2008). No trabalho de Le, Tecuci e Boicu (2008) é apresentado um STI baseado no uso de AI que cria dinamicamente esquemas instrucionais para abstrações de problemas ainda não tratados. No trabalho de Lavendelis e Grundspenkis (2009) é apresentado o MAISTS, um gerador de

modelos computacionais combinando AI e STI, que propõe tratar todo o ciclo de desenvolvimento incluindo a diagramação de projeto e geração de código dos modelos. Um modelo adaptativo e individualizado de AI combinado com STI para motivar o usuário é proposto por Yun, Choi e Kim (2008). Estes exemplos demonstram algumas das inúmeras possibilidades de pesquisa combinando os Agentes Inteligentes e os Sistemas Tutores Inteligentes, contexto que está relacionado ao tema central dessa pesquisa que aborda o processo de comunicação entre uma plataforma utilizando Agentes Inteligentes e um subsistema que atua como STI.

5 COMBINAÇÃO DE AGENTES INTELIGENTES E REDES SOCIAIS PARA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA POR MEIO DO USO DE VIDEO DIGITAL

5.1 COMPOSIÇÃO E DINÂMICA DO MODELO

Este capítulo apresenta um modelo híbrido de ferramenta para Educação a Distância que combina recursos de sistemas de Redes Sociais com Agentes Inteligentes, utilizando vídeo digital como instrumento de interação para EAD, podendo ser utilizado pela Internet, e portátil para outros dispositivos de acesso como TVDI por exemplo. O objetivo da utilização de Redes Sociais é prover um ambiente não apenas de execução de tarefas, mas também propiciar um ambiente interativo entre os usuários. Contudo, deve-se ressaltar que não faz parte do escopo desta pesquisa contemplar os diversos significados e teorias envolvendo os conceitos de Interatividade, Colaboração e Cooperação. O projeto utiliza o conceito apresentado por Primo (2001), onde a Interatividade constitui uma espécie de diálogo social entre indivíduos que fazem uso de tecnologia mediada por computador. Dessa forma, a pesquisa considera que interação e cooperação, baseada em troca de informações que agregam valor no processo de execução de atividades, sustentam um processo de colaboração. A Figura 19 exibe a composição do processo de colaboração abordado no projeto. A estrutura contida na figura pode ser interpretada como o conceito colaboração sendo suportado pelo valor gerado nos processos de cooperação e interação.

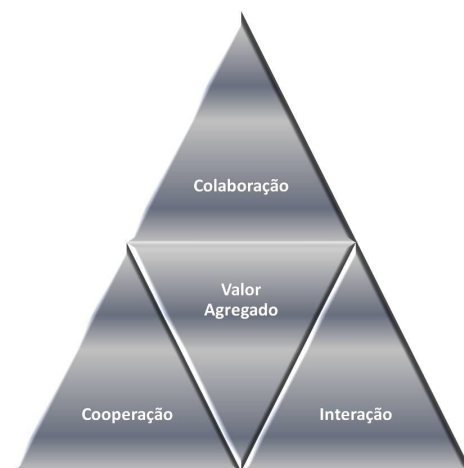


Figura 19. Composição do Processo de Colaboração

Recursos de sistemas de Redes Sociais aplicados à ferramenta educacional permitirão ao educador estimular a interatividade entre os estudantes, através da parametrização de tarefas que sejam executadas por pares ou grupos de estudantes, possibilitando a criação de um ambiente colaborativo de EAD. A utilização dos Agentes Inteligentes no modelo proposto é importante para prover funcionalidades como a pesquisa automática de perfis de usuários na Rede Social e a sugestão de novas relações de colaboração entre eles enquanto as atividades são executadas e sem a necessidade de interrupção das mesmas por parte dos usuários para efetuar essa busca.

Essa é uma importante característica que diferencia um sistema de Rede Social utilizando Agentes Inteligentes da maioria dos sistemas de Redes Sociais baseados no ambiente de Internet, por exemplo, que são estáticos do ponto de vista de sociabilidade porque dependem da iniciativa dos usuários para pesquisar outros usuários da rede e propor vínculo relacional entre eles. A adaptabilidade do ambiente de execução de tarefas, de acordo com o desempenho individual e coletivo dos usuários participantes da atividade, também é uma função executada pelos Agentes Inteligentes. Neste ponto, a proposta apresenta algumas características de um Sistema Tutor Inteligente, como apresentado no capítulo 4, por permitir que o educador além de ser um Ator da Rede Social seja um administrador do ambiente de execução de tarefas. O modelo não é definido aqui como um típico Sistema Tutor Inteligente, pelo seu reduzido número de características de um STI e também porque tem o objetivo de utilizar a expertise de outro STI através de comunicação, de forma modular, focando o modelo na combinação de Agentes Inteligentes e Redes Sociais. Também porque os vínculos relacionais entre os usuários podem ser estabelecidos independentemente de atividades serem realizadas com a mesma configuração de grupos de usuários participantes das atividades. Estes elementos são expressos na arquitetura apresentada abaixo (Figura 20):

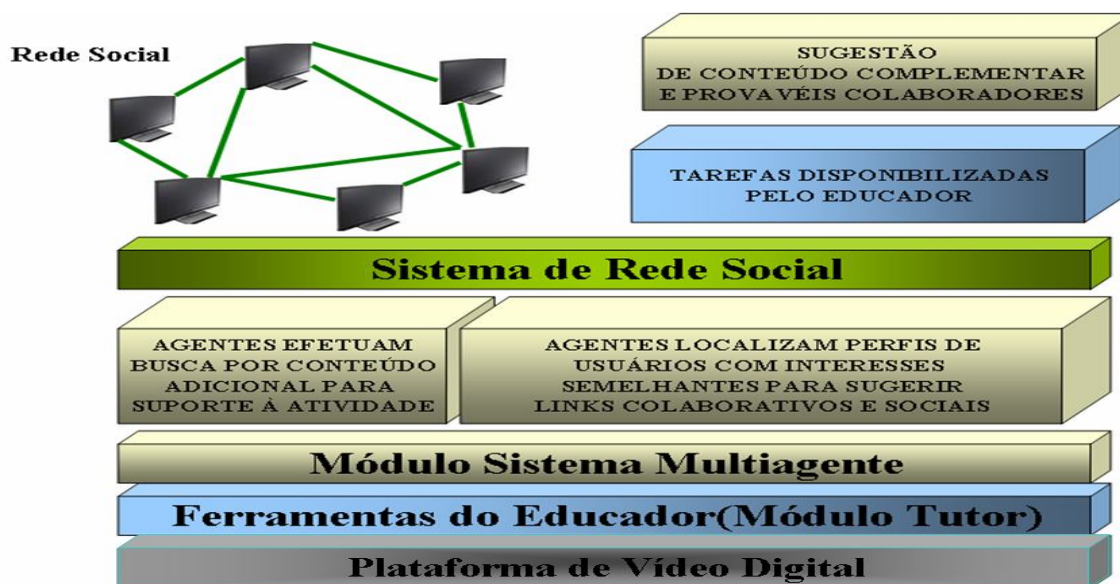


Figura 20. Arquitetura do Ambiente

A Figura 20 apresenta a organização estrutural do ambiente, sendo dividido em quatro módulos principais, que também podem ser observados como subsistemas distintos: *Plataforma de Vídeo Digital*, *Ferramentas do Educador/Módulo Tutor*, *Sistema Multiagente*, *Sistema de Redes Sociais*. A *Plataforma de Vídeo Digital* é responsável pela infraestrutura principal de armazenamento e distribuição dos vídeos digitais. É o repositório de arquivos de mídia digital. As *Ferramentas do Educador/Módulo Tutor* constituem um conjunto de opções para parametrização de novas tarefas que serão acessadas pelos estudantes, assim como as opções de visualização de informações da rede social com visão de grafos e sumarização da comunicação. Neste módulo, são armazenadas as configurações que definem um ou mais vídeos como uma unidade instrucional que é disponibilizada aos estudantes. De forma complementar, o *Módulo Sistema Multiagente* é o componente do sistema responsável por auxiliar os estudantes durante a execução de tarefas, através da sugestão de conteúdo complementar, seguindo os parâmetros iniciais propostos pelos educadores. Também farão sugestão de novos relacionamentos sociais através de busca por perfis com probabilidade de colaboração e similaridade de interesses pessoais. Finalmente, o *Sistema de Redes Sociais* disponibiliza a estrutura e também as opções para que os estudantes possam se comunicar e compor seus vínculos sociais com os demais participantes da rede. Durante a participação dos estudantes nas atividades propostas, este módulo utiliza parâmetros fornecidos pelo módulo de *Sistema Multiagente* para apresentar sugestões de conteúdo e vínculos relacionais

mapeados pelo agente. Da mesma maneira também são usados parâmetros do *Módulo Tutor* para disponibilizar novas atividades preparadas pelo Educador. Essas funcionalidades apresentadas pelo SRS são controladas pelo núcleo de sistema multiagente. Este monitora e atualiza parâmetros do módulo tutor e, quando identifica a necessidade de alguma interação com a atividade executada pelo usuário, executa essa interação apresentando os resultados através da interface do sistema de SRS.

Para o modelo proposto nessa pesquisa, a diferenciação entre o recurso de busca de vínculos sociais realizadas pelo usuário e as que são realizadas pelo AI, ocorre com a seleção de uma tarefa por parte do usuário. Ou seja, ao iniciar uma tarefa, o AI inicia suas operações como a troca mensagens com os demais módulos, o monitoramento do fluxo de comunicações do usuário e utilização do repositório de vídeos. Ao interromper ou pausar a participação em uma tarefa, o usuário interrompe também a operação do AI, ficando a pesquisa automática de vínculos sociais interrompida no SRS.

Os módulos se comunicam através de troca de mensagens e um processo de retro-alimentação auxilia a atualização de parâmetros e ajustes durante a interação entre os estudantes e na execução de atividades disponibilizadas pelo educador (Figura 21).

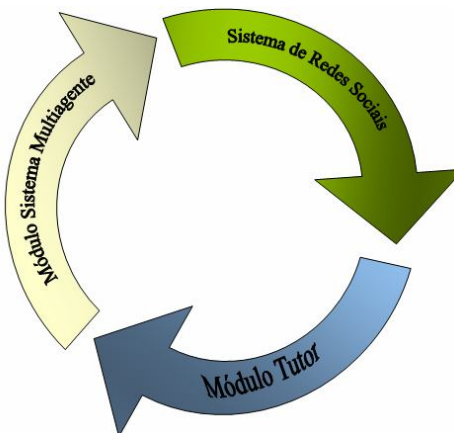


Figura 21. Fluxo de comunicação entre os módulos

A Figura 21 permite visualizar o processo contínuo de comunicação entre os módulos, onde o *Módulo Tutor* fornece os parâmetros atualizados ao *Módulo Sistema Multiagente*, que utiliza esses parâmetros no processo de auxílio dos usuários na execução de atividades e suporte à interatividade no ambiente de *Rede Social*. A Figura 22 exemplifica

uma estrutura de metadados que representa uma mensagem do módulo tutor enviada ao Módulo Sistema Multiagente.

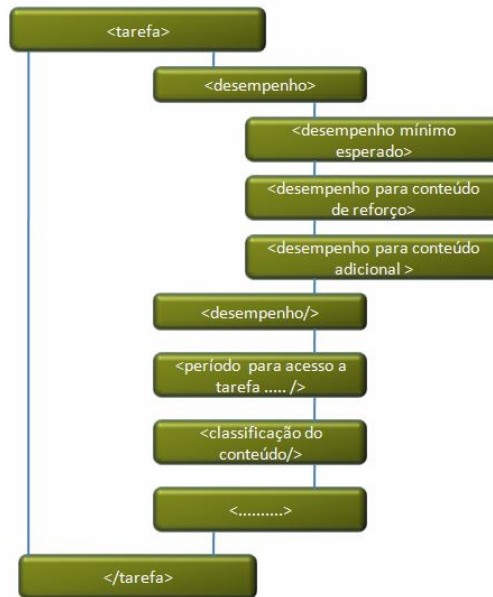


Figura 22. Estrutura de mensagens recebidas pelo AI

Na estrutura, observa-se a descrição de alguns dos dados relativos às tarefas disponibilizadas pelo módulo tutor, que serão interpretadas e monitoradas pelo AI durante o processo interativo do usuário. Nesta estrutura, dados como os níveis de desempenho e a classificação do conteúdo da tarefa são utilizados para determinar os tipos de conteúdos (complementares ou de reforço) que devem ser localizados e disponibilizados ao usuário.

5.2 MÓDULO SISTEMA MULTIAGENTE

5.2.1 Modelo de Funções dos Agentes

O modelo foi idealizado com base em estudos e propostas similares encontradas na literatura (ANDREATA, 2006; COSTA et al., 2008) e apesar do restrito número de funcionalidades selecionadas de cada uma das áreas de pesquisa que compõem a proposta, novos recursos poderão ser facilmente acoplados devido ao conceito de modularidade

proposto para a arquitetura. O módulo central é o *Sistema Multiagente*, responsável pela integração dos demais subsistemas que compõe o modelo e, principalmente, pelo favorecimento do processo interativo na rede social.

A Figura 23 apresenta o esquema de monitoramento do AI, começando pela verificação de novas atividades disponibilizadas pelo Educador através do módulo tutor (passo *a*), seguida da verificação dos conteúdos adicionais e prováveis colaboradores para a atividade (passos *b* e *c*), enquanto ocorre a monitoração da interação do usuário e utilização dos conteúdos durante a atividade (passo *d*).

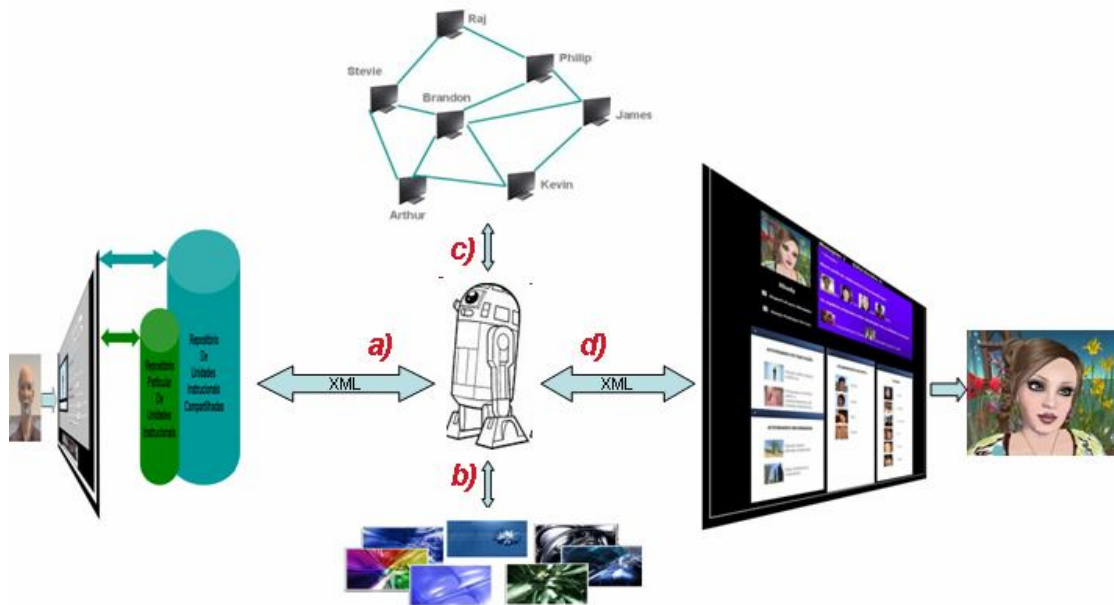


Figura 23. Agente exercendo controle de atualizações no ambiente

Conforme apresentado no capítulo 4, o AI deve ter uma função receptora e uma função atuadora para se comunicar com o ambiente e também com os demais agentes (ANDREATA, 2006; COSTA et al., 2008). Para o modelo de AI proposto nesta pesquisa, foi definido que a função receptora efetua o recebimento de mensagens enviadas pelos módulos que fazem interface com o núcleo multiagente. O modelo propõe como função atuadora o procedimento responsável por definir se deve efetuar pesquisa de conteúdo adicional no repositório de vídeos digitais utilizado, sugerir novos vínculos no sistema de rede social, ou efetuar atualizações de informações e parâmetros com o módulo tutor.

Na Figura 24 pode-se ver o sistema multiagente como um sistema externo não acoplado a nenhum dos sistemas com que faz interface, mas comunicando-se com as plataformas através de mensagens.

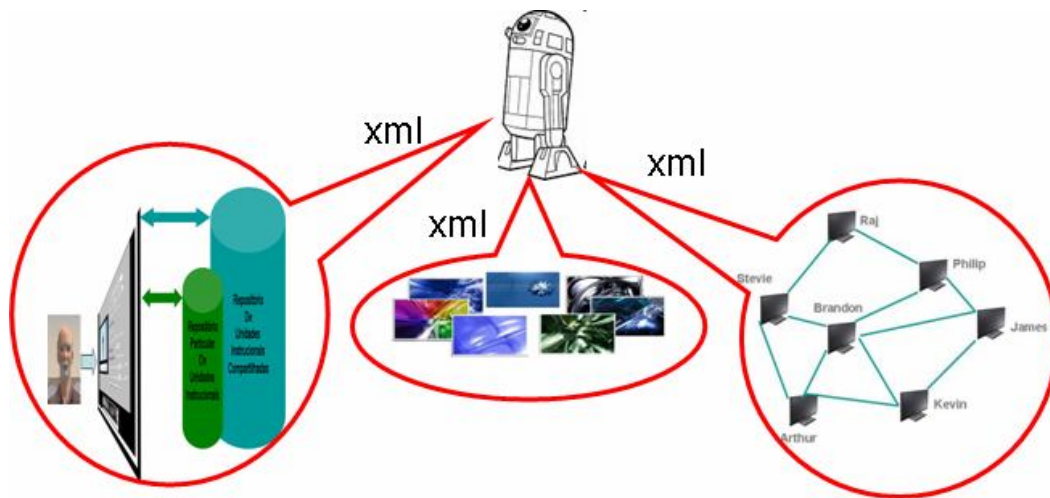


Figura 24. Agente atuando em múltiplos ambientes

Utilizando para atualização desses múltiplos ambientes a comunicação através de mensagens ao invés de múltiplas instancias de AI-Móveis, destaca-se a simplificação do modelo e a rápida implementação de novas interfaces de comunicação. Essa simplificação oferece uma alternativa às questões tratadas no capítulo 4 como, por exemplo, gerencia de protocolos, ativação e suspensão de AI-Móveis em plataformas remotas. Do ponto de vista de portabilidade do modelo proposto, uma significativa redução da complexidade de implementação dos agentes é obtida através da proposta desse tipo de comunicação com ambientes remotos no lugar de AI-Móveis. Isso restringe as características do AI proposto para um modelo de AI híbrido de Agente de Interface e Agente de Informação. É relevante ressaltar também que a presente proposta combina características comportamentais de Agente Interativo e Agente Proativo, seguindo as classificações apresentadas por Muller (1996) e Padgham (2004).

O AI foi implementado por meio da combinação de diferentes modelos comportamentais apresentados no Capítulo 4 e pela consideração dos trabalhos de Santos e Mustaro (2009a; 2009b). Para o usuário, durante a execução de uma atividade proposta, o AI tem o comportamento de Agente de Informação e Agente Proativo, efetuando pesquisas de conteúdos adicionais e Atores na rede que tenham identificada alguma compatibilidade com

a atividade em execução. O comportamento de Agente de Interface e Agente Interativo é percebido através da sugestão desses links e conteúdos mapeados na rede.

A Figura 25 demonstra o AI atuando como Agente de Interface e disponibilizando vínculos para outros Atores mapeados na rede.



Figura 25. Links de outros perfis encontrados pelo agente

Para o usuário, o resultado dessa pesquisa do AI surge como uma sugestão de vínculo na rede social. Da mesma forma, o AI monitora o ambiente de execução de atividades e troca mensagens com o módulo tutor. Durante a atualização das atividades pelos usuários, os conteúdos de reforço ou complementar são apresentados ao usuário como sugestão.

A Figura 26 apresenta o AI monitorando a realização de uma atividade pelo usuário, e consultando/atualizando o módulo tutor com os parâmetros de desempenho da atividade.

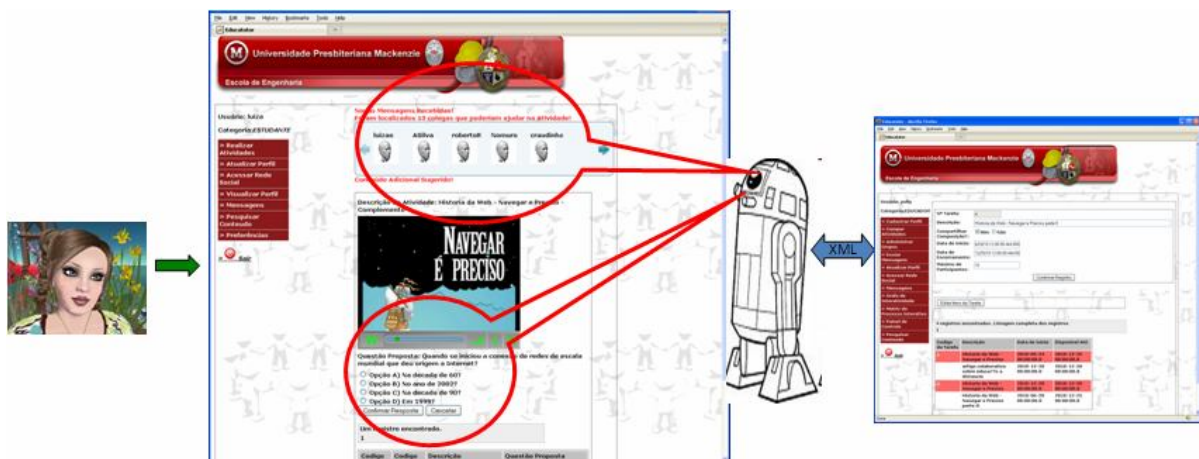


Figura 26. Agente monitorando evolução da atividade

Segundo o trabalho apresentado por Russel e Norvig (2003), pode-se caracterizar a arquitetura do modelo apresentado como Sequencial e Dinâmico. A importância dessa caracterização interfere no modelo de aprendizado do AI, que deve monitorar as seleções/interações dos usuários e refinar seu modelo de aprendizado e tomada de decisões futuras considerando informações obtidas durante a execução atual.

Considerando esse mesmo trabalho, a arquitetura de ambiente proposta pode ser caracterizada como Totalmente Observável. Essa classificação é relevante para modelar operações de pesquisa dos agentes que possuam filtros e limites no conjunto de resultados retornados pela pesquisa. Esses filtros e limites nos resultados de pesquisa são necessários tendo em vista o crescimento do o número de participantes da rede social utilizada, assim como a disponibilidade de conteúdos no repositório de vídeo digital.

5.2.2 Métodos de pesquisa dos Agentes

Após a parametrização inicial das primeiras atividades no módulo Tutor, os AIs devem executar um refinamento do processo de avaliação de conteúdo e também do processo interativo. Isso ocorre através da análise da base de conhecimento que será formada com informações extraídas das interações entre os usuários e a utilização dos conteúdos. Para isso o modelo de funções dos agentes pode ser classificado em duas categorias distintas. A primeira com algoritmos que tratam dos processos interativos do usuário na rede social, ou seja, como ele interage com outros usuários da rede, extraindo do fluxo de comunicações dados que possam ser utilizados para mensurar o nível de interação e aproveitamento dos laços estabelecidos. A segunda, com algoritmos que avaliam a utilização dos conteúdos disponibilizados, representa o grupo de funções que é responsável por monitorar a aceitação de conteúdos propostos, utilização da programação estabelecida e localização de novos conteúdos. Dos diversos algoritmos necessários para a implementação dessa proposta, destacam-se os algoritmos que exercem a função de auxiliar o usuário para a realização da busca, seleção e sugestão de Atores que apresentam alguma similaridade de atributos com o perfil cadastrado ou possuam histórico de atividades realizadas que sejam relevantes para as atividades em execução. Esses algoritmos são centrais para o modelo porque efetuam o processo localização dos Atores que possuindo alguma característica comum, poderiam ter

um provável vínculo de interação estabelecido e partir disso criar possibilidades de colaboração em atividades.

Para os casos de pesquisas realizadas utilizando esses critérios e que não retornem resultado, ou seja, nenhuma sugestão de vínculo relacional é apresentada como alternativa, uma pesquisa empregando conceitos de centralidade. Conforme apresentado no capítulo 2, o trabalho de Gómez et. al (2003) descreve a centralidade como um indicador da influência de um determinado ator na rede. Portanto, o modelo utiliza o grau de centralidade para indicar qual o Ator possui maior probabilidade de interagir com o usuário.

5.2.3 Pesquisa de Vínculos de Interação por Atividade

O Algoritmo 1 traz o pseudocódigo do procedimento de busca de atores baseado na realização de atividades. Durante a execução de uma atividade pelo usuário, o AI efetua busca em sua base de conhecimento para identificar quais outros Atores realizaram recentemente e, quais ainda estão executando a mesma atividade ou uma atividade similar em configuração e características.

Algoritmo 1 *buscaLinkSimilaridadeAtividade (atividade)*

```

1.  $\Phi \leftarrow$  lista de atores que utilizaram a tarefa recentemente;
2.  $\beta \leftarrow \text{consultaModuloTutor}( atividade );$ 
3. VetorAtores  $\leftarrow$  Inicializado vazio;
4. melhorEncontrado  $\leftarrow$  Inicializado vazio;
5. faça enquanto ( houver atores na lista  $\Phi$  )
6.     se (  $\Phi_i(\text{desempenho}) \geq \beta$  ) então
7.         VetorAtores  $\leftarrow$  adiciona o ator  $\Phi_i$  de forma ordenada;
8.     senão
9.         se (  $\Phi_i(\text{desempenho}) > \text{melhorEncontrado}(\text{desempenho})$  ) então
10.            melhorEncontrado  $\leftarrow \Phi_i$ ;
11.     fim se
12. fim se
13. fim enquanto
14. se ( VetorAtores diferente de vazio ) então
15.     retorna VetorAtores;
16. senão
17.     retorna melhorEncontrado;
18. fim se

```

O procedimento recebe o parâmetro *atividade*, que representa a atividade corrente. Na linha 1, uma lista com o resultado da busca de Atores que realizaram ou estão executando a atividade é representado por Φ . Na linha 2, β representa o parâmetro que identifica o aproveitamento esperado definido para a atividade. O parâmetro β , obtido através de comunicação com o módulo tutor do sistema, é utilizado nas linhas 5 a 7 como filtro para a lista retornada, comparado com o valor do desempenho registrado para o *i-ésimo* Ator da lista, representado por Φ_i . Caso o desempenho registrado de Φ_i para a atividade seja menor que β , compara-se o desempenho de Φ_i com o melhor encontrado, que não pertencente à lista de Atores que tiveram o desempenho dentro do esperado. Com esse procedimento, mesmo que não haja nenhum Ator que tenha atingido o desempenho mínimo esperado para a atividade ou nenhum tenha realizado a tarefa em sua completude, é possível que algum vínculo seja proposto ao usuário com base no melhor valor de desempenho encontrado entre os Atores que realizaram a atividade (linhas 14 a 18).

5.2.4 Pesquisa por Similaridade entre Atores

O AI pode efetuar busca de Atores por similaridade dos atributos disponíveis nos perfis dos Atores. Essa pesquisa pode ser útil para localizar quais outros Atores tem interesse no conteúdo da tarefa em execução e que podem ser prováveis colaboradores para o usuário. Essa busca é mais ampla considerando o domínio e variabilidade de atributos do perfil do usuário, por isso é efetuada como alternativa à busca restritiva pelo histórico de tarefas executadas. O Algoritmo 2 apresenta o pseudocódigo dessa busca.

Algoritmo 2 *buscaLinkSimilaridadeAtor*(α)

```
1. HistoricoConteudo  $\leftarrow$  obtem conteúdos utilizados pelo usuário  $\alpha$ ;
2. Preferência  $\leftarrow$  obtem preferências definidas no perfil do usuário  $\alpha$ ;
3. PerfilUsuário  $\leftarrow$  obtem propriedades do perfil do usuário  $\alpha$ ;
4.  $\Phi \leftarrow$  inicializa vazio;
5.  $\Phi \leftarrow$  pesquisanaRedeAtores(HistóricoConteudo, Preferência,  
                                PerfilUsuário);
6. se (  $\Phi$  esta vazio ) então
7.      $\Phi \leftarrow$  pesquisanaRedeAtores (HistóricoConteudo, Preferência);
8. fim se
9. se (  $\Phi$  esta vazio ) então
10.     $\Phi \leftarrow$  pesquisanaRedeAtores (HistóricoConteudo);
11. fim se
12. se (  $\Phi$  esta vazio ) então
13.     $\Phi \leftarrow$  pesquisanaRedeAtores (Preferência);
14. fim se
15. se (  $\Phi$  diferente de vazio ) então
16.    faça enquanto ( houver atores na lista  $\Phi$  )
17.         $\Phi_i(\textit{linksIntermediarios}) \leftarrow \textit{defineDistanciaGeodesica}(\Phi_i)$ ;
18.    fim enquanto
19. fim se
20. retorna  $\Phi$ ;
```

A busca inicia pela obtenção do o histórico de conteúdos, as preferências de tipos de vídeos, e o perfil definido para o usuário representado pelo parâmetro α (linhas 1 a 3).

Na linha 5, uma pesquisa na rede utilizando esses três atributos tenta encontrar Atores que possuam correlação com esses três parâmetros simultaneamente, tendo seu resultado sendo representado por Φ . Caso nenhum resultado seja obtido, a mesma pesquisa é efetuada removendo o filtro *PerfilUsuário* (linhas 6 a 8), com o objetivo de localizar os Atores que

tenham similaridade com a mesma preferência definida pelo usuário e possuam no histórico de vídeos assistidos entradas coincidentes com a do usuário. Não retornando resultados, a pesquisa é efetuada considerando apenas o parâmetro *HistoricoConteudo*, que objetiva localizar quais Atores realmente utilizaram conteúdos semelhantes ao do usuário (linhas 9 a 11). Se esta pesquisa não retorna nenhum resultado então é efetuada por último a pesquisa considerando apenas o parâmetro *Preferência*, que tenta localizar Atores que tenham definido sua preferência pelo mesmo conteúdo que está sendo utilizado pelo usuário, mas efetivamente ainda não assistiram vídeos com o conteúdo definido (linhas 12 a 14). Após a localização dos Atores que compreendam os filtros aplicados, para cada Ator na lista Φ é verificado e atribuído o número de links entre o usuário e o *i-ésimo* Ator na lista (linhas 15 a 19).

5.2.5 Sugestão de Conteúdo

O pseudocódigo do Algoritmo 3 esboça o procedimento de pesquisa para conteúdo durante a execução da tarefa pelo usuário.

Algoritmo 3 *buscaConteudoAdicional (atividade)*

```

1.  $\beta \leftarrow \text{consultaModuloTutor}( atividade );$ 
2. VetorConteudo  $\leftarrow$  Inicializado vazio;
3. se (  $\beta < \text{esperado}$  ) então
4.     VetorConteudo  $\leftarrow$  pesquisa referencia basica( atividade );
5. senão
6.     VetorConteudo  $\leftarrow$  pesquisa extensão conteúdo( atividade );
7. fim se
8. retorna VetorConteudo;

```

O AI monitora o desempenho do usuário através do envio de atualizações da atividade para o módulo tutor e recebendo como retorno o parâmetro de desempenho do usuário β , que indica o tipo de conteúdo adicional que deve ser proposto (linha 1). Com esse parâmetro, o AI efetua busca por conteúdo similar no repositório de vídeos, obedecendo às características de classificação atribuídas ao conteúdo no momento de sua parametrização. Essa pesquisa por conteúdo pode ocorrer em duas situações distintas, a primeira baseando-se

no desempenho do usuário como abaixo do esperado para a atividade proposta. Nesse caso, a classificação para os conteúdos pesquisados será de complemento ou referência básica para o conteúdo da atividade (linhas 3 e 4). No caso em que o usuário atinge ou supera o parâmetro de desempenho para a atividade, conteúdo classificado como avançado ou extensão do material será pesquisado no repositório e proposto ao usuário (linhas 5 a 7).

5.2.6 Busca de Atores por Centralidade

A busca de atores a partir da centralidade apresentada no pseudocódigo do Algoritmo 4 esboça o procedimento que executa a seleção dos n Atores que tiverem maior grau de centralidade dentro da rede.

Algoritmo 4 *buscaLinkPorCentralidade* (*resultado_maximo*)

```
1. VetorLinks  $\leftarrow$  Inicializado vazio;  
2.  $\beta \leftarrow$  pesquisar por atores com maior numero de links;  
3. faça enquanto ( houver atores na lista  $\beta$  ) (  $i \leq \text{resultado\_maximo}$  )  
4.            $\text{VetorLinks}_i \leftarrow \beta_i$   
5. fim enquanto  
6. retorna VetorLinks;
```

O algoritmo efetua uma busca pelos atores que tiverem maior número de vínculos imediatos (linhas 1 a 2). Para o resultado dessa busca, somente os n primeiros atores encontrados serão adicionados ao vetor de resultados. Esse controle é feito através do parâmetro *resultado_máximo* (linhas 3 a 5).

5.2.7 Comunicação entre os Agentes

Durante a execução de uma atividade, o AI designado para auxiliar o usuário efetua comunicação constante com o módulo tutor e também com outras instâncias de AI. Essa

comunicação entre os agentes oferece uma dinâmica diferenciada ao processo de utilização unicamente de uma base de conhecimento para efetuar busca e seleção de Atores na rede. Considerando um caso em que haja apenas algumas dezenas de instancias de AI, cada agente pode pesquisar primeiramente entre as outras instancias, representações de perfis que estejam disponíveis para interação, de forma mais rápida que utilizando a base de conhecimento num caso em que a base de conhecimento contenha milhares de perfis registrados. Com a comunicação entre as múltiplas instancias de AI permite-se ao usuário, quando iniciar a utilização da rede, sinalize disponibilidade para comunicação e participação em atividades mesmo que no seu perfil tenha feito uma seleção diferente. Isto permite uma disponibilidade eventual na rede, e é útil para o usuário quando a multiplicidade de mensagens ou solicitações de links relacionais não é uma situação desejável.

5.2.8 Parametrização e Ajuste: O Processo de Aprendizado do Agente

A dinâmica do modelo proposto prevê que o AI será acionado por eventos originados durante a execução das atividades disponibilizadas. Para cada novo evento que for completado, essas informações são atualizadas em sua base de conhecimento e no módulo tutor. Considera-se nesse caso que o evento em questão é caracterizado pela seleção efetuada dentro de uma atividade, o aceite/não aceite de uma sugestão de link social pesquisado ou ainda a utilização de um conteúdo sugerido. O processo de aprendizado dos agentes ocorre através do monitoramento dos eventos originados durante a execução de uma atividade, sendo ajustado a cada ciclo iterativo. Cada ciclo iterativo, considerando a utilização da rede social, por exemplo, corresponde a um evento completo como o mapeamento de um perfil na rede que seja compatível com a atividade em execução, sua sugestão ao usuário e o aceite/não aceite resultante dessa sugestão de vínculo social. No caso da utilização dos conteúdos esse ciclo corresponde à pesquisa de um vídeo ou uma programação complementar, sua sugestão ao usuário e a utilização/não utilização do conteúdo mapeado.

Do ponto de vista da rede social, o aprendizado modelado para o AI consiste basicamente em avaliar quais perfis mapeados tiveram maior aceitabilidade tanto por parte do usuário quanto pelo Ator mapeado, e quais resultaram em mais interações durante a execução da atividade. Para mensurar as interações é considerada a quantidade de mensagens

enviadas e recebidas durante a execução de uma tarefa. Conforme o conceito de direcionalidade apresentado no capítulo 2, foi considerada como *direcional* a mensagem que não apresentou reciprocidade durante a execução da atividade. Os atributos de perfis mapeados na rede, que tiverem maior aceitabilidade mútua e interação, serão utilizados para ajuste nas próximas buscas efetuadas pelo AI.

Do ponto de vista de utilização dos vídeos disponibilizados, o refinamento no processo de pesquisa do AI para mapeamento de conteúdo adicional, ocorre monitorando o aceite/não aceite das sugestões mapeadas, e o desempenho obtido pelo usuário na execução da atividade. Quanto maior o número de usuários que obtiverem desempenho igual ou superior ao esperado para a atividade, maior será o grau de correlação com a atividade atribuída ao conteúdo mapeado, e esse grau de correlação é atualizado na base de conhecimento. Quanto maior for o número de usuários que utilizem o conteúdo e obtenham um desempenho abaixo do esperado para a atividade, a base de conhecimento será atualizada com um grau de correlação menor para ao conteúdo mapeado para a atividade.

5.3 ESTRUTURA DE REDES SOCIAIS PARA USO DE VÍDEO DIGITAL

5.3.1 Considerações sobre o Sistema de Redes Sociais com Vídeo Digital

Questões como a transmissão, armazenagem e integração de informações referentes aos usuários, assim como esquemas técnicos de sistemas de processamento, autenticação e também o detalhamento de infra-estrutura, não integram os estudos desenvolvidos na presente pesquisa. São apresentados os aspectos essenciais à concepção do modelo de interatividade em SRS contido na proposta, e características funcionais não presentes nos modelos utilizados como referencia.

Para reduzir a escala e complexidade do modelo proposto, a abordagem de Rede Social utilizando vídeo digital e sistema multiagente é inicialmente contextualizada em um ambiente universitário onde apenas usuários com algum vínculo institucional previamente definido, tem acesso aos recursos disponíveis. Basicamente, para ter acesso aos recursos de SRS disponíveis no ambiente e interagir com os demais participantes da rede, é necessário

que o usuário efetue uma operação de autenticação. Para a proposta, assume-se que os usuários são previamente classificados de acordo com seu vínculo institucional, ou seja, para um usuário que for identificado na rede com a classificação Aluno, conteúdos adicionais como tarefas e programas educativos sugeridos por seus professores, por exemplo, são apresentados após a operação de acesso ao sistema. Para os usuários classificados como Educador, operações como a criação de novas tarefas, por exemplo, são habilitadas. Nesse caso, os Educadores exercem uma função de Usuário e também de Administradores de algumas das características existentes no ambiente (Figura 27).

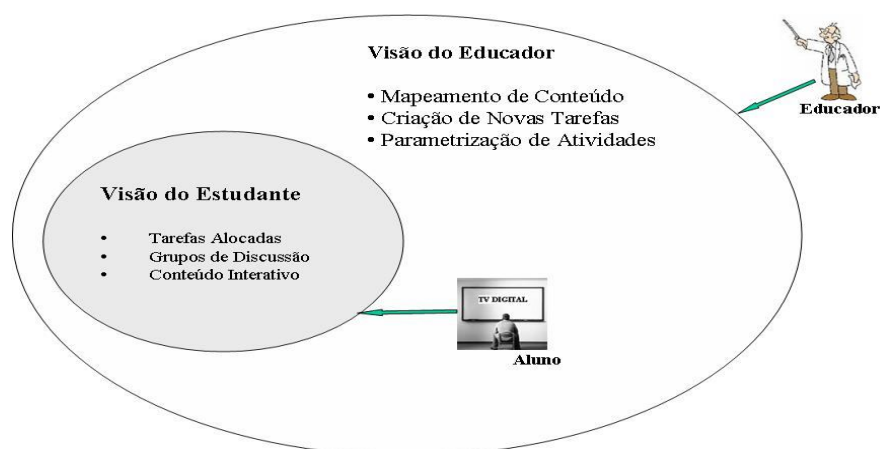


Figura 27. Funções dos Usuários no Modelo

A Figura 27 trata da visão do Educador como administrador do sistema, tendo permissão de acesso para alterar parâmetros das atividades, enquanto que o Aluno tem visão de recursos disponibilizados pelo Educador, mas sem possibilidade de alteração/composição.

5.3.2 Principais Recursos do Módulo Sistema de Redes Sociais

Perfil de Usuário

A maioria dos Sistemas de Redes Sociais apresentados no Anexo 1, que atualmente são ampla utilização no ambiente de Internet, permitem aos usuários participantes registrar um perfil com informações de identificação e outros dados relativos aos interesses pessoais. Na rede proposta para o ambiente de vídeos digitais é importante permitir esse mesmo tipo

de funcionalidade para que os modelos de Agentes Inteligentes, assim como também os usuários, consigam efetuar buscas por perfis dentro da rede e verificar a coincidência desses atributos entre os usuários. Também é comum em SRS o uso do recurso *Avatar* para representação do indivíduo no ambiente virtual, devido às suas características de empatia e imersão (SODOWSKI JR; STANNEY, 2002). Para o modelo de SRS baseado em vídeos digitais é proposta a utilização de imagens predefinidas e disponibilizadas para seleção pelo usuário.

Considerando que o perfil do usuário está inserido no contexto educacional, as informações do perfil para o usuário classificado como Aluno, são basicamente:

- Nome / Apelido
- Idade
- Curso/Disciplinas em que está matriculado
- Interesses de Pesquisa
- Interesses Pessoais

Para o usuário classificado como Educador, as informações do perfil são:

- Nome / Apelido
- Idade
- Curso/Disciplinas que Leciona
- Interesses de Pesquisa
- Interesses Pessoais

Grupos de Discussão

Como apresentado no capítulo 2, um SRS deve permitir que seus usuários organizem e participem de novos grupos dentro da rede, portanto, este mesmo recurso está previsto no modelo.

Busca e Visualização de Perfis dentro da Rede

O mecanismo de localização de perfis para um SRS é importante para que o usuário consiga explorar a rede. O modelo propõe um mecanismo de busca em que o usuário além de navegar pelos grupos de discussão dentro da rede, possa localizar outros perfis de acordo com:

- Nome / Apelido
- Interesses de Pesquisa
- Interesses Pessoais

A opção de visualização dos membros pertencentes ao grupo de relacionamentos de um determinado usuário também faz parte das opções de busca.

5.3.3 Modelo de Comunicação

Conforme a proposta apresentada por Coppens et al. (2005), assume-se que ferramentas para auxiliar a comunicação como Chat por voz ou ainda serviços de mensagem instantânea, por exemplo, estejam disponíveis para os usuários no ambiente operacional. A comunicação entre os usuários proposta para o modelo pode ser estabelecida de forma síncrona e assíncrona. Durante a participação dos usuários na execução de uma atividade a comunicação será síncrona quando estes estiverem conectados simultaneamente e utilizando um serviço de mensagem instantânea ou chat por voz. Será estabelecida uma comunicação assíncrona quando os usuários registrarem mensagens para visualização por outros usuários enquanto não estiverem conectados ao ambiente.

5.3.4 Proposta de Interface

A interface proposta para o modelo foi inicialmente implementada para o ambiente de Internet e projetada para ser acionada através de menus interativos e links. No caso de implementação dessa proposta em outras plataformas, as considerações de projeto de interface de cada ambiente devem ser avaliadas. Por exemplo, no ambiente de TVDI, esses recursos poderiam ser apresentados como elementos sobrepostos à imagem principal apresentada na tela. A definição de layout de interfaces para a rede social e demais recursos, foi baseada inicialmente em aspectos comuns de layout encontrados nos SRS mais populares que são baseados em Internet (Orkut e Facebook), combinados com elementos que compõe a identidade visual do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Presbiteriana Mackenzie. A escolha da interface proposta para este modelo leva em consideração a possibilidade de rápida assimilação do uso dos recursos disponíveis devido à familiaridade de interface por parte dos usuários que, tenham alguma experiência anterior com uso de sistemas de redes sociais em Internet. Contudo, cabe ressaltar que um estudo aprofundado de interfaces para SRS não está contemplado no escopo da presente pesquisa.

Telas de Interação

A seguir algumas das telas da implementação do modelo, considerando o contexto do usuário classificado como Estudante. As telas selecionadas apresentam alguns dos principais recursos disponibilizados através de execução de buscas executadas pelo AI, como sugestão de vínculos sociais e, conteúdos relacionados a tarefa em execução.

Na Figura 28 pode-se visualizar uma tela para seja efetuada a autenticação/validação do acesso ao sistema, permitindo que o sistema defina quais recursos estarão disponíveis.

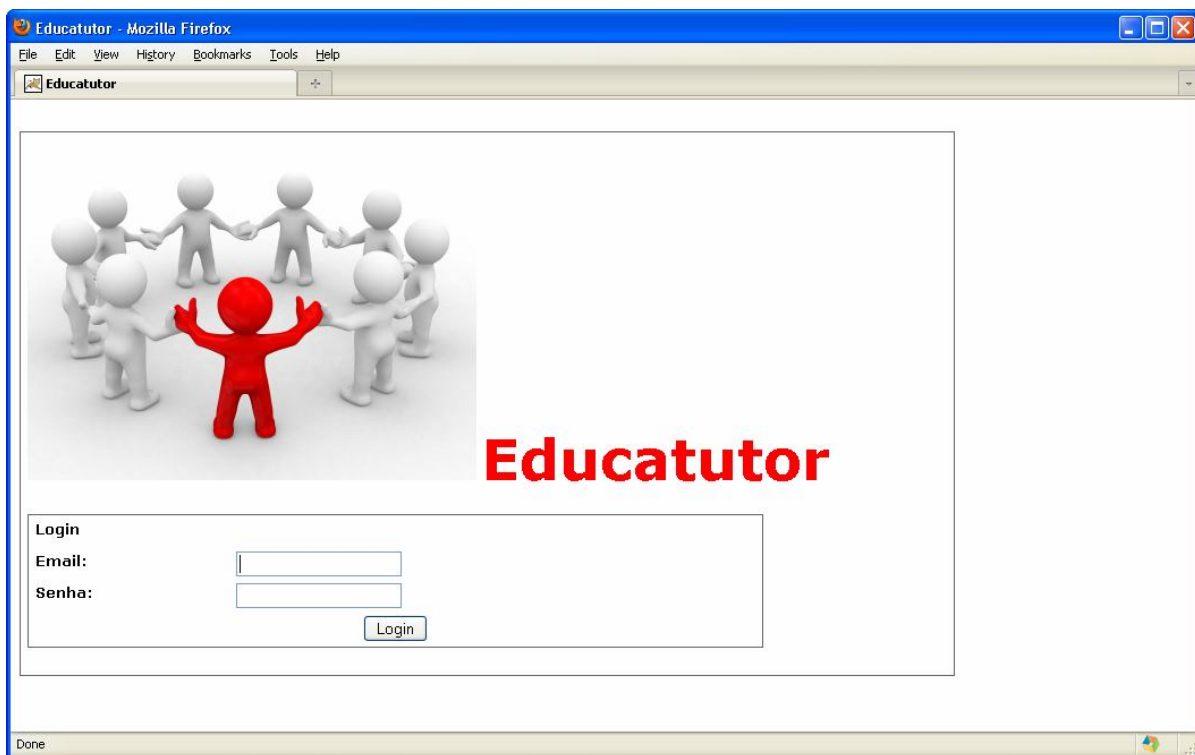


Figura 28. Tela de autenticação do usuário

Na Figura 29, pode-se visualizar uma tela contendo o menu de opções disponíveis para o usuário identificado como Estudante. Dentre as principais opções, está disponível o recurso de acesso às atividades disponibilizadas pelo educador, atualizações do perfil registrado, acesso ao sistema de rede social, e também pesquisa por conteúdos disponíveis no repositório de vídeos digitais.

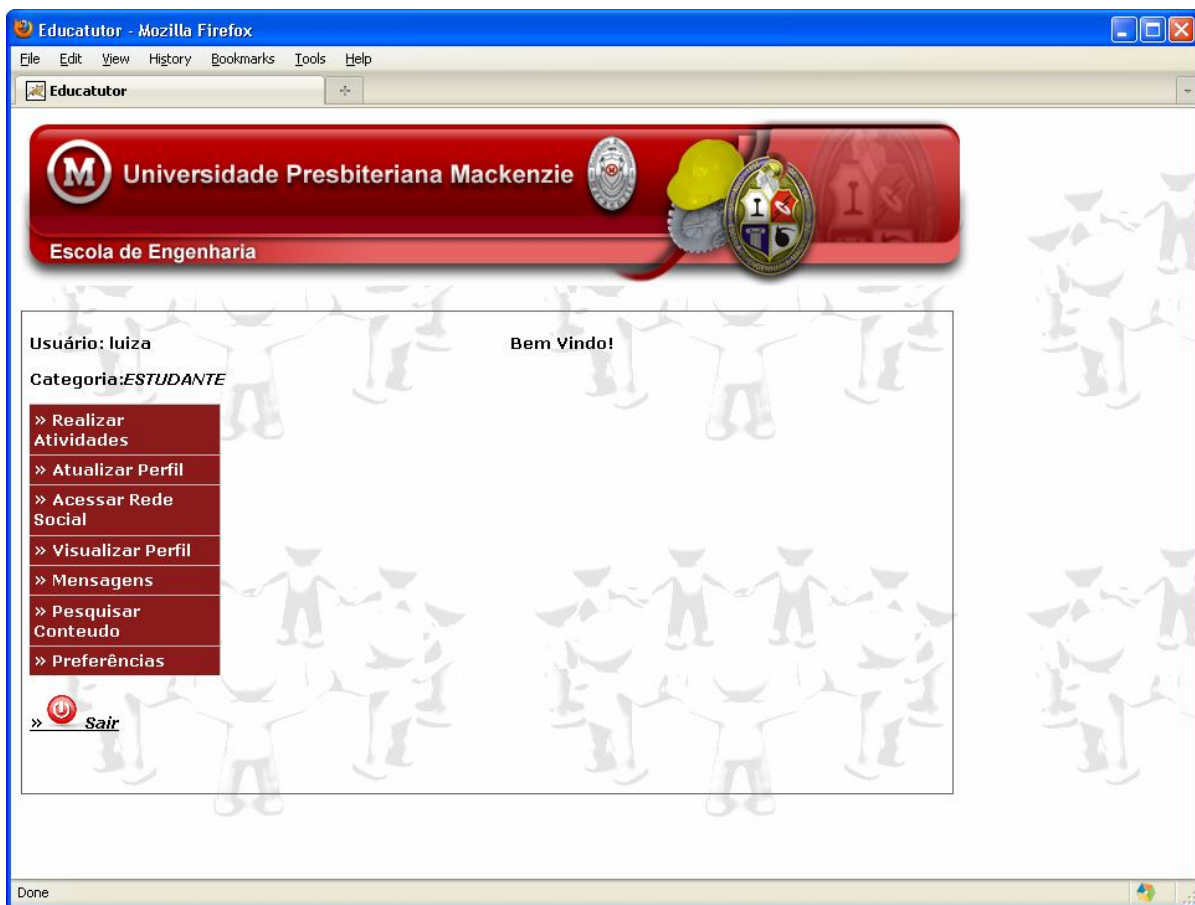


Figura 29. Tela inicial para o perfil de Estudante

Na Figura 30 é possível visualizar uma tela para usuários com o perfil classificado como Estudante, que apresenta recursos como aviso de mensagens, histórico de atividades e lista de colegas.

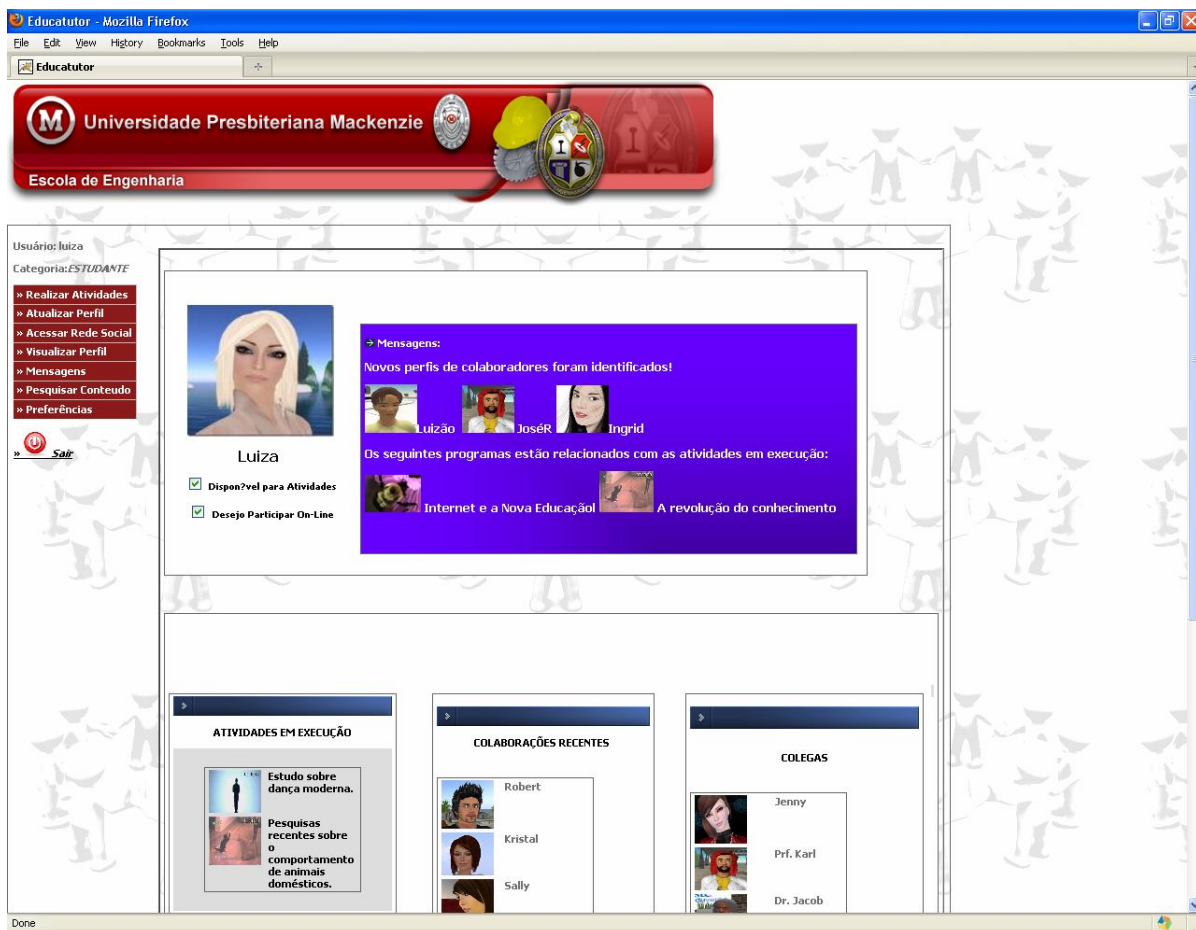


Figura 30. Tela para usuário classificado como Estudante

Também está disponível para o usuário a seleção das opções que definem o modo de participação em atividades de outros usuários. Essa seleção, que indica se o usuário está disponível para atividades, é combinada com a indicação de participação on-line ou off-line. Destacam-se outras informações disponibilizadas ao usuário nesta tela, como demais usuários localizados e sugeridos para colaboração na atividade e a lista com conteúdo adicional para a atividade, ambos mapeados por meio de buscas efetuadas pelo AI.

Já na Figura 31 pode-se ver uma mensagem de sugestão de perfis mapeados pelo AI e disponibilizados ao usuário e os conteúdos adicionais para a atividade localizados pelo AI.



Figura 31. Tela com resultados de pesquisa do AI

Na Figura 32 pode-ser ver uma lista dos Atores na rede que interagiram recentemente com o usuário em alguma atividade.

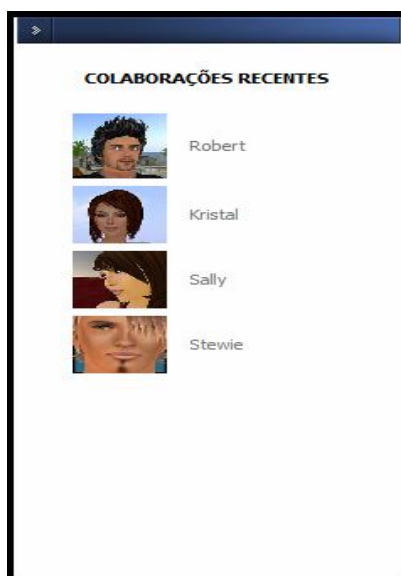


Figura 32. Lista com Histórico de Colaborações

A Figura 33 dispõe uma tela de interação com atividade proposta, onde o usuário pode controlar a apresentação do conteúdo, efetuar uma seleção para responder questões relacionadas ao conteúdo, além de acionar os vínculos para perfis dos demais usuários participantes e conteúdos adicionais propostos.

Educatutor - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

Educatutor

Universidade Presbiteriana Mackenzie

Escola de Engenharia

Usuário: luiza

Categoria: **ESTUDANTE**

» Realizar Atividades

» Atualizar Perfil

» Acessar Rede Social

» Visualizar Perfil

» Mensagens

» Pesquisar Conteúdo

» Preferências

»  Sair

Novas Mensagens Recebidas!

Descrição da Atividade: Historia da Web - Navegar e Preciso - Complemento



Questão Proposta: Quando se iniciou a conexão de redes de escala mundial que deu origem a Internet?

☐ Opção A) Na década de 60?
☐ Opção B) No ano de 2002?
☐ Opção C) Na década de 90?
☐ Opção D) Em 1999?

Confirmar Resposta Cancelar

Um registro encontrado.

1

Código do Item	Código da Tarefa	Descrição	Questão Proposta
4	4	Historia da Web - Navegar e Preciso - Complemento	Quando se iniciou a conexão de redes de escala mundial que deu origem a Internet?

Figura 33. Tela de interação com atividade proposta

Na Figura 33 também encontra-se a possibilidade do usuário verificar quais outras atividades foram disponibilizadas pelo educador. Notificações do recebimento de novas mensagens de colegas, localização de conteúdo relacionado à atividade em execução e, perfis

na rede com possibilidade de colaboração também são apresentados nesta interface (Figura 34).

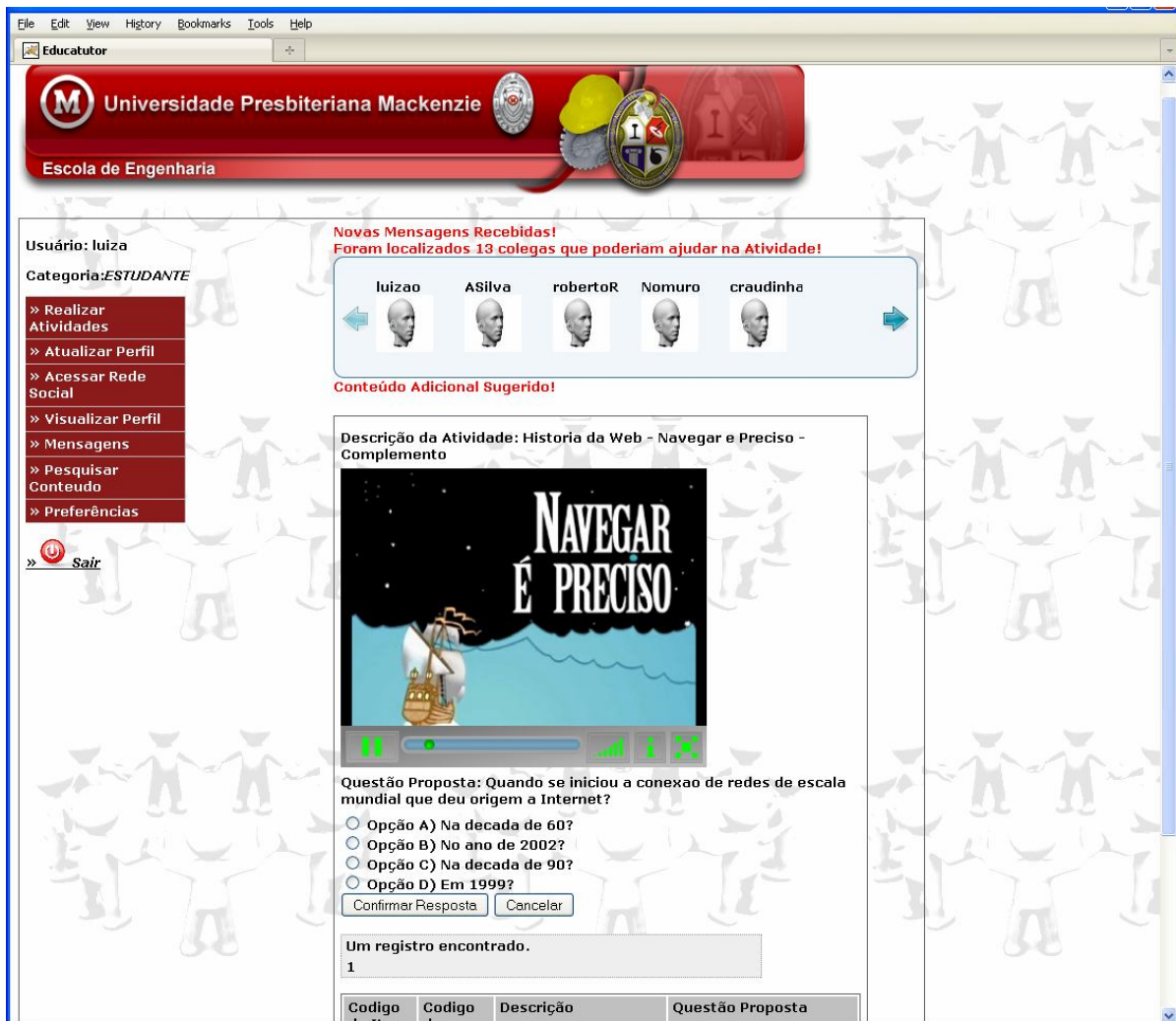


Figura 34. Tela com conteúdo e perfis mapeados pelo Agente

5.3.5 Visibilidade e Escopo de Informações

Os recursos de SRS propostos são habilitados após a operação de acesso do usuário ao sistema, como é comum no ambiente web. O usuário também poderá selecionar seu status de visibilidade durante a utilização do SRS em:

- On Line
Essa seleção de status permite que outros usuários solicitem autorização de contato (Chat de voz ou *Instant Messaging*), e também habilita a interação por parte do usuário.
- Off Line
Neste modo, o usuário consegue visualizar informações na rede, porém não habilita outros usuários a solicitar contato e também não fica habilitado à interação com outros usuários.

O escopo de informações acessíveis apenas para leitura por outros participantes da rede, também pode ser modificado pelo usuário da seguinte maneira:

- Público
Todos os participantes da rede possuem acesso de leitura à informação publicada pelo usuário.
- Amigos
Com esta seleção, somente os usuários da rede que pertencem ao grupo de relacionamentos do usuário poderão ter acesso à informação.
- Privado
Neste modo, somente os usuários selecionados possuem o acesso à informação do usuário.

Como o modelo proposto na pesquisa tem o objetivo de estimular a interação e possivelmente a colaboração entre os usuários, o controle de visibilidade na plataforma de SRS é importante para verificar quais usuários estão disponíveis para interação durante os procedimentos de busca por vínculos sociais executados pelo AI e pelo usuário. Restringindo os resultados das buscas efetuadas, para conter apenas os usuários que tiverem definido seu status como *Disponível* ou *On-Line*, permite-se manter uma característica do processo colaborativo em EAD que é a espontaneidade, como apresentado no trabalho de Frossard (2007).

5.4 FERRAMENTAS DO EDUCADOR: MÓDULO TUTOR

5.4.1 Composição da Unidade Instrucional

Para a implementação do modelo, o subsistema que caracteriza o Módulo Tutor disponibiliza um conjunto mínimo de ferramentas ao usuário classificado como Educador, que permitem a composição de unidades instrucionais, utilizando para composição dessas unidades principalmente vídeos e recursos como links da Internet, imagens e textos. O Módulo Tutor consiste basicamente de um conjunto de ferramentas para parametrização das atividades e uma base de informação onde características como classificação da atividade, a seleção dos participantes e o desempenho são registradas. Uma das principais funcionalidades disponíveis neste módulo, a ferramenta de composição de atividades, permite que o educador selecione um conjunto de vídeos, defina sua ordem de exibição para o estudante e, defina parâmetros como o tempo limite para conclusão da atividade. O conteúdo da Figura 35 representa a disponibilidade de utilização de um repositório onde existam unidades instrucionais de acesso exclusivo ao educador e outras que foram compartilhadas por educadores que também fazem uso da plataforma.

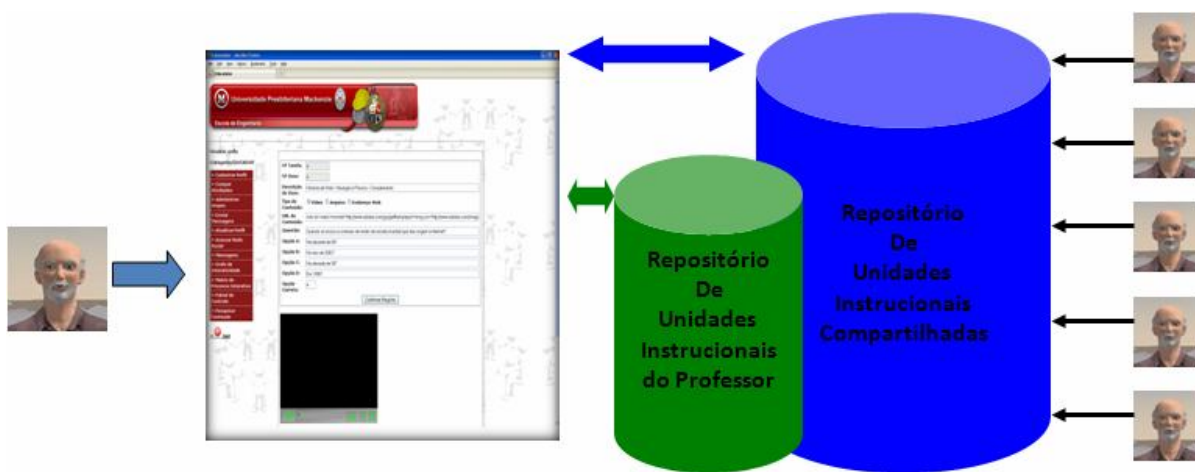


Figura 35. Esquema de Repositório para Unidades Instrucionais

Outras atividades já disponíveis no repositório de unidades instrucionais podem ser vinculadas à composição como pré-requisito ou conteúdo complementar para a atividade.

5.4.2 Acessibilidade e Escopo das Unidades de Aprendizagem

Para o educador, durante a parametrização das composições, estas podem ser definidas como *compartilhadas*. Unidades Instrucionais que não tiverem esse item selecionado (ativado) permitem alterações apenas pelo educador que efetuou a composição e parametrização da atividade. As que tiverem a seleção de *compartilhamento* ativada podem ser pesquisadas no repositório por outros pesquisadores e reutilizadas, podendo ser modificadas ou não, dependendo da seleção de *permissão de alteração* pelo educador no momento da composição. O compartilhamento de unidades instrucionais facilita, para o Educador, a reutilização dessas composições, bem como o processo de disponibilização de novas atividades aos estudantes. Isso pode, também, permitir que o Educador analise o desempenho obtido pelos estudantes para a atividade e identifique ajustes necessários à tarefa originalmente proposta.

Após efetuar a autenticação no ambiente, o sistema apresenta para o educador um menu contextualizado para a administração de tarefas e customizações gerais, criação de grupos para execução da tarefa e acesso aos recursos do sistema de redes sociais (Figura 36).



Figura 36. Tela com menu contextualizado para o perfil Educador

A Figura 36 apresenta um exemplo da interface de composição de atividades, onde é possível selecionar vídeos, links de Internet, definir o período em que a atividade vai estar disponível para os estudantes e parâmetros relacionados ao compartilhamento e controle de alterações da unidade instrucional.

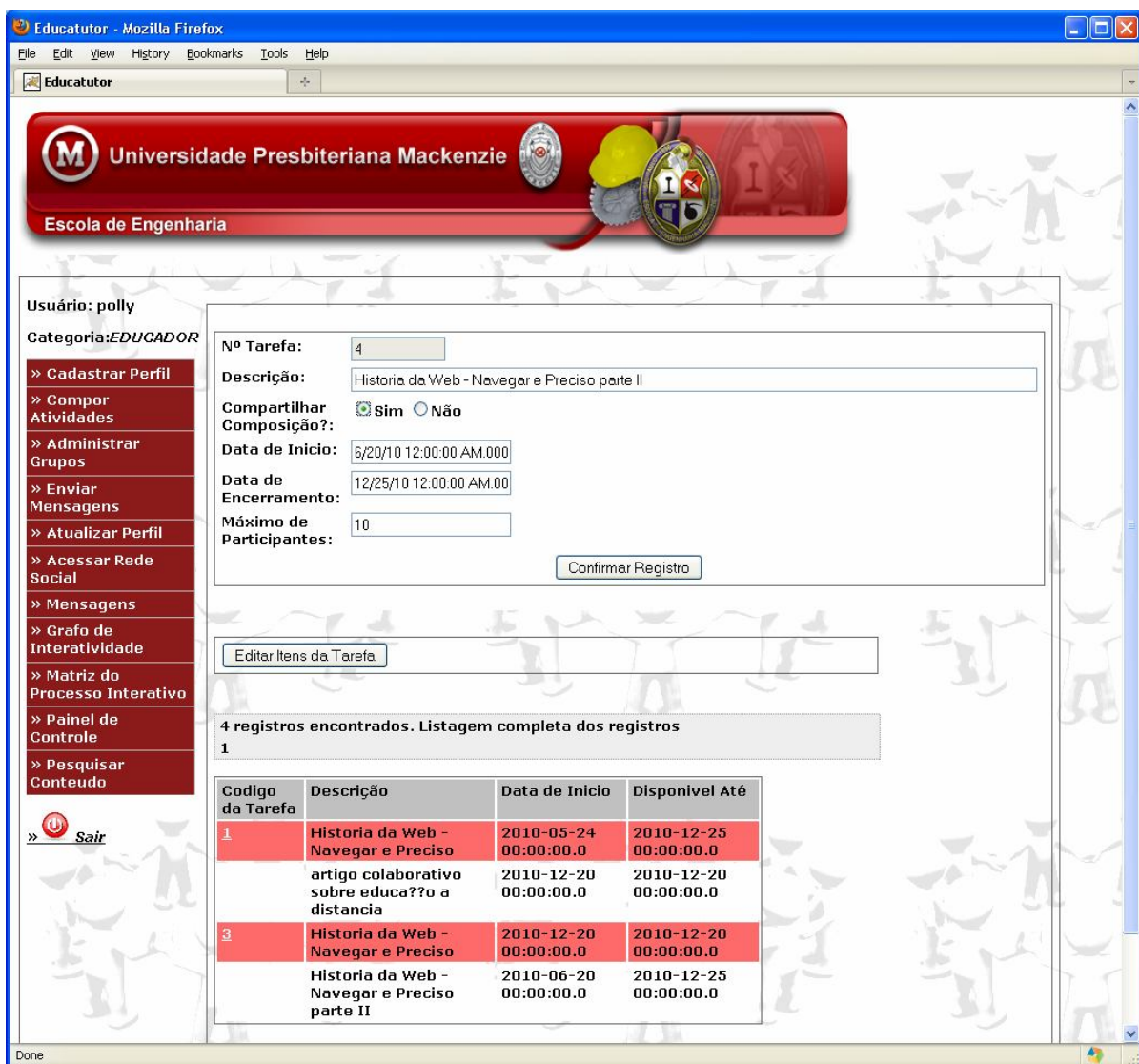


Figura 37. Interface de Composição de atividades pelo Educador

Ainda nesta estrutura, a Figura 37 permite observar que o Educador também possui uma interface de apresentação do conteúdo de vídeo digital que será utilizado na atividade. Isso possibilita que ele também verifique quais os conteúdos compõem as atividades que estão disponíveis no repositório de unidades instrucionais compartilhadas (Figura 37).

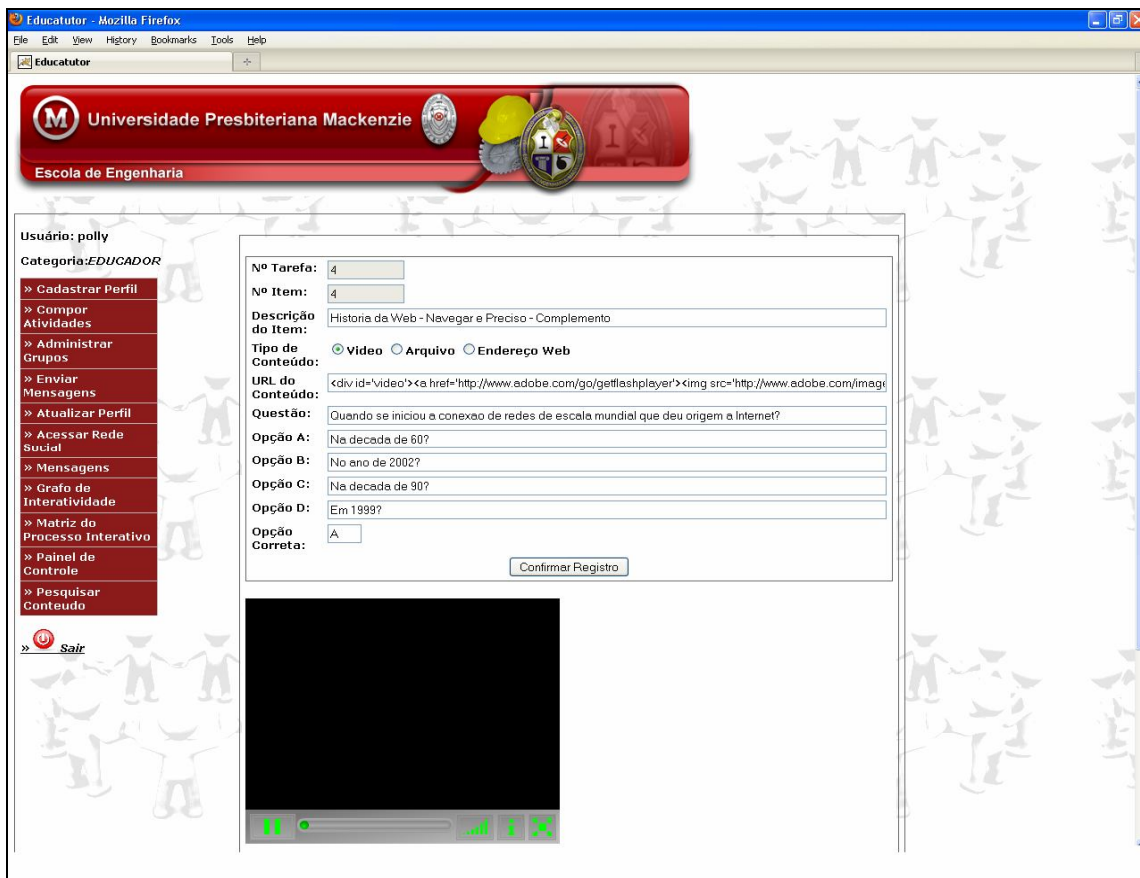


Figura 38. Interface para administração de itens da Atividade

5.4.3 Visualização do Fluxo de Interatividade da Rede

Com o modelo propõe interações baseadas em Redes Sociais, uma das ferramentas que oferece um maior número de informações contextuais úteis para o Educador úteis é a visualização do fluxo de interações na rede. Conforme descrito no capítulo 2, aplicando elementos teóricos vinculados à Análise de Redes Sociais, esse recurso permite rápida visualização do padrão de relacionamentos estabelecido na rede e, no caso do modelo proposto, uma representação de leitura intuitiva do fluxo de interatividade que se estabelece através das comunicações originadas de uma atividade proposta para um estudante ou grupo. A Figura 38 apresenta um exemplo de visualização gráfica para os laços relacionais estabelecidos no contexto de uma determinada atividade.

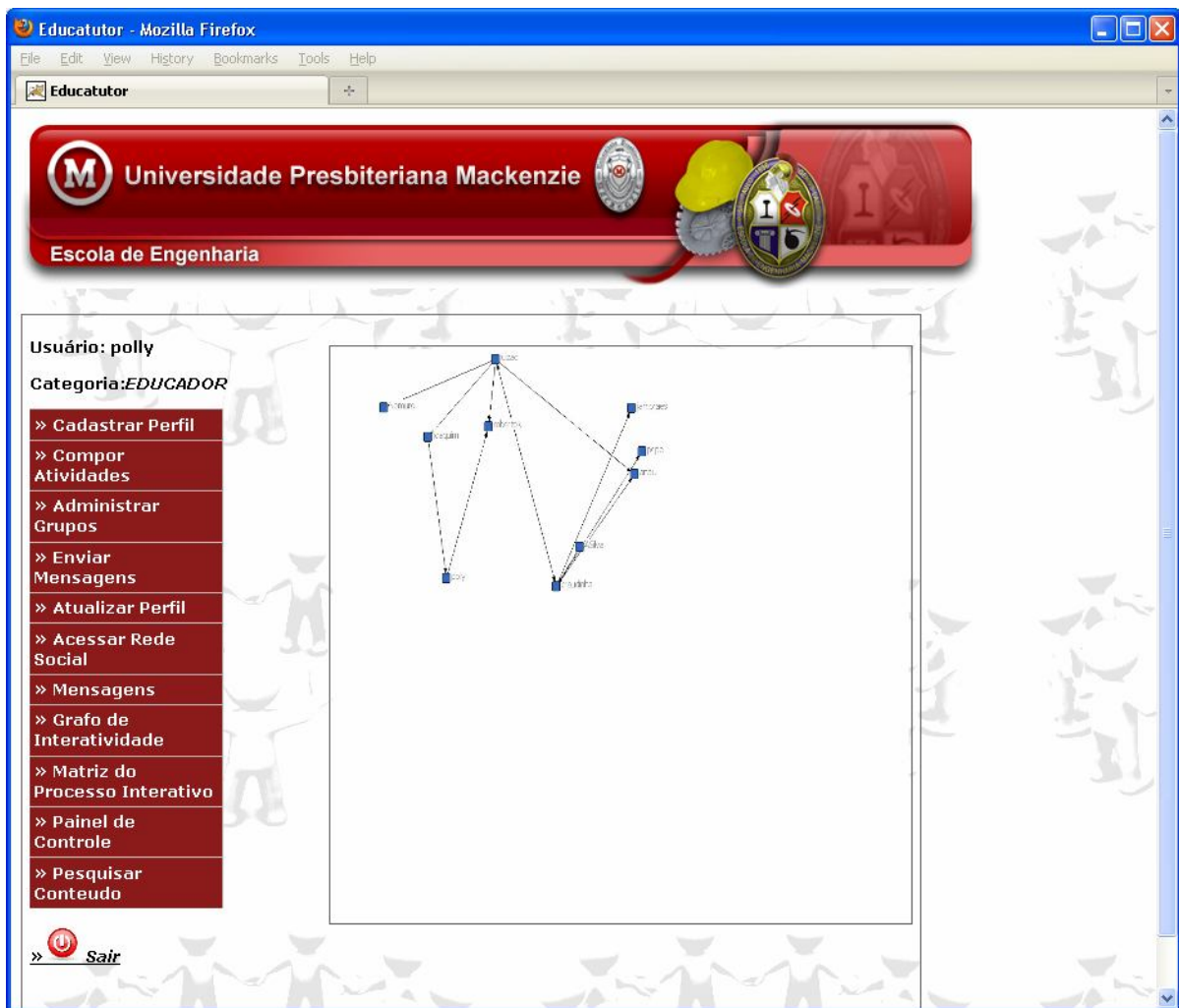


Figura 39. Visualização gráfica dos laços estabelecidos na atividade

A visualização gráfica pode fornecer ao educador uma maneira de identificar padrões de concentração de vínculos ou intermediação entre atores na rede. Outra forma disponível de visualização de interações é a forma matricial, que demonstra de forma sumariada a quantidade de interações e pode fornecer a quantidade de mensagens enviadas e recebidas por determinados usuários na execução da atividade.

A Figura 39 possui um exemplo de visualização matricial para o fluxo de interações dos usuários da rede.













FLUXO DE INTERAÇÕES						
	0RECEBIDAS 0ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS
	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS
	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS
	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	4RECEBIDAS 5ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS
	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS
	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS	2RECEBIDAS 1ENVIADAS

Figura 39. Visualização matricial do fluxo de informações gerados pela atividade

Na tela de exemplo, a informação da quantidade de mensagens enviadas e recebidas entre os pares de usuários é disponibilizada. Essa informação é útil para que o Educador possa identificar a direcionalidade do fluxo de comunicação.

5.4.4 Exemplo do Fluxo Operacional

Após a apresentação das principais telas de interação do sistema disponíveis para os usuários (educadores e estudantes), um exemplo do fluxo de utilização do sistema é ilustrado a seguir. Apenas as operações essenciais para o entendimento da utilização do sistema são detalhadas no exemplo. Esse contempla o fluxo de composição de atividade pelo educador, acesso e realização da atividade pelos estudantes, a operação do sistema Multiagente no suporte à execução da tarefa e intermediação do processo interativo e, por fim, a disponibilização das informações do processo interativo e comunicacional resultantes das atividades.

Composição de Atividades

No fluxo apresentado pela Figura 40, o educador seleciona uma atividade disponível no repositório de unidades instrucionais ou compõe uma nova atividade (passo *a*). Em

seguida escolhe os participantes da atividade (passo *b*) além de definir quais atividades/vídeos serão utilizados como conteúdo de reforço ou complementar à tarefa (passo *c*).

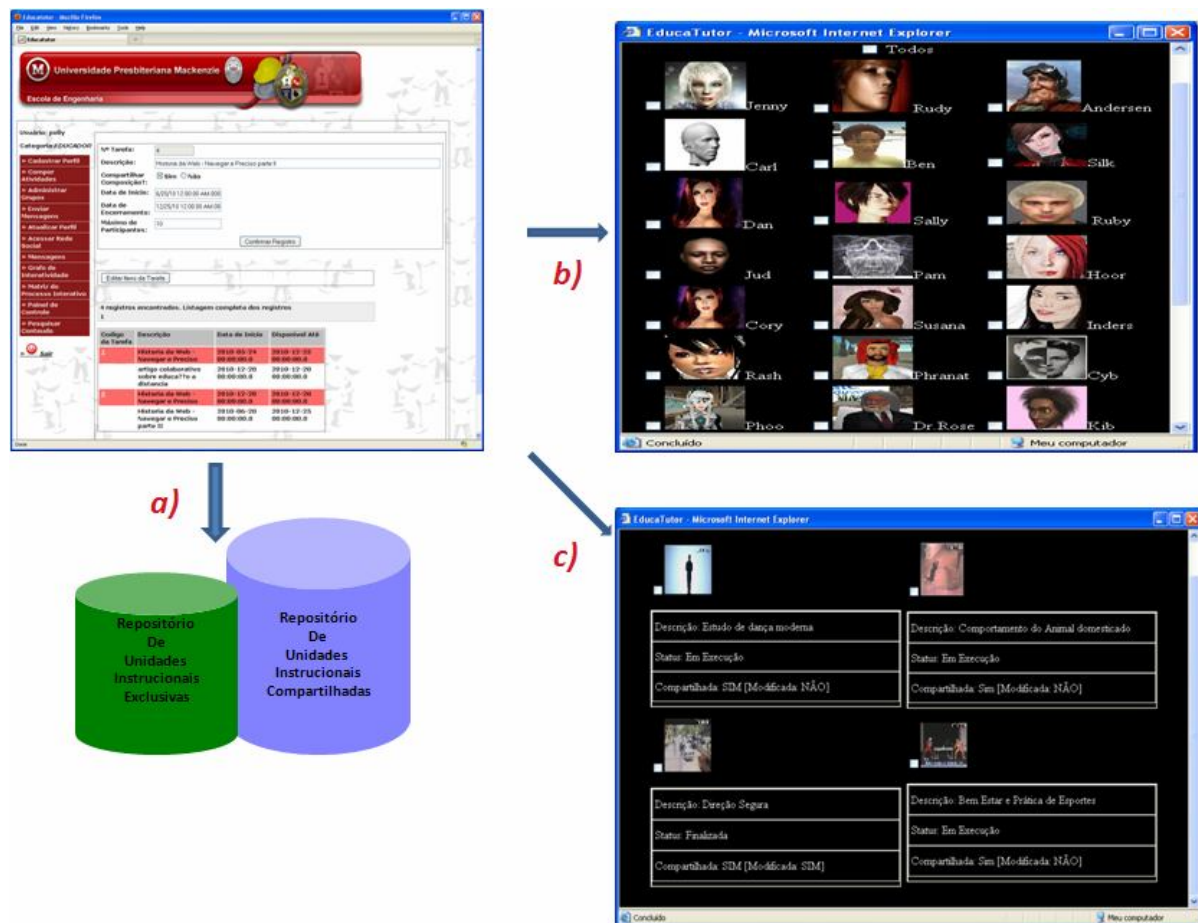


Figura 40. Fluxo de Composição de Atividades

Após a finalização da composição da atividade, esta fica liberada para os estudantes de acordo com os parâmetros de período de acesso disponibilizados pela interface previamente apresentada na Figura 36b.

Realização das Atividades

A Figura 41 refere-se ao que ocorre após a liberação de uma nova atividade pelo educador, quando um estudante acessa o ambiente, uma instância de AI localiza no repositório todas as novas atividades que estão designadas para o estudante e também as que

ainda estão em execução (passo *a*), assim como pesquisa na rede social os prováveis colaboradores para essas atividades (passo *b*) e apresenta essas informações na tela de acesso (passo *c*).

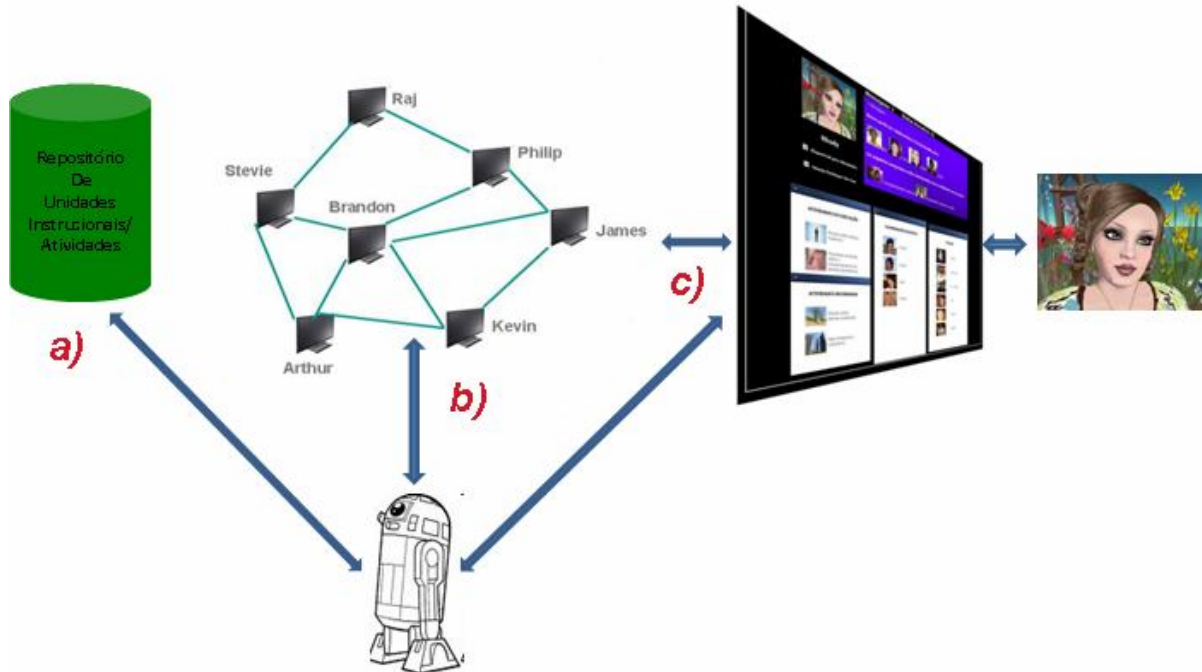


Figura 41. Disponibilização de Atividades para os Estudantes

Ao acessar e iniciar a realização de uma atividade, a instância de AI registra o fluxo de mensagens entre o estudante e os demais participantes da tarefa (passo *a*), registra as respostas para a atividade (passo *b*) e, verifica a quantidade de erros e acertos para a atividade conforme o educador parametrizou no módulo tutor (passo *c*). De acordo com os parâmetros fornecidos pelo módulo tutor, o AI pesquisa no repositório de vídeos, conteúdos que sejam de reforço ou complementares à tarefa (passo *d*). Esse fluxo é apresentado na figura 42.

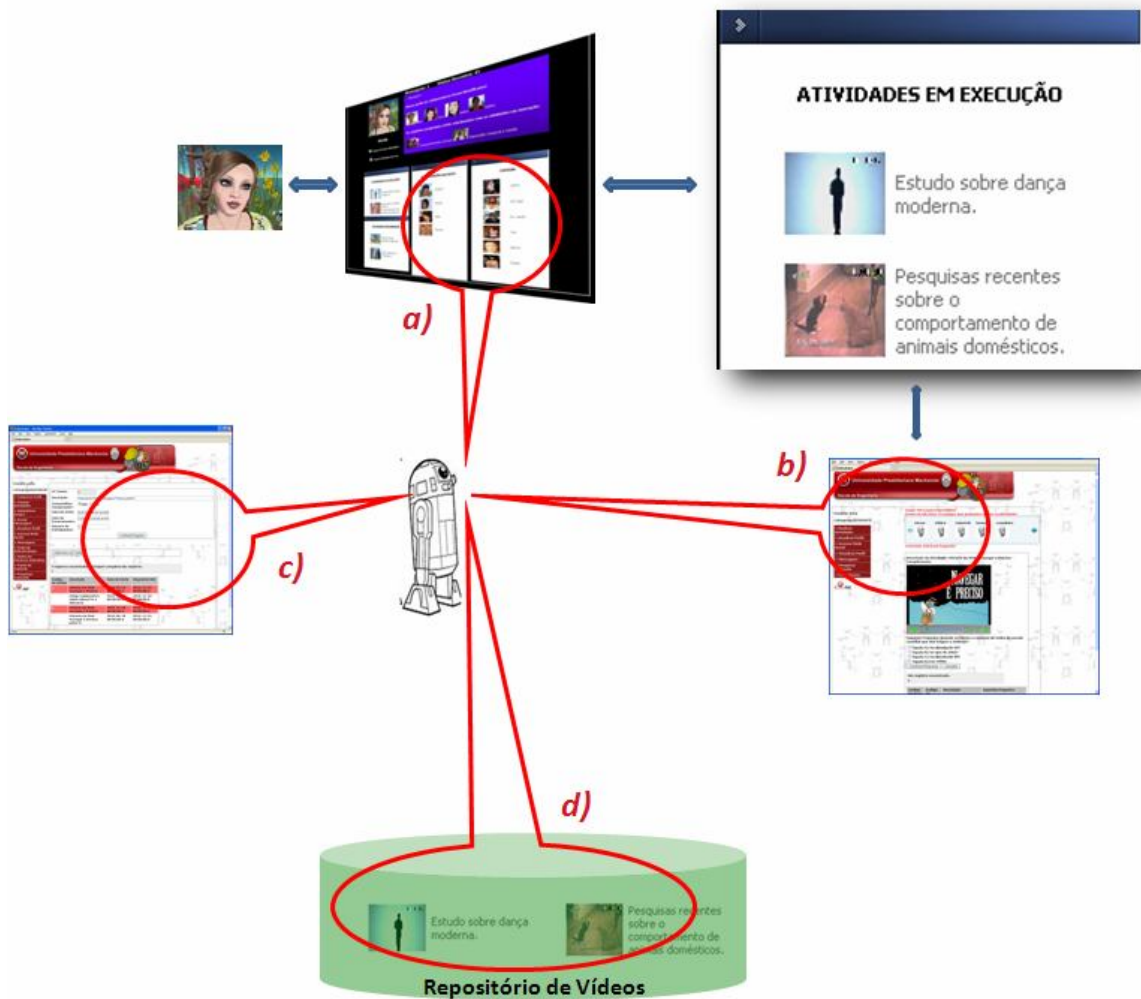


Figura 42. Fluxo de monitoramento do AI

O processo de monitoramento executado pelo AI ocorre de forma contínua e, identificada a necessidade de propor conteúdo complementar ou sugerir perfis localizados na rede para colaboração, mensagens de aviso serão emitidas para o usuário de acordo com o que foi apresentado pela Figura 34.

Análise do Fluxo Interativo e Colaborativo

A Figura 43 permite perceber que após a completude de uma atividade pelos participantes ou encerrado o prazo limite para realização da atividade (passo a), o educador pode verificar o fluxo de interação e colaboração resultante da participação dos estudantes. Esta verificação pode ser realizada por meio da análise da quantidade de mensagens enviadas

durante a atividade, que pode ser apresentada na forma de grafo de interação (passo *b*), ou em forma matricial (passo *c*).

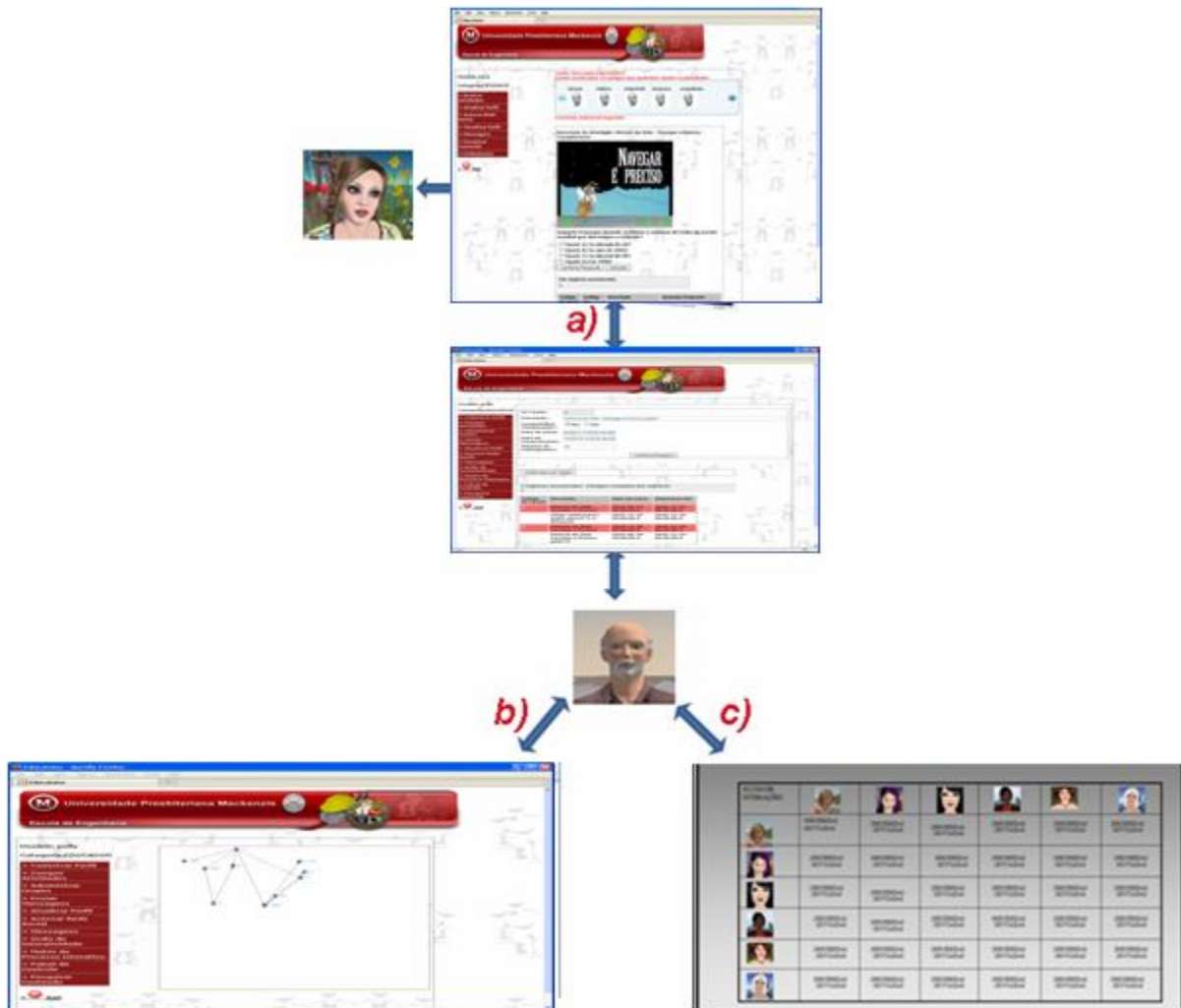


Figura 43. Análise do Processo Interativo

O formato de apresentação do fluxo interativo é baseado nos conceitos de Análise de Redes Sociais apresentados no capítulo 2.

5.4.5 Repositório de Vídeos Digitais

O escopo deste trabalho não contempla o projeto completo de uma biblioteca de vídeos digitais. Inicialmente é disponibilizado através da interface de composição de unidades instrucionais, o recurso de transferência de arquivos de vídeo e o mapeamento de endereços de vídeos disponíveis na web (URL). Conforme levantamento apresentado no

Anexo 2, que lista um expressivo número do compartilhamento de conteúdos de vídeo digital na web, espera-se que o educador faça o mapeamento dos vídeos que deverão ser utilizados na composição das atividades. A Figura 44 apresenta o AI como utilizador do repositório de vídeos digitais (passo *a*), que é composto de endereços de vídeos na web (passo *b*) e arquivos fornecidos pelo educador (passo *c*).

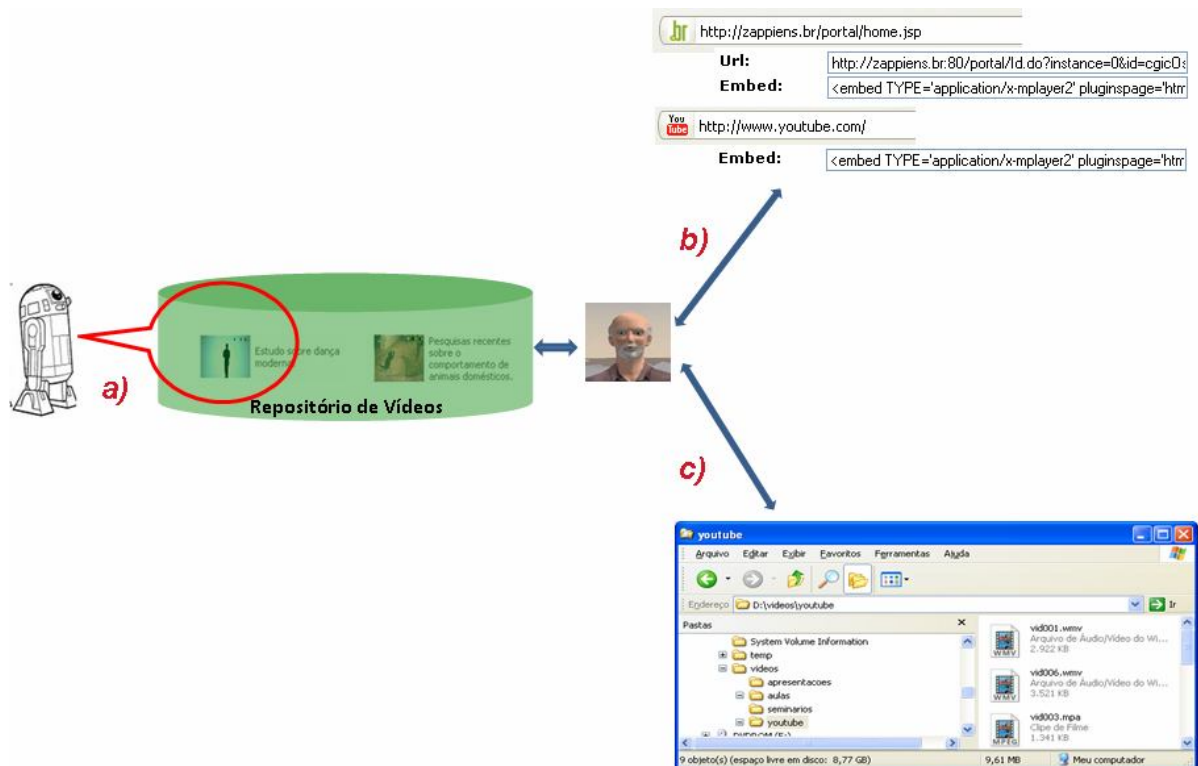


Figura 44. Composição do repositório de vídeos digitais

Essa característica reduz a complexidade de implementação do AI e garante a classificação do vídeo digital quanto ao conteúdo e pertinência com a atividade disponibilizada.

5.4.6 Estratégias Pedagógicas para Aplicação de Tarefas e Estimulo à Interação e à Colaboração

Conforme apresentado no capítulo 4, o Módulo Tutor também pode ser observado como um sistema que é composto de diferentes domínios para auxiliar no processo educacional

(RICHARDSON, 1998). Dentre essas possíveis ferramentas, é relevante para o projeto a que trata dos elementos pedagógicos do processo interativo. Não faz parte do escopo deste projeto uma abordagem completa dos aspectos pedagógicos envolvidos na aprendizagem colaborativa ou um detalhamento de projeto no formato de um STI. A proposta foi a de, experimentalmente, utilizar alguns elementos propostos neste tipo de estrutura para esboçar um módulo tutor com características que suportem atividades relacionadas à interação e/ou colaboração.

Atividades pautadas na interação durante o processo de aprendizado podem ser vinculadas às pesquisas que exploram a Aprendizagem Baseada em Problemas, um domínio de pesquisas que também trabalha a colaboração no processo de aprendizado (HMELO-SILVER, 2004). Da mesma forma, esse tipo de abordagem oferece suporte aos elementos propostos como estratégia pedagógica, inclusive à utilização do elemento vídeo como meio de distribuição de conteúdo para aprendizado colaborativo (HMELO-SILVER; BARROWS, 2006).

Além dessa proposta, o presente trabalho também se inspirou em outros itens de configuração projetados para auxiliar o educador na aplicação da estratégia pedagógica. Dentre esses destacam-se a classificação de grupos de gabaritos de respostas, a definição do formato das respostas para cada atividade, a seleção da ordem de exibição do conteúdo, o limite para encerramento da atividade entre outros; recursos esses baseados no trabalho de Santos e Mustaro (2009a; 2009b).

Ainda, cabe ressaltar que a composição de tarefas possui elementos apresentados na proposta de Mustaro (2006), como a aplicação de estratégia de grupos cooperativos, onde cada atividade disponibilizada pelo educador é composta de múltiplos itens, e cada estudante pode ter atribuições específicas dentro da atividade, sendo considerado o êxito individual na avaliação do resultado obtido pelo grupo.

A partir dessa combinação buscou-se possibilitar o trabalho conjunto, desenvolvimento organizacional e interatividade dos participantes envolvidos nas tarefas (MUSTARO, 2006), que para esta proposta pode ser observado como um resultado único considerado como interação. Essa interação esperada durante o processo de aprendizado e auxiliada pelo Módulo Tutor caracteriza esse subsistema como uma espécie de Módulo Tutor Colaborativo ou Sistema Tutor Inteligente Colaborativo (STIC) como apresentado por Kumar (1992).

6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O presente trabalho objetivou combinar as áreas de pesquisa de Inteligência Artificial e Análise de Redes Sociais para construção de uma ferramenta de EaD. A pesquisa apresenta um sistema baseado em Agentes Inteligentes com objetivo de intermediar e estimular o processo interativo entre usuários de Sistemas de Redes Sociais.

Para isso considerou-se a hipótese de que um ambiente de aprendizado colaborativo baseado em sistema de rede social pode elevar o nível de interação e colaboração entre os estudantes durante o processo interativo, se houver mediação de um mecanismo inteligente. Focando a aplicabilidade dessa proposta no contexto educacional utiliza-se, de forma experimental, o elemento vídeo digital como principal distribuidor de conteúdo educativo. O aprendizado colaborativo que pode resultar da combinação de atividades educativas e interação social disponibilizados no ambiente, é suportado pela operação dos Agentes Inteligentes em conjunto com um Módulo Tutor, disponibilizado para parametrização e composição dessas atividades. A concepção do modelo proposto na pesquisa, utilizando um módulo de Sistema Multiagente é aderente a atual realidade tecnológica de rápida evolução dos SRS disponíveis para uso sendo que, com uma concepção modular e técnicas distribuídas, o modelo permite flexibilidade de implementação e suporte a futuros aprimoramentos de forma independente da plataforma de SRS com a qual se comunica. Essa característica é importante considerando variedade de SRS disponíveis como demonstrado no Anexo 1. Considerando a operação conjunta com um Módulo Tutor ao invés de estar integrado a um Sistema Tutor Inteligente, o conceito de modularidade do Sistema Multiagente é igualmente importante. Devido à crescente disponibilidade de sistemas de código aberto, fica evidente a possibilidade de integração do Sistema Multiagente a outras ferramentas com funcionalidades semelhantes as que foram propostas para o Módulo Tutor.

Espera-se que o modelo proposto possa auxiliar educadores e estudantes na utilização eficiente dos SRS, como novo ferramental aplicado para fins pedagógicos e, principalmente, seja uma ferramenta útil na transposição de dificuldades encontradas na área de EaD, como o isolamento e distanciamento (LEONHARDT; NEISSE; TAROUCO, 2003) que ainda são desafios na utilização CMC empregado para EaD. O isolamento e o distanciamento, quando ocorrem pela diferença de horários em que estudante e educador podem estar conectados a

uma plataforma de EaD, pode ser minimizada pela utilização de um Sistema de Rede Social em que um número maior de participantes, compartilhem interesses de pesquisa e estudo, e possuam um ambiente onde possam estabelecer um processo social e interativo. O educador, dispondo de ferramental para compor e avaliar atividades pedagógicas realizadas por grupos de estudantes nesse ambiente exerce papel fundamental no estímulo ao compartilhamento de conhecimento e sociabilidade, favorecendo o processo de aprendizado envolvendo interação e cooperação.

Combinando Agentes Inteligentes e Sistema de Rede Social, dificuldades que poderiam surgir para o estudante durante a execução de uma atividade como, a necessidade de pesquisa e seleção de conteúdo complementar podem ser antecipados pelo AI e prontamente disponibilizados para o estudante, resultando em melhor aproveitamento do conteúdo e do tempo disponível para a realização da atividade. Considerando a dimensão que uma Rede Social pode assumir um modelo inteligente de pesquisa e seleção de perfis na rede pode auxiliar o estudante no processo interativo, intermediando a sugestão de novos vínculos de interação e possivelmente, de colaboração no aprendizado.

A abordagem de uma plataforma que seja acessível no ambiente de Internet e também no ambiente de TVDI, possui características convergentes e de custo que possibilitam um maior alcance da ferramenta (TAKAHASHI, 2000), e possivelmente de distribuição de conteúdo educativo.

A partir desse contexto, um dos trabalhos futuros envolve a realização de uma análise da aplicação do modelo nos diferentes níveis de cursos e com distintos perfis de estudantes e também de educadores, para identificar questões como adequação de interfaces de acesso e questões de usabilidade ideal para cada nível de curso proposto, assim como as melhores estratégias pedagógicas que se aplicam através da utilização do modelo.

A contribuição esperada para esta proposta esta baseada na combinação de Agentes Inteligentes e Redes Sociais objetivando um aperfeiçoamento no processo interativo dos estudantes. Porém, uma abordagem voltada para o Educador possibilitaria novas perspectivas de estudo como o processo de Ensino Colaborativo e modelos de refinamento automático durante a utilização das Unidades Instrucionais além da aplicação do ambiente como ferramenta para o aperfeiçoamento dos educadores.

A adição de características de Assistente Pessoal, para os agentes inicialmente propostos como agentes de informação/interface, também permite uma extensão da pesquisa para a investigação de aspectos pedagógicos considerando o emprego de Assistentes Pessoais em Ambientes de Aprendizado Colaborativo.

Questões como a adaptabilidade e personificação das interfaces de acesso são importantes campos de investigação, dado que a variabilidade do nível de conhecimento e familiaridade com recursos tecnológicos dos usuários pode apresentar perfis com muita experiência no uso de dispositivos técnicos e outros sem nenhum conhecimento. Uma interface adaptativa de acordo com o perfil do usuário é um importante domínio de pesquisa a ser explorado.

A infra-estrutura tratada nesta pesquisa, mais especificamente o repositório de Unidades Instrucionais pode ser considerado como outro domínio que deve ser abordado de forma investigativa e com mais detalhamento, pois fundamenta a proposta e apresenta características de repositório multiplataforma.

A centralidade da proposta, envolvendo pesquisa com Agentes Inteligentes, interatividade e colaboração num contexto educacional, permite um desdobramento de pesquisas que envolvam Sistemas Tutores Inteligentes Colaborativos utilizando Sistemas Multiagentes.

Como a proposta envolve o uso de sistemas Multiagentes, questões como personificação dos métodos de pesquisa e aprendizado também são relevantes. O modelo de aprendizado para o sistema multiagente proposto nesse trabalho é único para todos os usuários e apresenta variabilidade nos resultados obtidos em pesquisas e em relação aos dados utilizados. Porém, pelo fato de possuir características de sistemas multiagente, um aprimoramento desejável para essa plataforma seria o modelo personificado de aprendizado. Nesse modelo, cada instância de AI, poderia além de ajustar os dados utilizados nos filtros de pesquisa, também efetuar seleção dos métodos utilizados no processo de aprendizado, tornando o modelo próprio modelo de aprendizado dinâmico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, S. F.; BARATTI, L. O.; BATACA, D. M.; FRANCO, J. H. A.; RIOS, J. M. M.; LAMAS, A. C. Serviço De Apoio A Distância Ao Professor Em Sala De Aula Pela TV Digital Interativa. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Campinas, v. 1, n.2, p. 53-70, jan./jun. 2004.

ANDREATA, J. A. **InteraTV: Um Portal para Aplicações Colaborativas em TV Digital Interativa Utilizando a Plataforma MHP**. 2006. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

ARON, R.; SUNDARARAJAN, A.; VISWANATHAN, S. Intelligent agents in electronic markets for information goods: customization, preference revelation and pricing. 2004. **Decision Support Systems**, 41, pp. 764-786, 2004.

CARRINGTON, P. J.; SCOTT, J.; WASSERMAN, S. **Models and Methods in Social Network Analysis**, Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

COPPENS, T.; HANDEKYN, K.; VANPARIJS, F. AmigoTV: A Social TV Experience Through Triple-Play Convergence. Technology White Paper. **ALCATEL**. 2005. Disponível em: <<http://www.telecomreview.ca/epic/internet/intprpgecrt.nsf/vwapj/AmigoTV.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2008.

COSTA, M. T. C. **Uma Arquitetura Baseada em Agentes Para Suporte ao Ensino À Distância**. 1999. 90 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

COSTA, R.; OLIVEIRA, R.; SILVA, E.; MEIRA, S. A.M.I.G.O.S: Uma plataforma para Gestão de Conhecimento através de Redes Sociais. In: **Anais do V Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos, PP. 192-203**, Vila Velha, 2008.

DALLACOSTA, A. Os Usos Pedagógicos dos Vídeos Digitais Indexados, Tese de Doutorado. 2007.

_____.; SOUZA, D. D.; TAROUCO, L. M. R.; Franco, S. R. K. O VídeoDigital e a Educação. **Anais do XV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)**. Manaus, AM, Brasil. 2004.

DA ROCHA, L. M. **Estudo Do Acompanhamento do Processo de Aprendizagem em Matemática por meio das Tecnologias de Comunicação**. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre. 2008.

DEBENHAM, J.; SIMOFF, S. Informed Agents Integrating Data Mining and Agency. In: BOUKIS, C.; PNEVMATIKAKIS, L.; POLYMENAKOS, L.(Eds.) **IFIP International Federation for Information Processing**, Volume 247, Artificial Intelligence and Innovations 2007: From Theory to Applications, Boston: Springer. P. 165-173.

DROZDEK, A. **Data Structures and Algorithms in C++**. 2nd Ed. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole, 2001.

DUTRA, R. L. S.; TAROUCO, L. M. R.; KONRATH, M. L. P. SACCA – Sistema Automático de Catalogação de Conteúdo Audiovisual. **CINTED- Novas Tecnologias na Educação**. V. 3 Nº 2, Novembro, 2005.

DE PAULA, A. C. M. P.; ÀVILA, B. C.; SCALABRIN, E.; ENEMBRECK, F. Using Distributed Data Mining and Distributed Artificial Intelligence for Knowledge Integration. In: KLUSH, M.; HINDRIKS, K.; PAPAZOGLU, M.P.; STERLING, L. (Eds.) **Cooperative Information Agents XI**, Lecture Notes in Computer Science, v. 4676, pp. 89-103, Germany: Springer-Verlag, 2007.

EMIRBAYER, M.; GOODWIN, J. Network analysis, culture and the problem of a agency. **American Journal of Sociology**, v.99, n.6, p.1411-1454, 1994.

EVANS, T.; HAUGHEY, M.; MURPHY, D. **International Handbook of Distance Education**. Elsevier Science, 2008.

FARIA, E. T. **Educação Presencial E Virtual: Espaços Complementares Essenciais Na Escola E Na Empresa**. Edipucrs, 2006.

FIORENTINI, L. M. R.; CARNEIRO, V. L. Q. **TV na Escola e Os Desafios de Hoje: Usos da Televisão e do Vídeo na Escola**. Módulo 2. 2. ed., Editora Universidade de Brasília, 2001.

FREEMAN, L. C. Centrality in Social Networks Conceptual Clarification, **Social Networks**, v. 1, n. 3, pp. 215-239, Netherlands: Elsevier, 1979.

FROSSARD, V. C. A colaboração em cursos de educação a distância: uma proposta construcionista social. **XI Congresso Cread Mercosul**, V.5 Nº 2, 2007.

GARTNER GROUP. Gartner Says 80 Percent of Active Intert Users Will Have A “Second Life” in the Virtual World by the End of 2011. Press Release. April 24 2007. Disponível em: <<http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=503861>>. Acesso em: 10 set. 2008.

GIBSON, W. **Neuromancer**. São Paulo: Aleph, 2003.

GIESE, L. F. **Estrutura de Agentes para o Processo de Compra e Venda utilizando Tomada de Decisão Difusa**. 1998. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

GÓMES, D. et al. **Centrality and power in social networks: a game theoretic approach**. Mathematical Social Sciences, v.46, p.27-54, 2003.

GREEN, S.; HURST, L.; NANGLE, B.; CUNNINGHAM, P. **Software Agents: A review**. Technical Report, TCD-CS-1997-06, Department of Computer Science, Trinity College Dublin, 1997.

HARTSELL, T.; YUEN, S. Video streaming in online learning. **AACE Journal**, 14(1), 31-43, 2006.

HMELO-SILVER, C. E. Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? **Educational Psychology Review**, Vol. 16, No. 3, September 2004.

_____.; BARROWS, H. S. Goals and Strategies of a Problem-based Learning Facilitator. **The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning** • volume 1, no. 1 Spring. 2006.

JESUS, A. Sistemas Tutores Inteligentes: Uma Visão Geral. **Revista Eletrônica de Sistemas de Informação**, 2009.

JACKSON, P. C. **Introduction to Artificial Intelligence: 2nd**, Enlarged Ed. New York: Courier Dover Publications, 1985.

KUMAR, V. S. Collaborative intelligent tutoring system: A learning environment. In: TCHUENTE, M. (Ed.). **Proceedings of the 1st African Conference on Research in Computer Science**, Yaounde, Cameroun, volume 1, 135--146. 1992.

JAIN, L. C.; CHEN, Z.; ICHALKARANJE, N. (Eds.). **Intelligent Agents and Their Applications**. New York: Physica-Verlag, 2002. (Studies in fuzziness and soft computing: 98).

LABROU, Y.; FININ, T. Semantics for an agent communication language. In: SINGH, P.; RAO, A.; WOOLDRIDGE, M.J. (Eds.) **Intelligent Agents IV: Agent Theories, Architectures, and Languages**, Lecture Notes in Computer Science, v. 1365, pp. 209-214, Germany: Springer-Verlag, 1998.

_____.; _____.; PENG, Y. Agent communication languages: the current landscape. **IEEE Intelligent Systems and their Applications**, v. 14, Issue 2, Mar/Apr 1999, pp. 45-52.

LAVENDELIS, E.; GRUNDSPENKIS, J. MASITS – A Tool for Multi-Agent Based Intelligent Tutoring System Development. In: DEMAZEAU, Y.; PAVÓN, J.; CORCHADO, J.M.; BAJO, J. (Eds.) **7th International Conference on Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems (PAAMS 2009)**, pp. 490-500, Germany: Springer-Verlag, 2009.

LAWLER, R. W.; YAZDANI, M. (Eds.) **Artificial Intelligence and Education**. Norwood: Ablex Publishing Corporation, 1987.

LE, V.; TECUCI, G.; BOICU, M. Agent Shell for the Development of Tutoring Systems for Expert Problem Solving Knowledge. In: WOOLF, B.P.; AIMER, E.; NKAMBOU, R.; LAJOIE, S. (Eds.) **Intelligent Agent Systems**, Lecture Notes in Computer Science, v. 5091, pp. 228-238, Germany: Springer-Verlag, 2008.

LEONHARDT, M. D.; NEISSE, R.; TAROUCO, L. M. R.: MEARA: Um Chatterbot Temático para Uso em Ambiente Educacional. **XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação** – NCE - IM / UFRJ 2003

LIN, N.; COOK, K.; BURT, R.S. (Eds.). **Social Capital: Theory and Research**. New York: Aldine de Gruyter, 2001.

MACHADO, J. R.; TIJIBOY, A. V. Redes Sociais Virtuais: Um Espaço para Efetivação da Aprendizagem Cooperativa. **Novas Tecnologias na Educação**. CINTED-UFRGS. V. 3, n. 1, maio, 2005.

MARTELETO, R. M. Análise de Redes Sociais – Aplicação nos Estudos de Transferência da Informação, **Ci. Inf.**, Brasília, v. 30, n. 1, pp. 71-81, jan./abr. 2001.

MÉDOLA, A. S. L. D.; TEIXEIRA, L. H. P. Televisão digital interativa e o desafio da usabilidade para a comunicação. **Intexto**, Porto Alegre: UFRGS, v. 2, n. 17, p. 1-15, julho/dezembro 2007.

MIKA, P. **Social Networks and the Semantic Web**, New York: Springer, 2007. pp.27-47. (Semantic Web and Beyond, 5).

MOHAMMADIAN, M. **Intelligent agents for data mining and information retrieval**. Hershey, PA: Idea Group Inc., 2004.

MULLER, J. P. Control Architectures for Autonomous and Interacting Agents: A Survey. In: CAVEDON, L.; RAO, L.; WOBCKE, W. (Eds.) **Intelligent Agent Systems: Theoretical and Practical Issues**, Lecture Notes in Computer Science, v. 1539, pp. 1-26, London: Springer-Verlag, 1996.

MUSTARO, P. N. Abordagem Interdisciplinar para Estudo e Formação de uma Rede de Aprendizagem Personalizada (Learning Ego-Centered Network) em Ambientes Virtuais. **Proceedings of the World Congress on Computer Science, Engineering and Technology Education (WCCSETE 2006)**, Santos, COPEC, p. 1347-1351.

NAYAR, P. **Virtual Worlds: Culture and Politics in the Age of Cybertechnology**. CA: Sage Publications, 2004.

NWANA, H. S. Intelligent Tutoring Systems: An Overview. **Artificial Intelligence Review**, 4, pp. 251-277, 1990.

PADGHAM, L; WINIKOFF, M. **Developing Intelligent Agent Systems: A Practical Guide**. England: John Wiley & Sons, 2004.

PANTELEYEV, M.G; PUZANKOV, D.V.; KOLOSOV, G. G.; GOVORUKHIN, I. B. Design and implementation of hardware for real-time intelligent agents. Artificial Intelligence Systems. In: **Proceedings of the IEEE International Conference on Artificial Intelligence Systems (ICAIS'02)**, 2002, p.6-11.

PASTOR, R.; ROS, S.; HERNÁNDEZ, R.; READ, T.; CASTRO, M. Distributed Digital Content Access In a Virtual Community Based E-Learning Platform. **38th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference**. October 22 – 25, Saratoga Springs, NY. 2008.

POLSON, M. C.; RICHARDSON, J. J. (Eds.) **Foundations of Intelligent Tutoring Systems**. New Jersey: Lawrence Erlbaum, 1988.

PRIMO, A. F. T. Explorando o Conceito de Interatividade. Definições e Taxionomias. **Revista Informática na Educação**, PGIE/UFRGS, 2001.

RHEINGOLD, H. **The Virtual Community: Homesteading on the Electronic Frontier**. 2nd Ed. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2000.

RIBEIRO, J. C. S. Comunidades Virtuais Eletrônicas: Convergência Da Técnica Com O Social, In: **Anais do XXIV Congresso Brasileiro de Ciência da Comunicação (INTERCOM 2001)**, Campo Grande, 2001. Disponível em: <[HTTP://www.intercom.org.br/papers/nacionais/2001/papers/NP8RIBEIRO.PDF](http://www.intercom.org.br/papers/nacionais/2001/papers/NP8RIBEIRO.PDF)>. Acesso em: 10 jan. 2009.

RICKEL, J. Intelligent Virtual Agents for Education and Training: Opportunities and Challenges. In: ANTONIO, A. de; AYLETT, R.; BALLIN, D. (Eds.) **Intelligent Virtual Agents, Lecture Notes in Computer Science**, v. 2190, pp. 15-22, Germany: Springer-Verlag, 2001.

RUSSEL, S.; NORVIG, P. **Artificial Intelligence: A Modern Approach**. New Jersey: Prentice Hall, 2003.

SAKURAI, Y.; DOHI, S.; NAKAMURA, S.; TSURUTA, S.; KNAUF, R. Dynamic Learning Need Reflection System for Academic Education and Its Applicability to Intelligent Agents. In: **Proceedings of the Sixth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'06)**, pp. 459-463, 2006.

SANTOS, F. R.; MUSTARO, P. N. EDUCATUTOR: A Tutoring System Based On Multiagent Approach And Social Network Analysis For Development A Digital Tv Environment With Adaptive And Collaborative Proposal. In: **Proceedings of the 23rd World Conference on Open Learning and Distance Education**. ICDE- EADTU. 2009.

_____.; _____. TutorIA: Um Modelo De Sistema Tutor Inteligente Baseado Em Tv Digital E Conteúdo Adaptativo. In: Proceedings of the **International Conference on Engineering and Computer Education - ICECE. 2009.**

SCOTT, J. Chapter 3: Handling Relation Data; Chapter 5: Centrality and Centralization. In: _____. **Social Network Analysis: A Handbook**, 2nd Ed. London: SAGE, 2000. p. 38-62; p. 82-89

SILVA, M. G.; SADZEVICIUS, J. E. S.; MATEUS, N. S. M.: **Tv Digital Interativa Na Educação: Um Estudo De Caso Articulando O Uso De Jogos Na Educação.** Colombia. Avances en Sistemas e Informática, Vol 5, No 3 – 2008

SODOWSKI JR., W.; STANNEY, K. Chapter 45: Measuring and Managing Presence in Virtual Environments. In: STANNEY, K. (Ed.). **Handbook of virtual environments: Design, implementation, and applications.** 2002.

SYCARA, K.; PANNU, A.; WILLAMSON, M.; ZENG, D.; DECKER, K. Distributed intelligent agents. **IEEE Expert**, 1996 v. 11, Issue 6, pp. 36-46.

TAKAHASHI, T. **Sociedade da informação no Brasil:** Livro Verde. Brasília - Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000.

TAVARES, T. A.; SANTOS, C. A. S.; ASSIS, T. R. A TV Digital Interativa como Ferramenta de Apoio à Educação Infantil. **Revista Brasileira de Informática na Educação.** Volume 15 - Número 2 - Maio a Agosto de 2007.

VALENTE, C.; MATTAR, J. **Second Life e Web 2.0 na Educação.** São Paulo: Novatec, 2007.

VALENTE, J. A. **O computador na sociedade do conhecimento**, Unicamp/Nied, 1999.

WAISMAN, T. **Usabilidade em serviços educacionais em ambiente de TV digital.** Tese (Doutorado em Comunicação e Artes) Universidade de São Paulo. 2007

WASSERMAN, S.; FAUST, K. **Social Network Analysis: Methods and Applications**, Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1994.

WEISS, G. **Multiagent systems: A Modern Approach To Distributed Artificial Intelligence.** Massachusetts: MIT Press, 2000.

WILDEMUTH, G.; GEISLER, G. The Open Video Digital Library: A Möbius Strip of Research and Practice. **JOURNAL OF THE AMERICAN SOCIETY FOR INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY**, 57(12):1629–1643, 2006

YUN, S.; CHOI, D.; KIM, S. Design and Implementation of the Adaptive Teachable Agent. In: **Advances in Cognitive Neurodynamics (ICCN 2007) – Part IV**, pp. 799-803, Springer Netherlands, 2008.

ZAKHAROV, K.; MITROVIC, A.; JOHNSON, L. Towards Emotionally-Intelligent Pedagogical Agents. In: WOOLF, B.P.; AIMER, E.; NKAMBOU, R.; LAJOIE, S. (Eds.) **Intelligent Agent Systems**, Lecture Notes in Computer Science, v. 5091, pp. 19-28, Germany: Springer-Verlag, 2008.

Anexo 1: Lista de Sistemas de Redes Sociais baseados na Web

TIPO DE SISTEMA DE REDES SOCIAIS	ADOLESCENTES
NOME	OBSERVAÇÕES
<i>Babbello</i>	Adolescentes Australianos
<i>Netlog</i>	Jovens adultos europeus (14-24)
<i>Playahead</i>	Adolescentes Suecos
<i>ProfileHeaven</i>	Adolescentes Britânicos
<i>Faceparty</i>	Adolescentes e 20-e-poucos-anos britânicos.
TIPO DE SISTEMA DE REDES SOCIAIS	AMIZADE/AMOROSA
NOME	OBSERVAÇÕES
<i>AllHappyDates.com</i>	Rede de relacionamentos amorosos
<i>Amiguinhos</i>	Rede de amizades e relações amorosas com chat online
<i>MyGroupx</i>	Amizades, vídeos, fotos, musica, Blogs, Chat, VideoChat, Phone, Forum
<i>PlixNet</i>	Rede social para encontro de novos e antigos amigos
<i>Plugado</i>	Rede Social para encontro de novos e antigos amigos com comunidades para discussão em diversos assuntos
TIPO DE SISTEMA DE REDES SOCIAIS	ATLETAS
NOME	OBSERVAÇÕES
<i>Ale Running</i>	Comunidade para atletas que participam de corrida de rua, maratona, etc.
TIPO DE SISTEMA DE REDES SOCIAIS	CLASSIFICADOS
NOME	OBSERVAÇÕES
<i>Adoos</i>	Classificados pessoais, vários países
TIPO DE SISTEMA DE REDES SOCIAIS	ESTUDANTIL/EDUCACIONAL
NOME	OBSERVAÇÕES
<i>Bebo</i>	Colégios e Faculdades
<i>Xuqa</i>	Faculdades
<i>The Student Center</i>	Adolescentes e Faculdades
<i>Studybreakers</i>	Estudantes de secundaristas.
<i>Sconex</i>	Voltado para colégios de segundo grau americanos.
<i>Studivz</i>	Estudantes universitários, no geral em países de língua alemã.
<i>Classmates.com</i>	Colégio, Faculdade, trabalho e serviço militar.
<i>Colegas</i>	Rede social para encontro de colegas e ex-colegas de turma
<i>ebaH</i>	Rede social de estudantes universitários no Brasil -
<i>Graduates.com</i>	Compartilhamento de arquivos acadêmicos
	Colégios, faculdades e trabalho.

TIPO DE SISTEMA DE REDES SOCIAIS	FOTOS/BLOG
NOME	OBSERVAÇÕES
<i>IGrau</i>	Possui Flog/Blog, livro de visitas. O espaço para fotos é ilimitado, mas só podem ser enviadas três fotos por dia. Em português.
<i>BingBox</i>	Site belga, mistura de blog, flog e rede social. Em inglês.
<i>Blurty</i>	Blogs baseados no <i>LiveJournal</i>
<i>Clubão</i>	Rede social com Chat, fotolog e videolog
<i>DeadJournal</i>	Blogs "dark", baseados no <i>LiveJournal</i>
<i>GreatestJournal</i>	Utiliza os mesmo código do <i>LiveJournal</i>
<i>LiveJournal</i>	Blogging
<i>Windows Live Spaces</i>	Blogging (antigo MSN Spaces)
<i>Xanga</i>	Blogs e áreas de "metrô"
<i>Flickr</i>	Compartilhamento de fotografias

TIPO DE SISTEMA DE REDES SOCIAIS	GENEALOGIA
NOME	OBSERVAÇÕES
<i>Familiaridade</i>	Rede social familiar, criação de árvores genealógicas virtuais.
<i>MeusParentes</i>	Rede Social familiar, especializada em Genealogia e construção de Árvores Genealógicas.
<i>Reunion.com</i>	Localização de Amigos e Família
<i>WebBiographies</i>	Genealogia & Biografia

TIPO DE SISTEMA DE REDES SOCIAIS	INTERESSE GERAL
NOME	
<i>Friendster</i>	
<i>Gazzag</i>	
<i>Hi5</i>	
<i>MySpace</i>	
<i>myYearbook</i>	
<i>Mingle</i>	
<i>Orkut</i>	
<i>Tribe</i>	
<i>MEETin</i>	
<i>Facebook</i>	

TIPO DE SISTEMA DE REDES SOCIAIS	JOGOS/ENTRETENIMENTO
NOME	OBSERVAÇÕES
<i>Gaia Online</i>	Anime e Jogos
<i>Mugshot</i>	Relacionado ao entretenimento
<i>mySuperLan</i>	Compartilhamento de arquivos, Jogos Online

TIPO DE SISTEMA DE REDES SOCIAIS	MESSENGER
NOME	OBSERVAÇÕES
<i>AIM Pages</i>	Messenger Instantâneo AOL
<i>Octopop</i>	Rede Social focada em diversão, com comunidades, fotolog e integração com Windows Live Messenger
<i>Peepow</i>	Semelhante ao orkut, com comunidades privadas e messenger online.
<i>Yahoo! 360°</i>	Ligado às IDs do Yahoo!

TIPO DE SISTEMA DE REDES SOCIAIS	MÚSICA/VIDEO
NOME	OBSERVAÇÕES
<i>Amie Street</i>	Música
<i>Bolt</i>	Geral (música e vídeo)
<i>e-beatz</i>	Rede social apenas para pessoas que curtem música eletrônica.
<i>Meetlisten.com</i>	Site de relacionamentos cujo o assunto principal é a música.
<i>Mixme</i>	Comunidade de Música
<i>MOG</i>	Música
<i>Ruckus</i>	Música
<i>Last.fm</i>	Em inglês. Rede social voltada para a música. Forte presença brasileira (mais de 5000 usuários se declaram brasileiros).
TIPO DE SISTEMA DE REDES SOCIAIS	NEGÓCIOS
NOME	OBSERVAÇÕES
<i>Ecademy</i>	Negócios espanhóis e Itália
<i>Neurona</i>	Geral (negócios)
<i>Passado</i>	
<i>Peabirus</i>	
<i>Ryze</i>	
<i>XING</i>	
TIPO DE SISTEMA DE REDES SOCIAIS	PROFISSIONAL
NOME	OBSERVAÇÕES
<i>ActiveRain</i>	Real estate professionals
TIPO DE SISTEMA DE REDES SOCIAIS	RELIGIOSO
NOME	OBSERVAÇÕES
<i>Cristianismo Criativo</i>	Portal voltado para as relações artes x cultura x cristianismo. Produz e agrega informações para o artista cristão.
<i>LDS LinkUp</i>	Rede social da Igreja de Jesus Cristo dos Santos dos Últimos Dias (Mormóns), fórum e publicação de empregos.
<i>LDS Singles Hearts</i>	Rede social de mormóns mencionada na revista Time.
TIPO DE SISTEMA DE REDES SOCIAIS	REGIONAIS
NOME	OBSERVAÇÕES
<i>BlackPlanet.com</i>	Afro-Americanos
<i>Beltrano</i>	Rede social associada ao Fulano.com. Em português.
<i>BlogTok</i>	Rede para o "conhecimento" para quem fala português. Brevemente em diversas línguas. Um xBlog = xSite = xPortal
<i>CONCURSOPEDIA</i>	Enciclopédia no estilo da Wikipédia para estudantes de Concurso Público, Vestibular e Idiomas. Site inteiramente grátis com resumos editados e atualizados em tempo real (online) pelos membros da comunidade e com simulados online.

Cyworld
Draugiem.lv
Hockeytotal
Hyves
LunarStorm
MiGente.com
Mixi
Muvuca

NetQI
Nexopia

Piczo
Rediff Connexions
Tribo
UOLK

Korea do Sul
 Rede Social da Letônia.
 Um mundo online dedicado ao Hoquei em patins
 Geral; focado em estudantes e falantes de holandês.
 Suécia
 Latinos
 Apenas em Japonês.
 Rede social para brasileiros.
 Site de networking eletrônico com recursos
 profissionais, busca por CEP e álbum de fotos com
 comentários. Em português.
 Canadá
 Canadense, adolescentes, compartilhamento de
 fotografias.
 Índia
 Rede social relacionada ao portal mundoPT
 Rede social do Portal UOL

TIPO DE SISTEMA DE REDES SOCIAIS

NOME
43 Things
TagWorld

TAGGING

OBSERVAÇÕES
 Tagging
 Geral (tagging)

TIPO DE SISTEMA DE REDES SOCIAIS

NOME
Travellerspoint
 WAYN

VIAGENS

OBSERVAÇÕES
 Viagens e Turismo
 Viagens & Estilo de Vida

TIPO DE SISTEMA DE REDES SOCIAIS

NOME

LinkChefs
ComiAli.com

GASTRONOMIA

OBSERVAÇÕES
 Rede social gastronômica. Direcionada para
Chefs de cuisine, profissionais de gastronomia,
chefs amadores e gourmets.
 Indicações de bares/restaurantes

TIPO DE SISTEMA DE REDES SOCIAIS

NOME
aSmallWorld
Blue Dot
CarDomain
Care2
Consumating

OUTROS

OBSERVAÇÕES
 Socialite Europeia
 Compartilhamento de Links
 Entusiastas de automobilismo
 Vida verde a ativismo
 Encontros de consumismo
 Narrativas coletivas ou "biografias
 compartilhadas"
 Rede Social, Comunidade em formato de
 Portal e Fórum sobre Câmeras Digitais e
 Fotografia em Geral - Tutoriais e Estudos
 sobre fotografia - Comunidade de Fotógrafos
 Profissionais e Amadores - Ponto de encontro
 de FotoClubes
 Serviço baseado em celulares por localização
 geográfica.

Dandelife

DigiForum

Dodgeball.com

Doostang
GoPets

LANCE ATIVO

Lahost
Multiply
myGamma

Neatvibe
Phrasebase

RedeCI

Sportcão
Stumbleupon
TakingITGlobal
Threadless

V2V
Vampire Freaks

Via6

Yatta!
Zaadz
ZLiO

Carreiras

Bichos de estimação virtuais

Sistema criado para usuários que praticam negócios virtuais, anúncios grátis, classificados grátis, Compra, Venda e Troca de produtos novos e usados. Site Inteiramente grátis. Não cobra anúncio e nem comissão. Site no estilo do Mercado Livre.

Possui Fórum. Destinado para profissionais, amadores e curiosos de e-commerce, recarga de cartuchos e toners e linux. Em português.

Relacionamentos no "mundo real"

Celulares

Rede social com muitas funcionalidades interessantes, com grande número de membros de todo mundo. Há contudo forte presença de filipinos.

Línguas estrangeiras

Disponível em mais de um idioma. Forte presença brasileira. Da Área de Ciência da Informação

Possui Fórum/Galeria. Comunidade para amantes dos cães com fórum de discussão sobre o bem-estar dos bichinhos, seção de perdidos e doações. Em português.

Navegação na Internet

Ação Social

Camisetas customizadas

Rede social que reúne voluntários de acordo com suas afinidades e disposições para agir.

Indústria Cultural Gótica.

rede de conteúdo onde se compartilha o que conhece com seus contatos e pessoas que admira: vídeos, artigos, notícias, apresentações, entre outros.

Rede social no mapa em que é possível ver a localização de outros usuários. Possui chat estilo msn.

Consciência Social

Comércio Eletrônico Social

Anexo 2: Estatísticas sobre tecnologias baseadas em Internet

Fonte: Netcraft, 2009

- Site: <http://www.netcraft.com>
- **Correio eletrônico**
 - 90 trilhões – O número de e-mails enviados em 2009.
 - 247 bilhões – O número médio de e-mails enviados por dia.
 - 1,4 bilhões – O número de usuários de e-mails no mundo.
 - 100 milhões – Novos usuários do correio eletrônico desde o ano passado.
 - 81% – A percentagem de e-mail com spam.
 - 92% – O máximo de e-mails com spam este ano.
 - 24% – Incremento de spam desde o ano passado.
 - 200 bilhões – O número de e-mails com spam enviados a cada dia.
- **Websites**
 - 234 milhões – O número de páginas existentes em Dezembro de 2009.
 - 47 milhões – Novas páginas em 2009.
- **Servidores**
 - 13.9% – O crescimento do Apache em 2009.
 - -22.1% – A queda do IIS em 2009.
 - 35.0% – O crescimento do Google GFE em 2009.
 - 384.4% – O crescimento de Nginx em 2009.
 - -72.4% – A queda de Lighttpd em 2009.
 -
- **Nomes de domínio**
 - 81,8 milhões – Domínios .com no final de 2009.
 - 12,3 milhões – Domínios .net no final de 2009.
 - 7,8 milhões – Domínios .org no final de 2009.
 - 76,3 milhões – O número de domínios de nível superior geográfico (.br, .uk, .de, etc.).
 - 187 milhões – O número de nomes de domínios nível superior (Outubro de 2009).
 - 8% – O incremento no nome de domínios desde o passado ano.
- **Usuários de Internet**
 - 1,73 bilhões – Usuários de internet no mundo (Setembro de 2009).
 - 18% – Aumento no número de usuários desde o ano passado.
 - 738.257.230 – Usuários de Internet na Ásia.
 - 418.029.796 – Usuários de Internet na Europa.
 - 252.908.000 – Usuários de Internet na América do Norte.
 - 179.031.479 – Usuários de Internet na América Latina (41% Brasil).
 - 67.371.700 – Usuários da Internet na África.
 - 57.425.046 – Usuários de Internet no Oriente Médio.
 - 20.970.490 – Usuários de Internet na Oceania.

- **Redes sociais**
 - 126 milhões – O número de blogs na Internet.
 - 84% – Percentagem de sites de redes sociais com maior número de mulheres que homens.
 - 27,3 milhões – Número de tweets por dia (Novembro, 2009)
 - 57% – Percentagem de usuários do Twitter que vivem nos Estados Unidos.
 - 4,25 milhões – Pessoas que seguem o [@aplusk](#) (Ashton Kutcher, o usuário mais seguido do Twitter).
 - 350 milhões – Pessoas em Facebook.
 - 500.000 – Número de aplicações para o Facebook.
- **Imagens**
 - 4 bilhões – Fotografias alojadas no Flickr (Outubro 2009).
 - 2 bilhões – Fotografias enviadas cada mês no Facebook.
- **Vídeos**
 - 1 bilhão – O número de vídeos visualizados a cada dia no YouTube.
 - 12,2 bilhões – Vídeos visualizados a cada mês no YouTube nos Estados Unidos (Novembro 2009).
 - 182 – Número médio de vídeos visto por cada usuário da Internet por mês.
 - 82% – Percentagem de usuários da Internet que vêem vídeos on-line.
 - 39.4% – Quota de mercado de YouTube.
 - 81.9% – Percentagem de vídeos compartilhados nos blogs que pertencem ao YouTube.
- **Navegadores web**
 - 62,7% – Internet Explorer.
 - 24,6% – Firefox.
 - 4,6% – Chrome.
 - 4,5% – Safari.
 - 2,4% – Opera.
 - 1,2% – Outros navegadores.
- **Software malicioso**
 - 148.000 – Novos computadores zumbis criadas por dia (utilizadas em redes de botnets para enviar spam, etc.)
 - 2,6 milhões – Número de programas maliciosos no início de 2009 (vírus, trojans, etc.)
 - 921.143 – Número de programas maliciosos acrescentados pela Symantec no último quarto de 2009.

Anexo 3: Sites de Instituições relacionadas aos temas da pesquisa

Agent-Based Computational Research on the Evolution of Interaction Networks

<http://www.econ.iastate.edu/tesfatsi/anetwork.htm>

Artificial Neural Networks

<http://www.shef.ac.uk/psychology/gurney/notes/contents.html>

CASOS: Center for Computational Analysis of Social and Organizational Systems

<http://www.casos.cs.cmu.edu/>

Coalition Theory Network and Grand Coalition Site

<http://www.feem-web.it/ctn/>

Economics of Networks

<http://www.stern.nyu.edu/networks/site.html>

Economics of Networks Links

<http://netec.mcc.ac.uk/WebEc/webeczn.html>

Emergence

<http://el.www.media.mit.edu/groups/el/projects/emergence/>

e-Social Science Project

<http://www.ncess.ac.uk/>

Graph Theory and Network Analysis

<http://vlado.fmf.uni-lj.si/vlado/vladonet.htm>

Information Visualization

<http://www.infovis-wiki.net>

International Network for Social Network Analysis

<http://www.insna.org/>

Network Dynamics Bibliography

[http://discuss.santafe.edu/dynamics/stories/storyReader\\$8](http://discuss.santafe.edu/dynamics/stories/storyReader$8)

Network Economics

<http://www.sims.berkeley.edu/resources/infoecon/Networks.html>

Networks and Social Dynamics

<http://hsd.soc.cornell.edu/>

Anexo 4: Softwares/Recursos utilizados

NetDraw

<http://www.analytictech.com/downloadnd.htm>

UCINET

<http://www.analytictech.com/ucinet/ucinet.htm>

aiSee Graph Gallery

<http://www.absint.com/aisee/gallery2.htm>

Apêndice A - Ciberespaço e Sistemas de Comunicação Mediada Por Computador

O termo Ciberespaço foi introduzido inicialmente pelo escritor americano William Gibson no romance *Neuromancer* (Gibson, 2003), cuja edição data de 1984. Este refere-se ao contexto de comunicações através de meios digitais, sendo durante muitos anos atribuída às comunicações utilizando computadores. Nos últimos anos essa denominação com intrínseca ligação aos computadores e à Web foi ampliada tendo em vista a utilização de outros dispositivos de comunicação, denominados de dispositivos móveis (*mobile devices*), combinando celulares e outras variações de comunicadores pessoais como *PocketPC*, *Smartphones*, e recentemente os Netbooks.

Comunicação Mediada por Computador (CMC)

A comunicação mediada por computador ou CMC (*Computer Mediated Communications*) que teve como principal difusor a correspondência eletrônica (e-mail), obteve maior popularização na década de 90. Nesse período, muitos usuários passaram a utilizar serviços de correio eletrônico para se comunicar com outros integrantes da sua rede de relacionamentos pessoais e profissionais, e também como forma de aumentar sua rede de contatos.

Aspectos sociais e técnicos convergentes foram abordados por Ribeiro (2001). Dos principais recursos utilizados até o fim da década de 90 para a manutenção das comunidades virtuais podem ser destacados as Listas de Discussão, o Fórum de Discussão e o Chat. Nos últimos anos, cresceu de forma expressiva a utilização dos sistemas de Comunicação Instantânea, também conhecida como *Instant Messaging* (Mensagem Instantânea). Serão apresentados nos itens abaixo alguns dos principais recursos de comunicação utilizados para comunicação em grupo e que basearam muitas das características que suportam os sistemas de redes sociais mais utilizados atualmente.

Lista de Discussão

Após o surgimento do correio eletrônico formaram-se diversos agrupamentos de indivíduos em torno de interesses comuns utilizando-o como veículo de comunicação e

organização de seus contatos pessoais e profissionais através de uma relação de endereços eletrônicos. Um dos formatos mais populares em que o e-mail foi utilizado e ainda está atualmente em uso, são as listas de discussão. Estas constituem listas de distribuição de mensagens enviadas pelos seus participantes, para todo um grupo de endereços eletrônicos cadastrados.

A vantagem desse mecanismo é que um usuário não precisa manipular diretamente os endereços de e-mail para enviar mensagens aos outros participantes da lista, pois essa tarefa é gerenciada automaticamente por um software servidor de listas (*listserver*); o usuário preocupa-se apenas com a mensagem que será enviada utilizando um único e-mail que é o endereço eletrônico da lista.

Outra característica vantajosa pertinente à utilização de listas de discussão é permitir que outros usuários sejam incluídos ou excluídos da lista automaticamente. Isso geralmente ocorre com um e-mail com título ou conteúdo específico caracterizando um comando, enviado, pelo próprio usuário, ao servidor de listas que efetua o cadastramento ou exclusão do endereço requerido. A Figura 45 trata da operacionalização deste recurso.

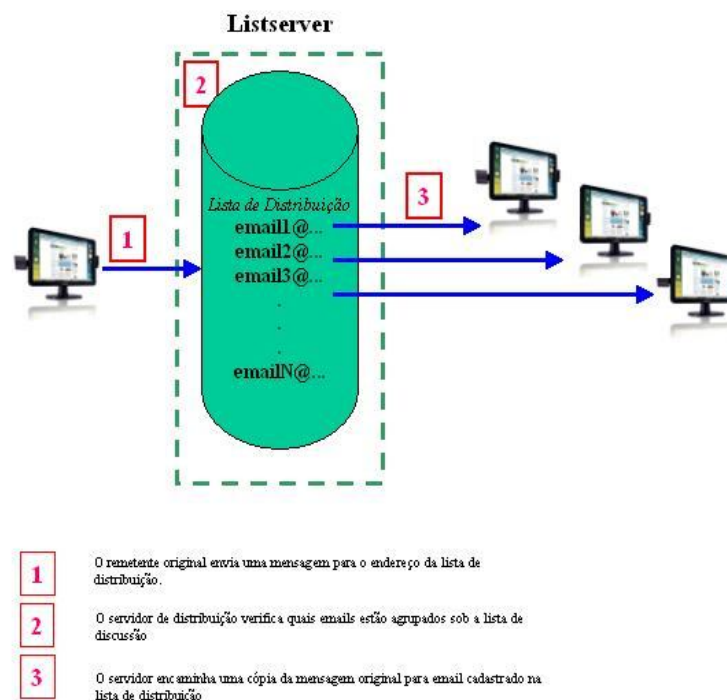


Figura 45- Exemplo de esquema de Lista de Discussão

A popularidade deste mecanismo e sua ampla utilização demonstram a aderência que os indivíduos têm com os meios que propiciem interação em grupo.

Fórum de Discussão

Também tem destaque no contexto de CMC o formato de Fórum de Discussão. Este é semelhante à Lista de Discussão no que se refere a possuir um ou mais tópicos específicos no qual o usuário pode interagir com outros respondendo uma determinada mensagem. A diferença é em relação ao aspecto de alcance dos usuários que utilizam esse mecanismo por diversas características, sendo que as duas principais são:

- O mecanismo não exige que os endereços eletrônicos sejam cadastrados.
- A premissa é que as mensagens sejam armazenadas, e não distribuídas para os usuários, ou seja, há possibilidade de visualização de um histórico de mensagens.

O funcionamento do fórum é baseado na inclusão de tópicos e textos específicos, onde outros usuários podem anexar, em sequência, observações e também sub-tópicos. A Figura 46 exemplifica a organização e estrutura de um fórum:

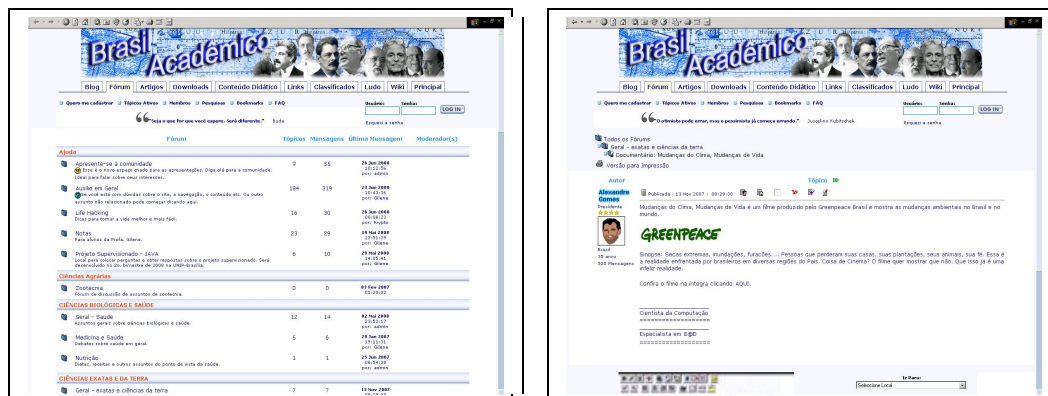


Figura 46. Exemplo de Fórum de Discussão
Fonte: <http://www.brasilacademico.com/>

IRC/Chat

O IRC, do inglês *Internet Relay Chat* ou comumente *chat*, é caracterizado pela troca de mensagens pelos usuários de forma síncrona. Isto devido ao funcionamento do chat sobre

um canal de comunicação indireto e permanente entre os participantes, mas que dá ao usuário a impressão de estar diretamente conectado com outros usuários. Espera-se que os remetentes e participantes das sessões de chat respondam rapidamente as mensagens enviadas, pois o período em que a conexão estará estabelecida e a disponibilidade dos demais usuários podem, em alguns casos, ser limitada.

O mecanismo baseado em chat difere de outros pautados em comunicação instantânea basicamente por não exigir dos participantes o conhecimento prévio dos endereços eletrônicos de todos os participantes e nem a sincronia de conexões entre eles. Isto quer dizer que um determinado servidor de IRC, pode disponibilizar uma sessão ativa ou sala de bate papo, e aguardar conexões independente do número de usuários conectados (Figura 47).

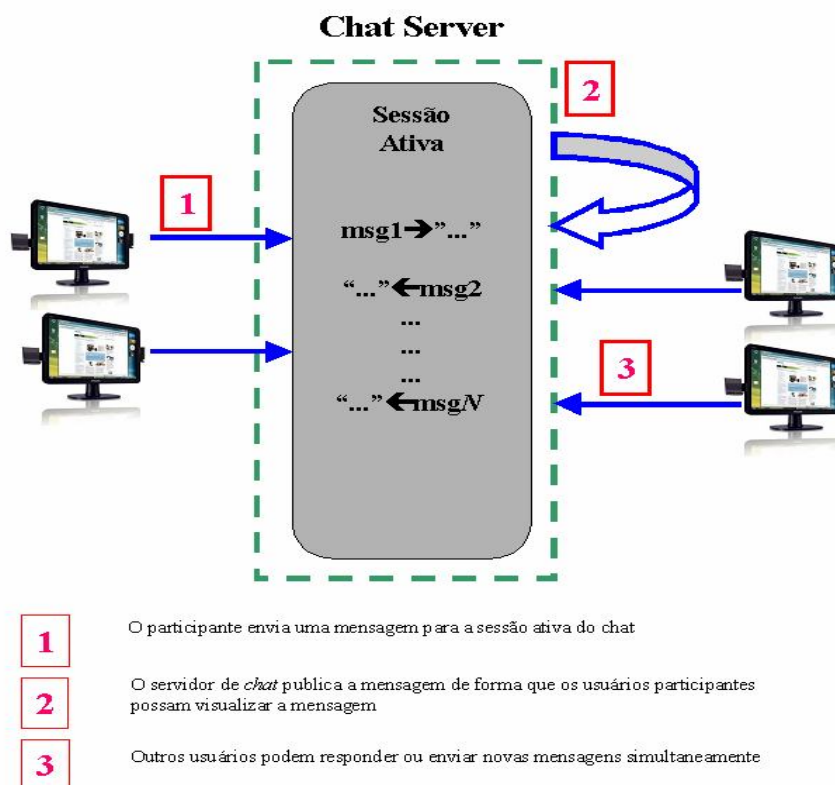


Figura 47. Esquema de conexões com o Servidor de Chat

A comunicação baseada em chat é comumente estabelecida entre o usuário e um servidor onde as mensagens serão concentradas e posteriormente enviadas para sessão da qual o usuário participa (Figura 47).

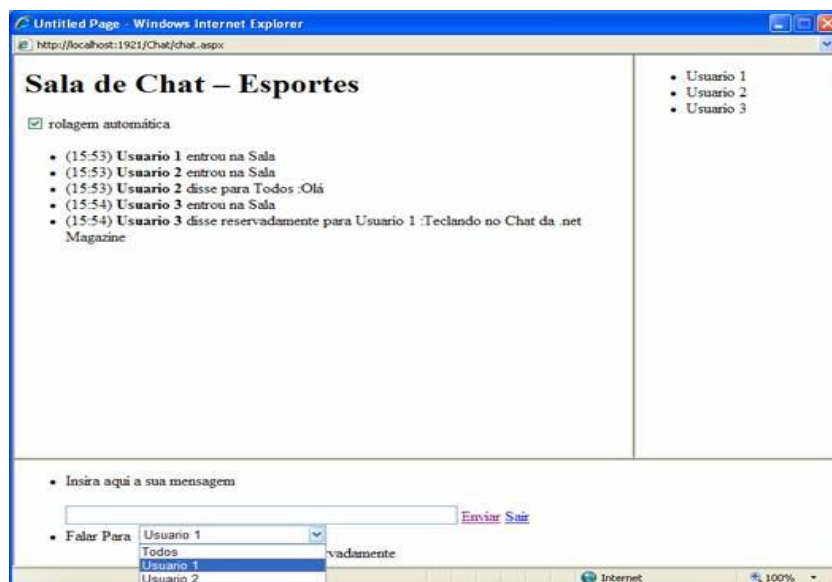


Figura 48. Exemplo de aplicativo de chat baseado em Web

O funcionamento dos sistemas de bate-papo oferecem ao usuário a noção de coletividade e participação mais efetiva em relação aos sistemas de fórum, pois é possível além de visualizar as mensagens no momento em que são enviadas, saber quantos membros estão conectados na sessão e quem se desconectou (Figura 48). Esse tipo de recurso tornou o chat conhecido popularmente como sala de bate-papo.

Comunicação Instantânea

Serviços de mensagem instantânea, ou *Instant Messenger* (IM), são mecanismos que endereçam o tráfego de mensagens diretamente entre seus usuários com pouca, e em alguns casos nenhuma intermediação do provedor de conexão ou serviço. Para isso, é necessário que o remetente da mensagem e o respectivo destinatário estejam conectados e tenham conhecimento de seus respectivos endereços eletrônicos ou identificadores equivalentes. Sistemas baseados em mensagem instantânea, como o ICQ¹ (Figura 49), Yahoo Messenger²

¹ ICQ é um programa de comunicação instantânea cujo nome é baseado na pronúncia da frase em inglês "I Seek You", que em português significa, "Eu procuro você". O ICQ foi o pioneiro desta tecnologia tendo sua primeira versão lançada em 1997 por uma empresa israelita chamada Mirabilis, fundada por Yair Goldfinger, Arik Vardi, Sefi Vigiser e Amnon Amir.

² O software é da empresa americana Yahoo! e teve sua primeira versão lançada em 1998 com o nome de Yahoo! Pager. Também possui recursos de transmissão de arquivos e envio de áudio e vídeo durante a comunicação – <http://yahoo.com.br>

(Figura 50), Microsoft Network³ (Figura 51) são exemplos de serviços que se tornaram muito utilizados a partir da popularização da Internet.



Figura 49. ICQ

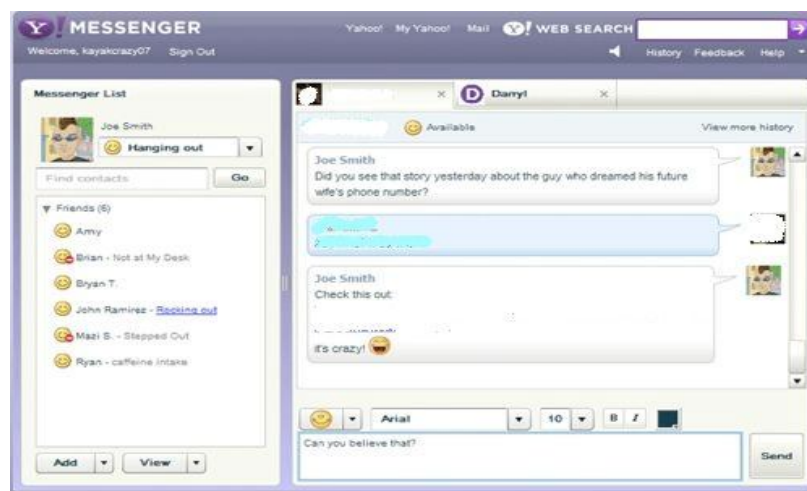


Figura 50. Yahoo Messenger



Figura 51. MSN Messenger

Na forma mais comum de utilização dos serviços de comunicação instantânea o usuário é conectado ao servidor que controla o envio das mensagens, e este disponibiliza

³ Criado pela Microsoft Corporation o programa permite que um usuário da Internet registrado no serviço, possa se relacionar com outro que tenha o mesmo programa – <http://msn.com>

para uma lista pré-definida e previamente elaborada pelo usuário a possibilidade de comunicação do usuário principal com os componentes de sua lista privada. Ou seja, apenas os componentes pertencentes à lista privada do usuário poderão enviar e receber mensagens desse usuário principal, não tendo visibilidade nem comunicação entre si. Alguns sistemas permitem ainda que o usuário principal inicie uma sessão de comunicação em que é possível conectar mais de um componente de sua lista, compartilhando as mesmas mensagens que forem trocadas enquanto a sessão estiver ativa.

Nesses recursos de comunicação do tipo CMC há uma característica em comum: a utilização de ferramentas para agilizar a comunicação entre os usuários e expressar de forma ágil ou imediata, sentimentos ou opiniões através de símbolos e outras abreviações textuais. Os mais tradicionais e básicos símbolos utilizados como expressão nessas abreviações textuais são os chamados *emoticons*. Os *emoticons* tiveram sua formação inicialmente elaborada em sistemas do tipo CMC que suportavam apenas caracteres alfanuméricos e alguns símbolos especiais. São basicamente ícones que representam emoções, e são criados a partir de combinações de caracteres alfanuméricos e símbolos especiais com formação que descrevem uma face humana e sua respectiva expressão. Alguns dos mais conhecidos *emoticons* são apresentados na Figura 52.



Figura 52. Emoticons formados por digitação

Rapidamente, com a evolução da qualidade gráfica dos aplicativos de comunicação, essas abreviações textuais evoluíram dos básicos *emoticons* formados por digitação, para a transmissão de arquivos durante a conversação, contendo imagens coloridas e com efeitos gráficos sofisticados, muitas vezes combinados com recursos de áudio. A Fig. 53 apresenta alguns exemplos dessas imagens que são equivalentes as imagens formadas por digitação.

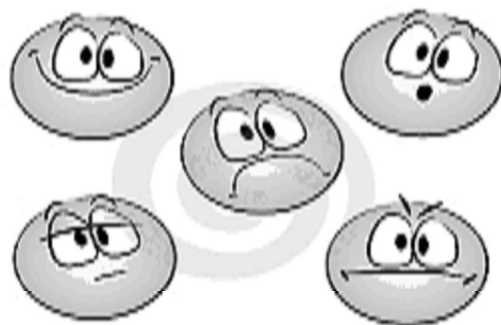


Figura 53. Imagens equivalentes aos Emoticons formados por digitação

Páginas Pessoais

Com a modernização e a rápida reestruturação de diversos serviços de telecomunicações, além do tradicional e-mail, muitos usuários sentiram a necessidade de criar uma identidade permanente no ambiente da *World Wide Web* (popularmente chamada de Web) e disponibilizar essa referência para outros usuários. Essas identidades pessoais tiveram sua primeira forma através de páginas pessoais, com sua estrutura de arquivos hospedada por provedores e serviços terceirizados, e foram mantidas única e exclusivamente pelos criadores da identidade.

Paralelo ao crescimento da necessidade de presença virtual, as comunicações tipo CMC permitiram que a interação entre os usuários e o interesse em estar instantaneamente conectados uns aos outros ou localizar facilmente um contato, aumentasse rapidamente.

A necessidade de simples existência no ambiente virtual através de páginas pessoais passou a ser mais um dos recursos de localização dos usuários e respectivos conteúdos, e junto a isso foram agregados outros recursos de interação como os *blogs*. Estes são páginas pessoais, semelhantes a diários, com conteúdo atualizado constantemente pelo mantenedor e possibilidade de um limitado nível de adição de conteúdo por parte dos visitantes, geralmente através de comentários relativos ao conteúdo principal publicado pelo mantenedor da página. Sistemas de Internet rápida permitem atualmente que os próprios usuários hospedem suas estruturas de arquivos e disponibilizem seu conteúdo na Web, potencializando ainda mais a publicação de conteúdo dos mais diversos tipos.

Sistemas de Mundo Virtual (Virtual World Systems)

São plataformas de interação virtual com comunicação distribuída baseada em protocolo Internet, onde os usuários podem interagir não somente com outros usuários em rede, mas também com salas ou *espaços virtuais*. Estes *espaços virtuais* possibilitam a formação de localidades que representem espaços comerciais, instituições de ensino, endereços pessoais, etc. É um dos principais recursos oferecidos por esse tipo de ambiente interativo e provavelmente seu maior diferencial se comparado com outros Sistemas de Rede Social baseados na Web. A Figura 54 exemplifica um espaço virtual de uma empresa de tecnologia.



Figura 54. Representação do espaço de uma empresa de tecnologia

Essa estrutura congrega diversas técnicas originadas de outras tecnologias, como por exemplo, a abertura de sessões que é originada do serviço de chat e é apresentada nesse tipo de sistema como uma espécie de *evento virtual*. Nesse tipo de evento virtual, como num evento real onde a presença física ocorre, são preparados controles de acesso dos *visitantes virtuais* e dimensionamento do espaço, entre outros itens de logística. A Figura 55 representa um espaço com essa característica.



Figura 55. Sala com evento para usuários convidados

Os *visitantes virtuais*, no caso os atores e usuários desse tipo de sistema, podem ser representados por gráficos com características físicas e movimentos dentro do espaço virtual. A Figura 56 mostra esse contexto.



Figura 56. Espaço em uso por múltiplos usuários

A organização e sofisticação que estes sistemas podem oferecer tornaram esse ambiente de interação uma das potenciais redes de concentração de usuários de Internet para os próximos anos (GARTNER, 2007). Nesse domínio de sistema, atualmente o mais difundido é o *SecondLife* ([HTTP://www.secondlife.com](http://www.secondlife.com)).

CMC Síncrona e Assíncrona

Os meios de comunicação tipo CMC tiveram muitos desdobramentos, mas podem ser categorizados em duas formas básicas: assíncrona e síncrona. A forma assíncrona está presente nas mensagens que não estão esperando retorno imediato, e que são enviadas através de conexões não permanentes. São utilizadas de forma não-linear pelos usuários, ou seja, não são utilizadas em ordem e nem em tempo limite definido, tanto pelo destinatário da mensagem como pelo remetente. O e-mail é um exemplo de CMC assíncrona. O destinatário do e-mail pode levar um período temporal da ordem de horas, ou mesmo dias para responder uma mensagem recebida e, durante esse período, pode enviar e receber uma grande quantidade de outras mensagens, tudo dependendo apenas do julgamento da importância e relevância da mensagem.

As mensagens do tipo síncronas são utilizadas sobre canais de comunicação estabelecidos direta ou indiretamente entre um ou mais usuários, porém com tempo limite e certa linearidade para o tráfego das mensagens. A Tabela 1 exemplifica classificações para alguns tipos de CMC mais difundidos, porém, atualmente alguns desses tipos de comunicação estão sendo implementados com características híbridas. Exemplo disso é o caso dos serviços de comunicação instantânea que permitem envio de mensagens para usuários que não estejam on-line. Nesse caso, a mensagem será entregue no momento em que o destinatário se conectar ao serviço.

Tabela 1 - Exemplos de classificação de CMC	
Síncrona	Assíncrona
<i>Chat</i>	<i>E-mail</i>
<i>Comunicação Instantânea</i>	<i>Comunicação Instantânea</i>
	<i>Fórum</i>
	<i>Página Pessoal</i>
<i>Sistema de Mundo Virtual</i>	<i>Sistema de Mundo Virtual</i>
	<i>Sistema de Rede Social</i>
	<i>Blog</i>

Para os sistemas de redes sociais, é comum o uso de mensagens assíncronas exceto pelos casos em que um recurso de troca de mensagens instantânea esteja presente no sistema.

Comunicação Anônima e Pública

Define-se para este trabalho, que um sistema de CMC pode ser categorizado em Comunicação Anônima e Comunicação Pública (CMC-Anônimo e CMC-Público). A diferença entre esses dois tipos de comunicação é basicamente o escopo de visibilidade de informações referente à identidade do usuário. Pode-se definir como *identidade* no contexto de CMC, qualquer dado que identifique para um usuário ou grupo de usuários envolvidos numa transmissão, a real origem da mensagem ou seus destinatários. Esta identidade pode ser representada por qualquer dado consistente relativo à localização do usuário, por exemplo, um endereço de rede, um domínio de rede, nome de um provedor de conexão ou número de usuário registrado no serviço de comunicação.

Um sistema do tipo *CMC-Anônimo* é baseado em recursos que possibilitam manter restrita a visibilidade da identidade dos usuários envolvidos. Pode ser mútua, ou ter a restrição aplicada para alguns usuários específicos.

Nos casos em que a divulgação de algum dado do usuário para os demais é necessária para se estabelecer a comunicação, tem-se um sistema do tipo *CMC-Pública*. Na Tabela 2 é proposta a classificação dos sistemas tipo CMC mais comuns seguindo essa abordagem. Alguns sistemas possuem implementações características de ambas as categorias e o domínio onde os sistemas são utilizados determina sua configuração. Por exemplo, em empresas com tele-atendimento baseado em chat na Internet, é comum a utilização de um número de cliente para identificação e personificação do atendimento.

Tabela 2 - Exemplos de classificação de privacidade de identificação do usuário

Sistema	CMC	Observação
Chat	Anônimo	Pode ser utilizado qualquer identificador
E-mail	Público	Necessário que pelo menos o destinatário seja informado ao originador da mensagem
Comunicação Instantânea	Público	Necessário que pelo menos o destinatário seja informado
Página Pessoal	Público	Através de endereçamento <i>ip</i> é possível fazer identificação do serviço de hospedagem do site
Sistema de Mundo Virtual	Público	Obrigatória uma identidade para haver endereço no mundo virtual e obter acesso a outros endereços
Sistema de Rede Social	Público	É necessária uma identificação através de e-mail para estabelecer link com outros usuários
Fórum	Anônimo	Comumente utiliza-se qualquer identificação

Segundo Rheingold (2000), para qualquer dispositivo de comunicação que seja disponibilizado a um número amplo de usuários, estes formarão uma comunidade utilizando este dispositivo. Partindo desse princípio, pode-se afirmar que independente do meio de comunicação utilizado, há a necessidade de interação entre seus usuários.