

Ambiente de Aprendizagem Colaborativo Orientado a Problemas para Gerência de Redes

Liane Tarouco, Renato L. S. Dutra, Michelle Leonhardt

Pós-Graduação Informática na Educação - UFRGS
CINTED – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Av Paulo Gama 110, Prédio 12105 – sala 336 – 90490-900 – Porto Alegre – RS – Brazil
{Liane@penta.ufrgs.br}

Resumo

A formação de profissionais no domínio de Redes de Computadores tem tradicionalmente utilizado abordagens centradas no professor induzindo os alunos a uma condição mais passiva em lugar de prepará-los para a pesquisa e aplicação de novos conhecimentos. As abordagens centradas nos alunos que estimulam habilidades de auto-aprendizado e pensamento crítico, têm se mostrado mais apropriadas principalmente na área de tecnologia que está em constante aperfeiçoamento. Este trabalho apresenta um ambiente de aprendizado para o ensino de redes de computadores, utilizando uma abordagem orientada a problemas, que utiliza como ponto de partida a base de conhecimento de um sistema CBR - Case Based Reasoning utilizado para o diagnóstico de problemas em rede que é complementado com um chatterbot especializado em gerência de redes que acessa o sistema de gerência de rede usando SNMP.

Palavras Chave: Redes de computadores, Aprendizagem Colaborativa Apoiada por Computadores, PBL, CBR, chatterbot

1. INTRODUÇÃO

Atualmente as Redes de Computadores manipulam grandes quantidades de informações e interligam universidades e corporações no mundo inteiro. Seu funcionamento ininterrupto garante a milhares de pessoas o acesso a diversos serviços. Devido a sua grande importância em nosso dia-a-dia, as redes tem sido gerenciadas por técnicos especializados que precisam lidar com a crescente quantidade e heterogeneidade dos componentes de uma rede. Estes profissionais são expostos diariamente a situações onde necessitam tomar decisões acerca da instalação, manutenção e resolução de problemas de rede que envolvem configurações de hardware e software. Para isto além do conhecimento técnico, precisam ser capazes de pesquisar e aplicar novos conhecimentos sobre alternativas e configurações da rede que administram. Isto sugere um novo modelo de formação destes profissionais, que normalmente tem se dado através da abordagem tradicional, onde recebem o conhecimento na forma de aulas expositivas, sem o desenvolvimento de outras habilidades como o auto-aprendizado e do pensamento crítico essenciais no diagnóstico de problemas. Este novo modelo sugere uma abordagem de ensino mais centrada no aluno, voltado para a preparação de profissionais que possuam, além do conhecimento técnico em redes, a habilidade aplicar estes conhecimentos em problemas reais e a capacidade de se aperfeiçoar através do auto-aprendizado e do trabalho colaborativo.

Uma alternativa para este contexto baseia-se no uso de PBL – Problem Based Learning (Aprendizagem Baseada em Problemas) que é uma abordagem construtivista utilizando o aprendizado colaborativo e estimulando a pesquisa para a busca do conhecimento através da resolução de problemas. Para isto, se utiliza de problemas criados pelo professor, que ao serem resolvidos estimulem a busca e o aprendizado dos conceitos de redes.

O presente trabalho usou como base um sistema de CBR - Case Based Reasoning (Raciocínio Baseado em Casos) desenvolvido por Melchior [Melchior 1999] denominado DUMBO (**D**escobrir **U**soluções **M**anipulando uma **B**ase de **O**corrências) utilizado para o diagnóstico de redes que possuía em sua base de conhecimento inúmeros casos reais passíveis de uso como ponto de partida para a proposição de problemas em redes.

Este artigo descreve a evolução do ambiente integrado com interface via WWW para a capacitação de profissionais de gerência de redes usando como base a abordagem CBR.

2. Problem Based Learning

O PBL é uma forma de aprendizagem colaborativa com abordagem construtivista onde o aluno constrói seu conhecimento através da resolução de problemas em grupo. Ele se estruturou na década de 60 em algumas escolas de medicina com destaque a McMaster University, no Canadá [Rhem, 1999] [White, 1999], seguida pela University of Limburg em Maastricht, na Holanda, pela University of Newcastle, na Austrália e pela University of New Mexico, nos EUA. Atualmente, o PBL tem sido utilizado por várias instituições de diversos níveis em diversas outras áreas além da medicina, inclusive as áreas de engenharia e tecnologia.

O PBL tem tido grande aceitação no ensino da medicina, e devido às suas características, aos poucos tem sido aplicado em outras áreas como engenharia, administração etc. Na área da Ciência da Computação e Tecnologia da Informação podemos referir algumas experiências com PBL:

- A University of Sidney introduziu, em 1996, a abordagem PBL em uma turma do primeiro ano da graduação em Ciência da Computação, com o objetivo de aperfeiçoar o currículo do curso minimizar os problemas na formação dos profissionais;
- Na Technische Universität München foi desenvolvido um projeto com o objetivo de oferecer um ambiente que suportasse o trabalho colaborativo através de casos, utilizando a abordagem PBL na área de ciência da computação. Para isto, foi desenvolvida uma ferramenta chamada PLI, que é um ambiente integrado projetado para que estudantes e professores possam trabalhar colaborativamente em casos na área de Ciência da Computação;
- Em nível de mestrado a Linköping University da Suécia implementou a abordagem PBL no curso de Mestrado em Engenharia - Tecnologia da Informação. Para a implementação deste projeto foi montado um time de professores de vários departamentos da universidade. O objetivo principal desta iniciativa era tornar o curso mais participativo e formar um profissional mais habituado a trabalhar em grupo e conhecedor do inter-relacionamento das disciplinas.

Nenhuma destas três experiências com o PBL abordaram especificamente o domínio de Redes de Computadores, fato que desestimula sua aplicação, pois o grande desafio do PBL é a modelagem de casos que tenham características reais e que estimulem o aprendizado. Um sistema de Raciocínio Baseado em Casos (Case Based Reasoning) utilizado para o diagnóstico de redes como o DUMBO, possui em sua base de conhecimento vários casos reais registrados e classificados, que podem servir como ponto de partida para a modelagem de problemas que serão utilizados no PBL. Além disso a utilização do DUMBO de forma simulada enriquece bastante o processo de aprendizado, estimulando e direcionando a pesquisa de novos conhecimentos conforme defendido em [Melchior 1999b].

3. Raciocínio Baseado em Casos para Diagnóstico de Redes - DUMBO

O CBR é uma tecnologia para a representação de casos e modelagem de conhecimento, surgida em estudos da Inteligência Artificial (IA) e da ciência cognitiva [Leake, 2001]. As pesquisas no CBR se desenvolvem em várias direções, mas, na maioria das vezes, se concentram em duas classes principais, o CBR interpretativo e o CBR para resolução de problemas. O CBR interpretativo usa casos anteriores como ponto de referência para a classificação ou caracterização de novas situações; o CBR para resolução de problemas usa casos anteriores para sugerir soluções que podem ser aplicáveis para novas circunstâncias.

Existem poucas aplicações de Gerência de Redes que se utilizam do CBR. Entre os mais conhecidos poderíamos citar o NETTRAC, ExSim e CRITTER [Melchior, 1998]. Além destas aplicações existe o Dumbo, um sistema de gerenciamento de problemas, desenvolvido pela UFRGS, que utiliza o Raciocínio Baseado em Casos para diagnosticar problemas em redes de computadores que utilizam o protocolo TCP/IP [Rhem, 1999]. O DUMBO é um sistema que adiciona procedimentos de raciocínio, sobre um sistema de registro de problemas de redes (Trouble Ticket System - TTS) existente chamado CINEMA- Cooperative Integrated Network Management [Tarouco 1994].

No DUMBO, cada caso corresponde a um registro de problema do CINEMA e é composto de duas partes principais: a descrição que é a parte que descreve importantes aspectos do problema e que é composta pelas informações de abertura de registro de problemas, pelas características hierárquicas e pelas características específicas; a solução, que é a parte que contém as informações das ações e a resolução do problema.

Os casos no DUMBO foram classificados em diferentes categorias, formando uma árvore hierárquica de tipos de problemas. Estas categorias não são exclusivas, e um caso pode pertencer ao mesmo tempo a mais de uma categoria. Cada categoria pode possuir várias subcategorias, e na árvore de classificação é composta por um conjunto de atributos de sintomas mais alguma informação contextual, que são utilizados no processo de diagnóstico. Algumas categorias possuem subcategorias que podem expressar características diferentes. As características podem ter diferentes importâncias para cada subcategoria. Estas informações estão modeladas em uma hierarquia de características, que fazem parte do banco de casos DUMBO e serão utilizados no processo de raciocínio. Existem também as características específicas que tem sua importância identificada no processo de refinamento e irão melhorar o conhecimento do sistema por não serem pré-determinadas.

O ciclo de raciocínio no DUMBO se inicia com o módulo de definição de contexto que obtém as primeiras informações sobre o problema. Em seguida, o módulo de procura traz alguns casos que casam com as informações fornecidas. Estes casos podem ser visualizados ou o usuário poderá iniciar um processo de refino dos casos através da resposta de algumas características específicas. Então, o processo de recuperação será reiniciado com estas novas informações. Uma vez selecionados os casos que mais se aplicam ao problema atual, o usuário pode requerer novamente um processo de refinamento, que utilizará as características específicas a partir dos casos selecionados, podendo recuperar outros casos. Nos casos onde o sistema não é capaz de propor casos aproveitáveis o módulo de aprendizado é executado aprendendo e incluindo-o na base de conhecimento no ato do encerramento do problema.

Tecnologias centradas em casos como o Raciocínio Baseado em Casos (CBR), oferecem novas contribuições para abordagens de ensino centradas em problemas como o PBL. O CBR pode ser utilizado como base de conhecimento, fornecendo um repositório de casos que podem ser recuperados para consulta ou atualização, usando-se critérios de lógica difusa [Melchior, 1999]. Tal repositório serviria tanto como para base de casos a serem resolvidos como também para consultar outros casos similares que dessem indícios sobre a forma de resolver determinada classe de problemas.

4. O Ambiente inicialmente implementado

Para contemplar o Ensino Baseado em Problemas em conjunto com um sistema CBR para diagnóstico de Redes, foi projetado [DUTRA 2001] e desenvolvido um ambiente de aprendizado integrado com o Sistema DUMBO. Este ambiente de ensino baseado em problemas proposto utilizou a base de conhecimento do DUMBO para sugerir problemas a serem resolvidos pelos alunos.

O ambiente foi desenvolvido com interface WWW através da linguagem PHP acessando dados armazenados no PostgreSQL, sendo totalmente integrado com o DUMBO, permitindo a professores e alunos a completa interação. Um problema PBL neste ambiente é composto de uma cópia dos dados do caso do DUMBO além de outras informações importantes para a aplicação do PBL. Para assegurar o trabalho colaborativo em grupos sugerido pelo PBL o ambiente usa uma estrutura para que os usuários do DUMBO possam ser organizados em pequenos grupos. O ambiente possui um módulo do professor e um módulo do aluno com funcionalidades diferenciadas.

O Módulo do professor disponibiliza um recurso onde o professor pode modelar os problemas para posterior resolução dos alunos a partir de casos existentes no DUMBO, acrescentando informações sobre os objetivos do problema, referências básicas (endereços http) e escolhendo quais são as características hierárquicas e específicas do caso original que estarão disponíveis para os alunos. Para cada característica escolhida é possível alterar seu valor original e relacionar algum arquivo de imagem e referências HTTP que sejam interessantes para a ilustração do problema. O professor organiza os grupos que serão específicos para um determinado problema, podendo ser escolhidos diferentes participantes para cada problema proposto.

No Módulo do Aluno os alunos tem acesso a três recursos: **O Caso**, a **Área de Trabalho** e a **consulta ao DUMBO**.

O **Caso** é o recurso onde os alunos podem visualizar o problema que eles devem resolver em conjunto. Este problema deve ser resolvido em um período pré-determinado pelo professor na modelagem do problema. O problema apresentado segue o modelo de Bridges [1992] onde são apresentadas a descrição do problema, os objetivos, e as referências básicas em forma de URLs. Os alunos poderão consultar os valores das características hierárquicas e específicas disponíveis para o problema, em um menu com a lista com todas as características (disponíveis ou não). Após visualizar determinada característica, o aluno poderá anexar um comentário específico para esta característica, que será mostrado aos outros participantes quando consultarem esta característica.

A **Área de Trabalho** é subdividida em três partes: o **processo de resolução**, o **diário de bordo** e as **anotações do professor**.

No processo de resolução os alunos devem depositar todos os comentários individuais e colaborativos sobre a resolução do problema. Este área está organizada em três quadros: **Hipóteses**, **Resolução** e **Solução**.

No quadro de **Hipóteses** os alunos podem cadastrar em textos colaborativos as prováveis hipóteses sobre a solução do problema. No quadro de **Resolução** os alunos podem colocar seus comentários individuais seguindo um modelo simplificado que organiza a resolução em três perguntas ("O Que Sabemos", "O Que não Sabemos" e "O Que precisamos fazer") . No quadro de **Solução** os alunos constroem a resposta ao problema através de um texto único colaborativo.

O **Diário de bordo** é um espaço livre para as anotações e observações dos alunos que as registram durante o processo de resolução. Estas anotações podem ser feitas de forma individual onde só o autor conseguiria visualizar ou de forma compartilhada, onde todos os membros do grupo poderão visualizar.

O módulo **Anotações do Professor** é o quadro de anotações interativo que serve de interface entre o professor e o grupo. Neste quadro o professor pode inserir comentários e afirmações durante o processo de resolução do problema.

A consulta ao DUMBO é o lugar onde os alunos irão interagir diretamente com o DUMBO, consultando sua base de casos através da simulação de um diagnóstico sobre um determinado problema de rede ou solicitando que o ambiente recupere diretamente os casos similares ao problema modelado pelo professor.

5. Um tutor virtual que conhece os casos armazenados

Dando continuidade à pesquisa, foi investigada uma alternativa para tornar o acesso à base de casos a às informações sobre a rede mais facilmente acessíveis para os alunos. Buscou-se uma estratégia que permitisse a utilização de uma interface em linguagem natural, e a solução envolveu o uso de um *chatbot*¹, capaz de auxiliar no gerenciamento de redes. Um *Chatbot* é um programa que procura simular uma conversação, com o objetivo de levar o interlocutor a pensar que está falando com outro ser humano [Laven 2003]. Essa possibilidade de se dar a uma máquina habilidade para interagir com o ser humano, através de uma compreensão e simulação do seu comportamento, tem sido, há muito tempo, alvo de pesquisas nas áreas de Inteligência Artificial, Linguística Computacional, Interação

¹ A palavra *Chatbot* significa: *Chatter*: bate-papo, *Bot*: robô

Homem Computador, entre outras. Além disso, eles apresentam grande potencial para atuarem no campo pedagógico, comercial e social. Os *chatbots* são os mais bem sucedidos sistemas de conversação que foram construídos até hoje, por serem capazes de manter conversações casuais com usuários através de trocas de mensagens de texto em língua natural, independente da presença de outros recursos.

Gerentes e operadores de rede com pouca experiência podem não utilizar adequadamente os dados coletados de uma rede. Assim, um *chatbot* pode servir como um interpretador de tais dados e fonte de consulta para solução e localização de problemas em uma rede, tentando reaplicar o papel de um gerente de rede mais treinado e capacitado.

O *chatbot* proposto pode ser utilizado como uma ferramenta cognitiva, tal como proposto por Jonassen visando oferecer suporte à aprendizagem significativa [Jonassen 1999]. Na aprendizagem significativa o aprendiz constrói seu próprio conhecimento, ou seja, não atua como um receptor passivo. Ele deve fazer uso dos significados que já internalizou para poder captar os significados dos materiais educativos. Assim, ao mesmo tempo em que está progressivamente diferenciando sua estrutura cognitiva, está também identificando semelhanças e diferenças e, conseqüentemente, reorganizando seu conhecimento.

A Prof^a Elektra [Leonhardt 2003] (disponível para acesso em <http://penta3.ufrgs.br:2002/>) foi implantada e utilizada inicialmente para capacitação de estudantes de cursos a distância e o foco da base de conhecimento nesta primeira fase foi a Internet e conceitos de segurança no ambiente Internet. Numa fase subsequente recebeu também conceitos de Física para responder perguntas sobre física aos alunos do ensino secundário que estivessem se preparando para o vestibular.

Para este trabalho foram exploradas diversas funcionalidades do AIML. A primeira funcionalidade explorada foi a possibilidade do *chatbot* escolher uma entre diversas respostas a serem apresentadas para uma mesma pergunta. Este recurso parte do pressuposto que se o usuário do ambiente tornou a questionar o robô sobre um mesmo tópico é porque provavelmente a resposta apresentada não satisfizesse sua necessidade. A segunda etapa teve como objetivo melhorar as respostas, deixando Elektra aparentemente mais amigável e interessada no assunto ao qual estivesse tratando com o aluno, de forma a estimular a continuidade do diálogo. Nesta etapa, foram revisadas as respostas que o robô fornecia, acrescentando assim no final de algumas das respostas perguntas e outras informações ao usuário, ou pedidos para que questionassem mais o *bot*.

A terceira etapa demandou maior atenção, pois dizia respeito as diferentes formas de se perguntar a mesma coisa ao robô. Através de uma análise de diálogos extraiu-se cada pergunta que não estava registrada na base de conhecimento do *bot*. Como na maioria das vezes o robô já tinha uma resposta pronta, adicionaram-se então estas perguntas de maneira que ele apresentasse as respostas já existentes sobre aquele assunto.

Atualmente sua base de conhecimento é bastante focada para a área de redes de computadores e educação, além de todo seu conhecimento sobre física. Sua evolução constante é a meta principal de seu grupo de pesquisa, através da busca de novas tecnologias para aperfeiçoar o diálogo do *bot*, buscando, principalmente, sua utilização na educação. Mesmo assim, Elektra é capaz de conversar sobre outros assuntos como cinema, mas procura sempre direcionar o usuário para que converse sobre os assuntos que ela mais domina.

Um experimento realizado com este *chatbot* envolveu seu uso no ambiente ASTERIX. [Medina 2003], um laboratório virtual de redes de computadores construído para auxiliar o entendimento de

conceitos básicos da disciplina de redes de computadores, para alunos de graduação. O *chatterbot* Profa. Elektra, foi utilizado pelos alunos de forma integrada ao ambiente de laboratório virtual na forma de um avatar, que se movia pelo ambiente virtual e podia responder dúvidas dos alunos.

Elektra teve resultados significativos atuando dentro deste ambiente. O impacto exercido sobre o processo de aprendizagem se tornou muito eficaz e no questionário de avaliação do experimento, houve unanimidade em reconhecer que este foi um recurso que auxiliou a elucidar dúvidas e a esclarecer os fenômenos simulados no laboratório. Foi observado que, na busca de uma resposta, os alunos primeiramente conversavam com a Elektra para depois utilizar os outros módulos. Em função desse comportamento identificou-se uma preferência por esse recurso que, ao simular o comportamento humano, assumiu o papel de parceiro dos alunos dentro do laboratório. Alguns comentários dos alunos sobre o *chatterbot* ilustram algumas das vantagens que eles perceberam:

- ❑ a vantagem de ter uma profa. “sempre disponível”;
- ❑ a possibilidade de apresentar várias respostas para a mesma dúvida (geralmente o aluno repetia a mesma pergunta para ver outras respostas);
- ❑ o processo mais dinâmico, uma vez que não há disputa pela atenção da professora como ocorre em sala de aula, ou seja, não precisa “esperar para ser atendido”;
- ❑ a validade das respostas da Elektra, e geralmente ela “engata” outra questão, deixando o aluno curioso e acaba conversando mais com ela;
- ❑ a obtenção de respostas imediatas e sugestões de animações ou links que complementavam a resposta dada;

6. Arquitetura Proposta

A arquitetura do *chatterbot* sendo implementado é apresentada na figura 1. Um usuário interage com o robô através de uma interface e sua base de conhecimento. Dessa forma, ele questiona o robô através de um formulário na forma de um texto em linguagem natural. O robô, por sua vez, processa a entrada e busca a informação correspondente em seu banco de conhecimento estático em AIML. Caso se faça necessário uma consulta à situação da rede, o módulo central é disparado e, através de seu banco de regras e histórico de dados, pode disparar consultas momentâneas a agentes SNMP ou gerar pequenos relatórios para constituir a resposta dinâmica do *chatterbot*.

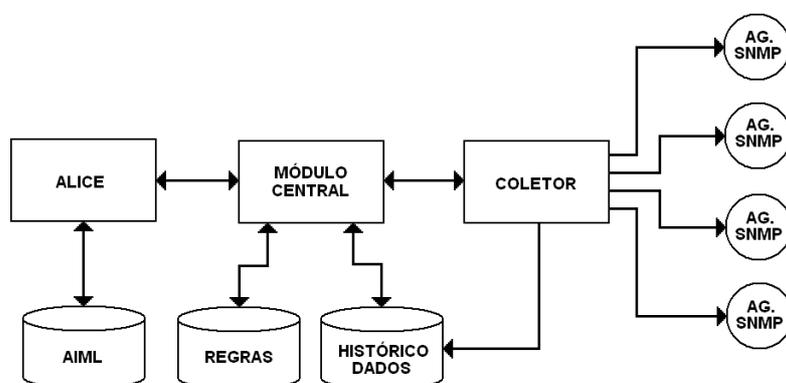


Figura 1. Arquitetura estendida do *chatterbot*.

O *chatbot* a ser utilizado como base neste trabalho é o ALICE (*Artificial Linguistic Internet Computer Entity*). Sua escolha pode ser justificada pelo fato de que é um dos *bots* mais utilizados na atualidade, é gratuito e parte integrante do projeto GNU. Além disso, é ponto de partida para diversos projetos que procuram agregar mais funcionalidades ao sistema [Galvão 2003]. Uma das versões básicas do *chatbot* disponibilizada pela ALICEBOT *foundation* [ALICE 2004] é constituída por centenas de fatos, citações e idéias de seu criador e apresenta um vocabulário de mais de 5000 palavras, além de módulos de conversação que capacitam a ela classificar o usuário por idade, sexo, localização geográfica e profissão

A base do conhecimento e comportamento de ALICE é construída através da linguagem de marcação AIML (*Artificial Intelligence Markup Language*) [Taylor 2003], derivada da linguagem XML (*eXtensible Markup Language*). O AIML é uma linguagem de fácil aprendizagem e utilização. Ela apresenta um conjunto de tags e comandos simples para implementação da base de conhecimento de um *chatbot* e serve para analisar as mensagens enviadas pelo usuário e decidir a forma como estas mensagens devem ser respondidas.

A extensão de ALICE envolve a utilização do módulo central, módulo coletor, banco de regras, banco de histórico de dados e agentes SNMP. O módulo coletor é o responsável pela coleta de informações da rede e armazenamento no banco de dados do histórico de informações. Ele é programado para disparar consultas (através de SNMP) sobre o estado da rede em determinados intervalos de tempo, podendo ser utilizado também fora de tais intervalos, quando solicitado pelo módulo central.

A constante coleta de informações sobre a rede e o armazenamento das mesmas em um banco de dados pode ser muito útil para que o *chatbot* seja capaz de responder algumas perguntas relevantes para o gerenciamento de redes, como por exemplo, o caso de ataques DoS ou de possíveis falhas em algum equipamento. Isso ocorre porque o comportamento normal da rede é medido através do histórico de suas informações e não apenas de observação momentânea.

O módulo central é o responsável por relacionar informações recebidas do banco de dados ou de consultas momentâneas para enriquecer as respostas do *chatbot* em termos mais práticos. Assim, ele é o responsável por receber a informação solicitada pelo usuário e gerar as respostas dinâmicas do sistema.

Para que tais respostas sejam geradas, é necessária a criação de um banco de regras que deve auxiliar na escolha da melhor resposta pelo módulo central. As regras, por suas vez, são extraídas de um conjunto de casos previamente observados em redes em funcionamento ou de documentação de trabalhos na área [Melchioris 1999] [Gaspary 2003].

Quando um usuário faz uma pergunta ao *chatbot*, o módulo central é disparado e é responsável por tomar a atitude necessária. Ele pode solicitar ao módulo coletor uma consulta momentânea a um objeto ou ainda buscar informações no banco de dados para poder fornecer a resposta que tende a se aproximar mais do que se deseja saber. As regras são implementadas através da atribuição de pesos aos casos observados e cálculo de probabilidade de resposta. O módulo central também pode utilizar ferramentas como *ping* e as demais descritas em [Medina 1994] para elaborar sua resposta.

A integração do módulo central com o *chatbot* ALICE pode ser feita de duas formas. A primeira delas envolve a utilização da tag `<system>`. Esta tag é responsável por chamadas a programas executáveis externos e sua utilização pode ser ilustrada através de outros sistemas que utilizam tal recurso [Maghsoudi 2004]. A outra forma é através da extensão do próprio código fonte do *chatbot*

ALICE, através da criação de novas *tags* para chamadas externas que atendam a necessidades específicas de parâmetros ou demais informações pertinentes.

Cabe salientar que o objetivo do sistema não é o de resolver e nem diagnosticar problemas. O *chatbot* proposto serve como ponto de partida para ensinar ao usuário os possíveis problemas que podem ocorrer na rede e como o mesmo deve proceder em caso de ocorrência de tais problemas. Ele deve informar, além do comportamento da rede em relação ao que foi perguntado e de uma explicação teórica sobre o assunto, os objetos que consultou para verificar as condições e o que se pode fazer para resolver algum eventual problema, quando for o caso.

7. CONCLUSÕES

Com este trabalho, espera-se obter um *chatbot* que, utilizando a base de casos e um interface com sistemas de gerenciamento de redes possa permitir uma melhor contextualização das informações na medida em que as respostas fornecidas ao aluno podem ser ilustradas com casos reais e com dados obtidos diretamente de componentes da rede. Busca-se um sistema de suporte à aprendizagem capaz de suprir as dificuldades e inseguranças que novos profissionais costumam encontrar quando atuam no gerenciamento de redes.

O ambiente colaborativo orientado a problemas utilizando uma base de conhecimentos real sobre redes, está sendo desenvolvido para proporcionar aos alunos a oportunidade de aprender conceitos através da resolução de problemas que eles irão enfrentar no mundo real. Adicionalmente, espera-se desenvolver além dos conhecimentos técnicos, as habilidades interpessoais de relacionamento em grupo e o pensamento crítico.

8. Referências

- ALICE (2004) - Artificial Linguistic Internet Computer Entity The A.L.I.C.E A.I. Foundation Disponível em: <<http://alicebot.org>>, Acesso em: 12.06.2004.
- Bridges, Edwin; Hallenger, P.(1992). Problem-based Learning for Educational Administrators. Oregon: ERIC Clearinghouse on Educational Management.
- Dutra, R. (2001). Ambiente orientado à problemas no ensino de redes de computadores : . 2001. 43 f. : trabalho individual il. Ori.: Tarouco, Liane Margarida Rockenbach. (TI ; 973)
- Edelson, Daniel C. (1995). The Collaboratory Notebook Project at Northwestern. Disponível por WWW em <<http://www.ls.sesp.northwestern.edu/cnb/>> (18/01/2001).
- Galvão, A. M., Neves, A., Barros, F. A. (2003) Persona-AIML: Uma Arquitetura para Desenvolver *Chatterbots* com Personalidade In: Encontro Nacional de Inteligência Artificial - ENIA 2003/SBC Campinas. Anais do Congresso da SBC'2003. p.1 – 10, Campinas: SBC.
- Gaspary, Luciano P., Fagundes, Leonardo (2003) L. Avanços Rumo à Integração de Tecnologias de Gerenciamento de Redes e Segurança. In: I Escola Regional de Redes de Computadores, Anais. pp. 153. Porto Alegre. Minicurso.
- Jonassen, David. Peck, Kyle. Wilson, Brent. (1999) Learning with Technology. Merrill Press.
- Laven, S.J. (2003) “The Simon Laven Page” <http://www.simonlaven.com/>, Último acesso em 19.06.2004.
- Leake, David B. (2001). CBR in Context: The Present and Future. Disponível por WWW em <http://www.researchindex.com> (30/01/2001).

- Leonhardt, Michelle D.; Castro, Daiane, D.; Tarouco, Liane M. R. (2003) Elektra: inteligência Artificial na Educação a Distância de Jovens e Adultos In: Congresso de Educação a Distância Mercosul., pp. 165-170. Florianópolis, Brasil.
- Lewis, Lundy. (1995) Managing Computer Networks: A Case-Based Reasoning Approach. Norwood: Artech House,. 205p.
- Maghsoudi, Shahin; Arthanari, Tiru (2004): Learning Interface for Virtual Education. In: 8th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics July 18 - 21, Orlando, Florida, USA. Disponível em: <http://www.alicebot.org/articles/learning-Interface.pdf>
- Medina, Roseclea D. (1994) SAFO Sistema Agregador de Ferramentas de Operação de Rede, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. Trabalho individual.
- Medina, Roseclea D; Tarouco, Liane. M. R. (2003) Tecnologias Aplicadas no Ensino de Redes de Computadores: um Protótipo de Laboratório Virtual para Facilitar a Aprendizagem Significativa. Anais CACIC'2003 - La Prata, Argentina.
- Melchior, C., Tarouco, L. (1999) Fault Management in Computer Networks Using Case-Based Reasoning: DUMBO system. Lecture Notes in Artificial Intelligence. Berlin: , v.1650, p.510 - 524, 1999.
- Melchior, Cristina. (1999) Raciocínio Baseado em Casos Aplicado ao Gerenciamento de Falhas em Redes de Computadores. Porto Alegre: PGCC/UFRGS,. Dissertação de Mestrado.
- RHEM, JAMES (1998). Problem-Based Learning: An Introduction. Disponível por WWW em http://www.ntlf.com/html/pi/9812/pbl_1.htm (22/12/1999).
- Tarouco, L., Madruga, E. (1994) Cooperative and decentralized network operations management. IEEE Journal on Selected Areas in Communication. IEEE, v.12, n.6, 1994.
- Taylor, A. (2003) The AIML Mini Reference and Primer. Disponível em: <http://hippie.alicebot.com/~ataylor/index.html>. Último acesso em 08.06.2003.
- White, Harold B. (1996). Dam Tries Problem-Based Learning: A Case Study. Disponível por WWW em <http://www.udel.edu/pbl/dancase3.html> (22/12/1999).