

Uma Abordagem para Ensinar e Aprender Redes de Computadores baseada em Mapas Conceituais

Evandro Cantú^{1*}, Jean Marie Farines²

¹Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina (CEFET-SC)
Unidade de São José
88103-310 São José, SC

²Departamento de Automação e Sistemas (DAS)
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
88040-000 Florianópolis, SC

cantu, farines@das.ufsc.br

Abstract. *In this paper we present a methodological approach, built for helping and guiding teachers and learners of computer networks. This approach is based on some modern educational theories, in particular, the thematic approach and concept maps. The concept maps are a graphical representation of the relationships among concepts, used to model and organize the knowledge of the application domain, in our case, computer networks. The concept maps offer a very concise form to present the concepts and principles to be taught or learned and consequently to organize the educational process. A Web application synthesizes our approach, which can be used by teacher and learners to improve their activities.*

Resumo. *Neste artigo apresentamos uma abordagem metodológica construída com o objetivo de auxiliar e guiar o professor, e também o aluno, de redes de computadores. Esta abordagem está baseada nas contribuições da educação, em particular no ensino temático e nos mapas conceituais. Os mapas conceituais são utilizados para modelar e organizar o conhecimento de redes de computadores. Eles permitem organizar hierarquicamente conceitos, do mais geral e abrangente ao mais específico, mostrando de forma gráfica a relação entre eles, contribuindo também para o sequenciamento das atividades pedagógicas. Esta abordagem metodológica está sintetizada em uma aplicação Web, suportada por mapas conceituais e ligada a materiais didáticos, a qual pode ser usada por professores ou alunos para o aprimoramento de suas atividades.*

1. Introdução

Para fazer face ao contínuo desenvolvimento tecnológico, uma importante habilidade requerida para os novos profissionais de engenharia é a capacidade de adquirir conhecimentos de forma continuada. Da mesma forma, também a educação tecnológica requer um aperfeiçoamento contínuo de suas práticas, visando dar a melhor formação possível aos futuros profissionais, haja visto a evolução constante das tecnologias e os novos meios de ensinar.

Neste artigo, escolhemos as redes de computadores como um bom exemplo de área tecnológica fortemente marcada por mudanças, estando sua base de conhecimentos em constante transformação. Por um lado, a cada dia, são desenvolvidos e aplicados

*Em doutoramento no DAS/UFSC

novos conhecimentos e tecnologias, havendo, portanto, uma preocupação constante dos professores desta disciplina em incluí-los nos currículos. Por outro lado, vemos também que o tempo de vida útil de alguns conhecimentos específicos tem sido reduzido a alguns poucos anos, devendo também haver uma atenção aos conhecimentos que se tornam obsoletos. Associado a estes fatores, a alta complexidade e grande diversidade de conteúdos relacionados às redes de computadores são outro problema que se coloca no ensino-aprendizagem desta disciplinas.

Em função destas questões, algumas alternativas metodológicas precisam ser consideradas na construção e implementação dos currículos. É importante encontrar meios de aprimorar o aprendizado dos conceitos fundamentais da área de redes de computadores e, ao mesmo tempo, preparar os alunos para a vida profissional, marcada por um processo contínuo de evolução tecnológica.

Neste contexto, é apresentada neste artigo uma abordagem metodológica voltada ao aprimoramento do ensino tecnológico. A proposta combina o *ensino temático*, defendido por [Freire, 1981], e o uso de *mapas conceituais*, a principal ferramenta da *teoria da assimilação*, proposta por [Ausubel et al., 1980].

Na segunda seção são apresentados aspectos da *abordagem tradicional de ensino*, visando fazer um contraponto à outras alternativas de ensino-aprendizagem. Na terceira seção é apresentada a *abordagem temática*, enfatizando seus benefícios para a motivação dos alunos e como ajuda na seleção dos conhecimentos. Na quarta seção é abordado o uso de *mapas conceituais* para construir uma *representação do conhecimento* da área de redes de computadores, mostrando como utilizar esta representação para desenvolver o ensino-aprendizagem numa abordagem que vai do *geral-ao-específico*, aumentando a complexidade ao longo do curso. O papel do professor e os materiais didáticos são discutidos na quinta seção. Finalmente, na sexta seção, é descrita uma *plataforma Web*, a qual sintetiza a proposta metodológica apresentada no artigo, cujo uso pode auxiliar e guiar o professor, e também o aluno, no desenvolvimento de suas atividades educacionais.

2. Abordagem tradicional de ensino

Numa *abordagem tradicional de ensino*, os currículos são organizados seguindo rigorosamente a estrutura clássica dos conteúdos técnicos e científicos da área, onde os conteúdos são previamente divididos em tópicos e apresentados sequencialmente e em profundidade aos alunos.

No caso da área de rede de computadores, a grande maioria dos livros-texto organizam os conhecimentos de acordo com as “camadas” que compõe a *arquitetura de redes*, como em [Tanenbaum, 1981]. Esta forma de organização influenciou largamente os professores de redes de computadores durante os anos 80 e 90. Normalmente os cursos abrangiam a totalidade dos conteúdos tecnológicos da área, bastante extensos e complexos, onde a abordagem mais comum iniciava o ensino pelos conteúdos relativos às camadas inferiores da arquitetura, referentes aos aspectos físicos da comunicação, e finalizava com as aplicações de rede, as quais compõe a camada superior. Frequentemente as aplicações não eram tratadas, seja por falta de tempo, já que eram deixadas para o final, seja porque não havia interesse em abordá-las.

Face a evolução constante das redes de computadores esta abordagem não é a mais apropriada. A rigidez dos livros-texto, associado a complexidade e diversidade de conceitos não motiva os alunos, os quais, muitas vezes, não conseguem relacionar os tópicos em estudo com a prática, resultando em grande dificuldade para entender os *conceitos fundamentais* da área.

3. Abordagem temática

As idéias apresentadas por [Freire, 1981] a respeito da *abordagem temática* são uma contribuição importante para a área educacional. Segundo esta abordagem, as atividades de ensino devem girar em torno de *temas significativos* que façam parte do cotidiano dos alunos. Estes temas permitem dar ao conhecimento um papel conscientizador, propiciando aos alunos uma melhor compreensão e atuação na sociedade, além do aspecto motivador de se trabalhar com temas que façam parte do seu dia-a-dia. Em torno deles é que devem girar as atividades de ensino.

A *abordagem temática* tem sido utilizada nas diversas esferas do ensino, conforme podemos ver em [Gadotti, 1996], inclusive no ensino de ciências e física [Delizoicov et al., 2003].

Conforme descrito em [Delizoicov et al., 2003], dois critérios são enfatizados na escolha dos *temas significativos* a serem explorados no processo educacional: um diz respeito a “fascínio” exercido pelos aparatos tecnológicos, em particular sobre os mais jovens; o outro concerne a necessidade de discutir o problema do balanço “benefício-malefício” da produção tecnológica. Sobre estas proposições, os autores supracitados apontam para uma aproximação com o que vem sendo defendido pelo movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) (ver [Bazzo, 1998]).

De acordo com [Delizoicov et al., 2003], a exploração didática de *temas significativos*, que envolvam contradições sociais, apresentam uma “ruptura” na lógica segundo a qual os programas têm sido elaborados, fortemente baseados nos conteúdos científicos ou tecnológicos da área. Desta forma, esta abordagem pode ser um dos critérios para ajudar na seleção dos conhecimentos a serem abordados no processo educativo, contribuindo ainda para tornar explícito sua importância e significado.

No caso de nossa área de interesse, a realidade atual das redes de computadores está profundamente marcada pela ampla penetração da Internet em todos os domínios da sociedade. Além do “fascínio” exercido pela Internet, a questão da “inclusão digital”, associado ao debate sobre os “impactos” desta tecnologia, são pontos que não podem deixar de serem discutidos na formação tecnológica nesta área. Neste sentido, a Internet e suas aplicações se encaixam perfeitamente nos critérios sugeridos para de definição de *temas significativos* para ancorar a o ensino-aprendizagem.

Dentro da bibliografia atual de redes de computadores, a abordagem utilizada por [Kurose and Ross, 2000] caminha nesta direção. Estes autores inovaram, invertendo a forma tradicional de organização dos conhecimentos, iniciando pela camada aplicação e tendo como foco principal a Internet. De acordo com os autores, esta forma de abordar os conhecimentos, chamada por eles de *abordagem top-down*, traz vários benefícios. Primeiro, coloca ênfase nas aplicações, que é uma das áreas que mais crescem nas redes de computadores. Segundo, é um forte fator de motivação, onde os estudantes iniciam o estudo a partir das aplicações que utilizam no seu dia-a-dia. E ainda, possibilita aos instrutores introduzir o *desenvolvimento de aplicações* num primeiro momento.

Todavia, para sermos mais justos com a idéia de *ensino temático* de [Freire, 1981], nossa intenção é, junto com o ensino-aprendizagem das questões técnicas, fomentar o debate sobre os “benefícios-malefícios” das novas tecnologias da informação. Para auxiliar o professor nesta tarefa, estamos construindo uma *aplicação na Web*, que será discutida adiante, onde *materiais didáticos* apropriados são associados aos *temas significativos*.

4. Articulando temas e conceitos com mapas conceituais

O *ensino temático* consiste em articular temas e conceitos, sendo os temas o ponto de partida para a elaboração do programa [Delizoicov et al., 2003]. Esta articulação entre temas e conceitos é denominada por [Freire, 1981] de *redução temática* e deve estar baseada nos *conceitos fundamentais* que dão uma visão geral do tema.

Neste sentido, no ensino-aprendizagem de redes de computadores, simplesmente inverter a forma de abordar as camadas da arquitetura de redes, como em [Kurose and Ross, 2000], não é suficiente para uma aprendizagem efetiva. Seria interessante organizar os conceitos, de modo a estabelecer uma visão global e estruturada do tema.

A importância dos *conceitos fundamentais* no ensino-aprendizagem de redes de computadores é também enfatizada pelos autores [Peterson and Davie, 2000], os quais organizam a os conceitos de um modo independente das camadas. A idéia é procurar entender como as redes são hoje reconhecendo primeiramente seus princípios fundamentais, permitindo que qualquer nova tecnologia, com o qual os alunos se deparem, seja mais fácil de ser entendida; uma vez que as redes estão em constante mudança a medida que a tecnologia evolui e novas aplicações são criadas.

Todavia, uma abordagem centrada nos princípios fundamentais, como [Peterson and Davie, 2000], poderia ser enriquecida se os conceitos fossem organizados de uma forma hierárquica, onde cada conceito pudesse ser situado dentro do contexto geral onde são aplicados nas redes de computadores.

A *teoria da assimilação*, apresentada por [Ausubel et al., 1980], pode ajudar neste processo. Esta teoria educacional descreve como o aprendiz adquire conceitos e como estes se organizam em sua mente. Para a *teoria da assimilação*, o aprendizado ocorre quando uma nova informação é adquirida mediante um esforço deliberado de parte do aprendiz para ligar esta informação com conceitos e proposições relevantes, pré-existentes em sua *estrutura cognitiva*. Para tal, sugere que as idéias, princípios e conceitos mais gerais e abrangentes deveriam ser vistos no início da aprendizagem, de modo a servirem de âncora às aprendizagens subseqüentes.

Para usar a *teoria da assimilação*, uma tarefa importante é determinar a *estrutura conceitual* da matéria a ser ensinada. Em outras palavras, é preciso identificar os conceitos e princípios de base da matéria em questão, e organizá-los hierarquicamente. Com estes objetivos, [Novak, 2003] desenvolveu os *mapas conceituais*, os quais apresentam similaridades com grafos e são usados para representar as relações entre grupos de conceitos. A cada nó de um *mapa conceitual*, normalmente representado por um retângulo, é associado um conceito. Os conceitos são ligados por linhas, as quais é associado uma proposição que identifica a relação entre os conceitos.

O *mapa conceitual* da figura 1 mostra um exemplo de organização do conhecimento, descrevendo alguns conceitos e tecnologias que permitem dar uma visão geral da rede Internet.

Em áreas tecnológicas, como a área de redes de computadores, que possuem muitos conceitos complexos, relacionados de maneira intrincada, os *mapas conceituais* podem ser de grande ajuda na organização do conhecimento. A idéia é, a partir de *temas significativos*, como a Internet, as *redes locais de computadores* e as aplicações de rede, usá-los como veículo para desenvolver os conceitos relacionados às redes de computadores, hierarquizando-os com a ajuda de *mapas conceituais*.

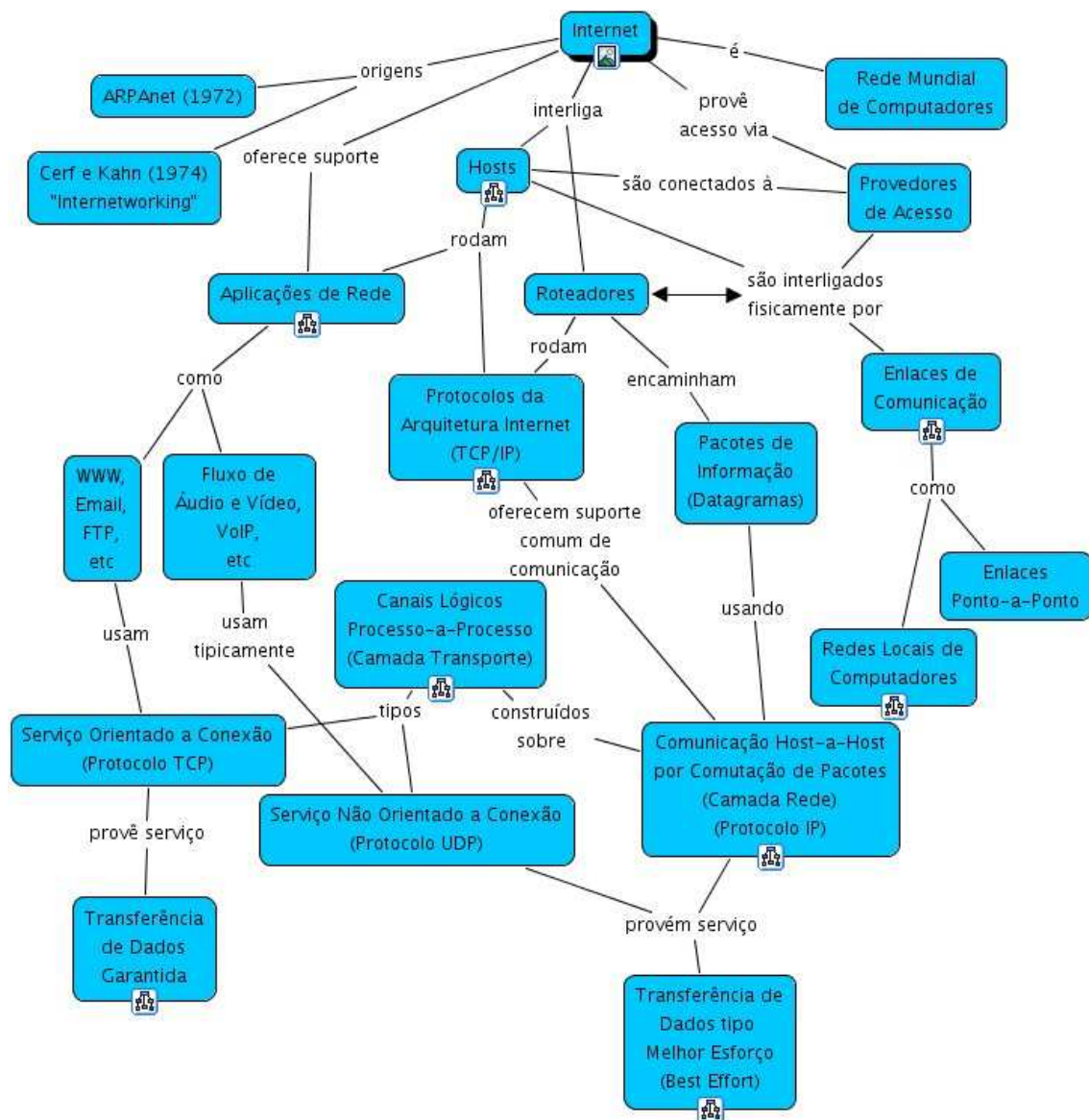


Figura 1: Visão geral da Internet e seus serviços

5. Explorando os mapas conceituais do geral-ao-específico

Com o conhecimento organizado a partir de *mapas conceituais*, fica facilitado o desenvolvimento dos conceitos do *geral-ao-específico*.

A idéia é iniciar o estudo a partir da visão ampla de um problema ou tópico, olhando primeiramente sua relação com o todo, seus componentes principais e a relação entre cada um destes componentes. A partir desta visão geral, uma parte (ou um detalhe) pode ser examinado, sem perder em nenhum momento a visão do todo. Em qualquer tempo, é possível voltar ao geral para rever outras partes do mesmo problema ou para examinar a relação de determinada parte com o todo. A referência [Chou, 1999] compara esta abordagem a um fotógrafo estudando uma cena com uma *lente zoom*.

Esta hierarquização dos conceitos pode também auxiliar na resolução dos conflitos entre abordar conhecimentos em extensão e profundidade. No caso, a estrutura hierárquica dos proporcionada pelos *mapas conceituais* permite situar qualquer tópico dentro do contexto geral, evitando possíveis fragmentações. Todavia, como os *mapas conceituais* permitem tanto uma abordagem em “largura” como em “profundidade”, fica reservada ao professor a responsabilidade de conduzir o processo de ensino-aprendizagem da forma que achar mais conveniente.

Vejamos um exemplo para mostrar com seria a abordagem de um tema indo do *geral-ao-específico*. Suponha que vamos ensinar como funciona o *serviço de transferência de dados garantida* da Internet, também chamado de *serviço orientado a conexão*. A primeira coisa a ser feita é situar o problema dentro da visão geral da tecnologia Internet. O *mapa conceitual* da figura 1, mostrada anteriormente, ilustra uma maneira de se fazer isto.

A partir da figura 1 é possível ter uma visão geral dos principais componentes da Internet e situar o problema do *serviço orientado a conexão* no todo. A necessidade deste tipo de serviço para suportar certas aplicações, como a *Web*, o *correio eletrônico* ou a *transferência de arquivos*, mostra-se evidente, dando portanto um sentido aos conceitos que serão aprendidos.

Depois disto, o *serviço orientado a conexão* pode ser detalhado, como mostra o *mapa conceitual* da figura 2, onde os principais conceitos relacionados com este tópico são considerados.

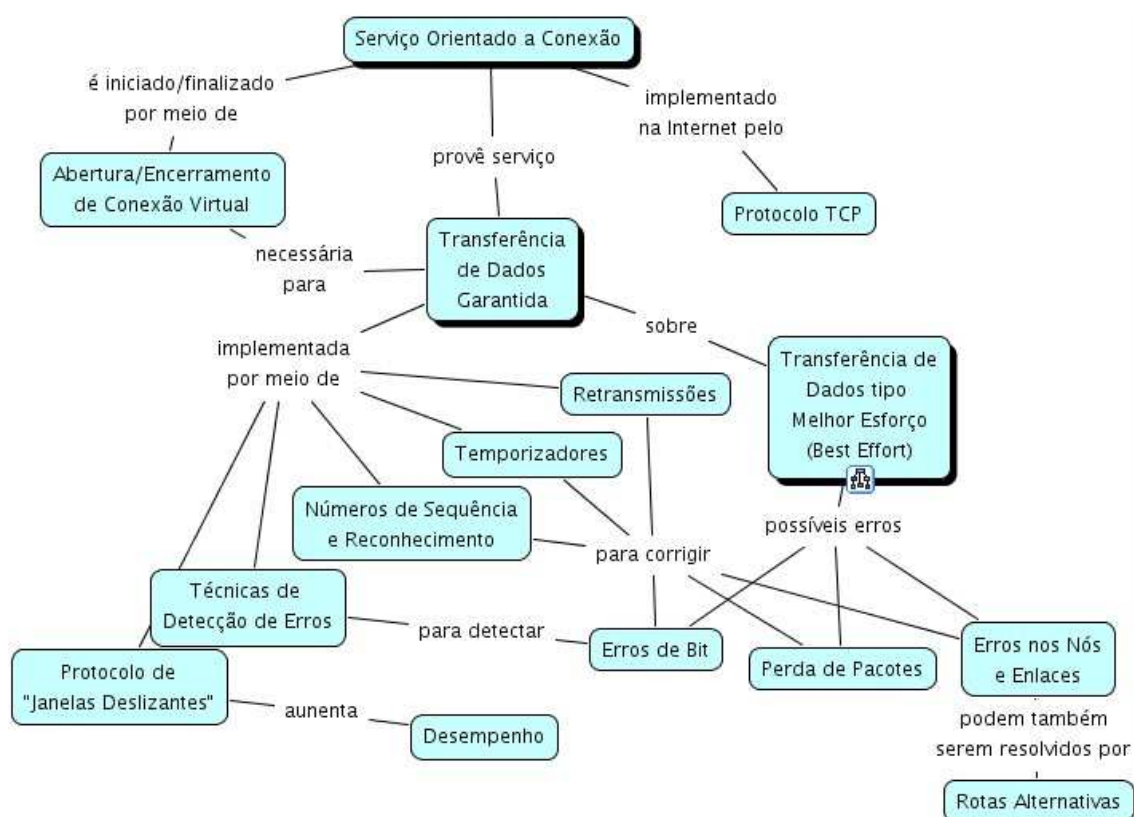


Figura 2: Serviço de transferência de dados garantida

Mapas conceituais, como os apresentados nas figuras 1 e 2, podem ser utilizados para estruturar o processo de ensino-aprendizagem. Eles são exemplos de como os *mapas conceituais* estão incorporados na *plataforma Web* que será apresentada na sequência.

6. O papel do professor e os materiais didáticos

A produção de *material didático*, pelo professor, completa o processo de *redução temática* [Delizoicov et al., 2003].

Conforme [Delizoicov et al., 2003], os livros-texto estão organizados segundo seqüências rígidas de informações e atividades, e têm sido utilizados como principal material didático pelos professores.

É certo que os livros-texto minimizam a necessidade do professor decidir sobre a prática pedagógica e produzir material didático. Em certa medida isto é útil, já que produzir material didático demanda tempo, infra-estrutura e acesso à informações, além do que, pode haver duplicação de esforços, já que diferentes professores encontram situações que exigem respostas semelhantes [Delizoicov et al., 2003].

Todavia, o professor é, sobretudo, um organizador de uma atividade. Quanto maior for seu acesso a alternativas de materiais, maior será a oportunidade de encontrar os mais adequados, assumindo a responsabilidade pelas escolhas e adaptações, ou criando novas alternativas se julgar necessário. Desta forma, preserva-se a responsabilidade e o aspecto criativo e prazeroso da atividade.

Neste sentido, nossa proposta metodológica para o ensino-aprendizagem contempla o desenvolvimento de um banco de *materiais didáticos*, o qual será integrado a *representação do conhecimento* de redes de computadores. Como *materiais didáticos*, estão incluídos textos para debate relacionados aos *temas significativos*. Analogias, utilizadas para facilitar a compreensão de conceitos. Atividades práticas, utilizadas para ilustrar a aplicação prática dos conceitos e melhorar o entendimento, entre outros.

7. Uma aplicação Web para apoiar o ensino-aprendizagem

Nesta seção, apresentamos uma *aplicação Web*, construída com o intuito de ajudar e guiar o professor (ou o aluno) na organização e no aprimoramento do processo de ensino (ou aprendizagem) de redes de computadores.

O *mapa conceitual* da figura 3 descreve as principais características desta *aplicação Web*.

A partir do ambiente *Web* o usuário pode “navegar” em busca de informações, obter ajuda no planejamento de um curso no domínio das redes de computadores ou buscar subsídios e *materiais didáticos* para apoiá-lo durante o desenvolvimento do curso.

Ao invés de simplesmente tratar dos conteúdos programáticos e temas técnicos relativos às redes de computadores, a partir da *aplicação Web*, é possível acessar, de forma sintética, estratos dos *fundamentos teóricos da educação* subjacentes a abordagem metodológica proposta neste trabalho.

No que se refere a *abordagem temática*, propõe-se a criação de um *banco de materiais* contendo textos para debate sobre as diversas questões que envolvem o balanço entre as tecnologias da informação e a sociedade.

Quanto aos *conteúdos programáticos* de redes de computadores, a *aplicação Web* está estruturada sobre uma *representação do conhecimento* da área de computadores, modelada com a ajuda de *mapas conceituais*, similares aos apresentados nas figuras 1 e 2.

A *representação do conhecimento* de redes de computadores está *ligada* (através de *links* similares aos utilizados na navegação em páginas de hiper-texto) a um banco de *materiais didáticos* e outras informações e mídias, incluindo figuras, textos técnicos, URLs, e outras mídias, utilizadas para enriquecer as informações acerca dos conceitos apresentados.

Os professores podem utilizar *plataforma Web* a fim de obter auxílio para planejar o desenvolvimento de um curso, selecionando os temas e conceitos a serem trabalhados, definindo uma sequência para desenvolver as atividades, e, escolhendo o *material didático* que melhor lhe convém.

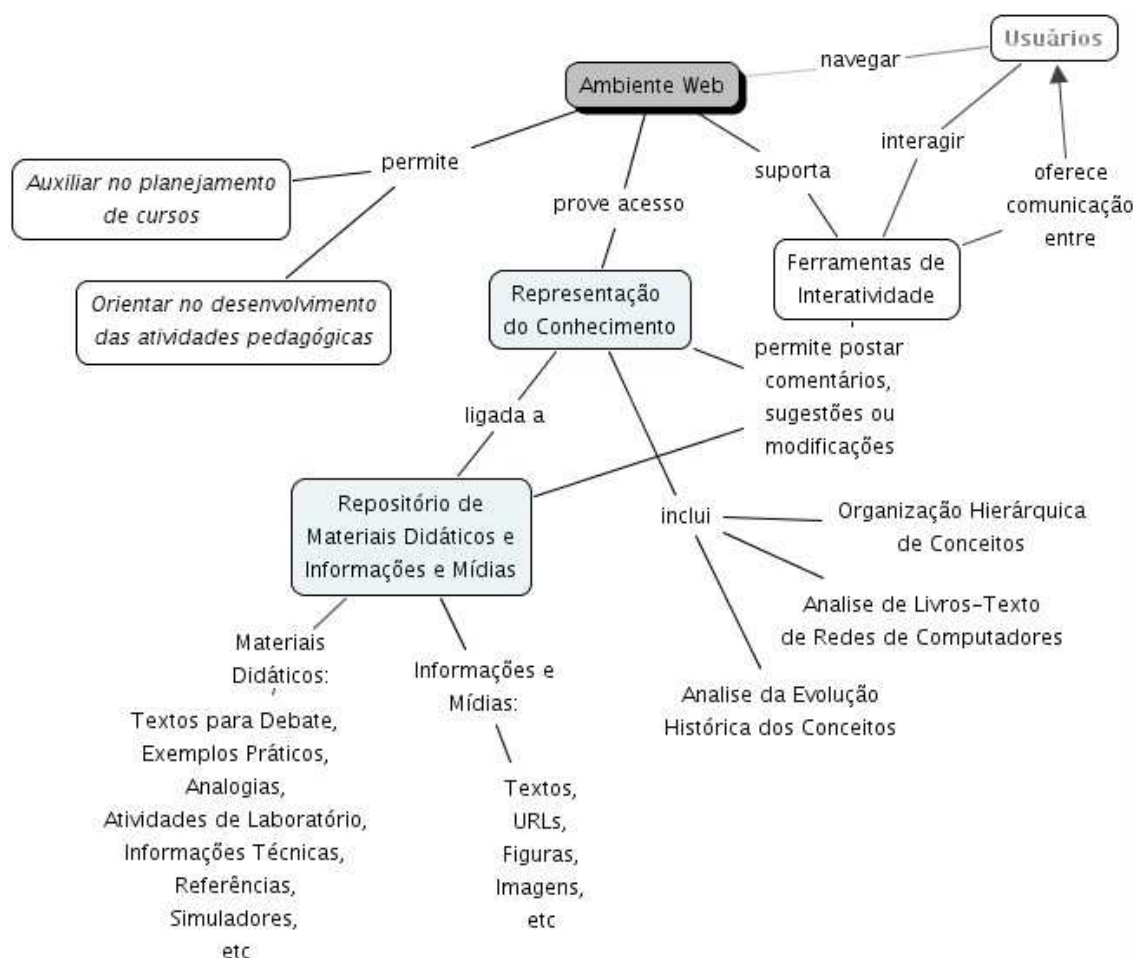


Figura 3: Descrição da Plataforma Web

Também os alunos podem navegar pela *representação do conhecimento* disponibilizada na *Web* para pesquisar e procurar informações. A forma gráfica e hierárquica de representação proporcionada pelos *mapas conceituais* ajuda os alunos a visualizar os conceitos sem perder de vista sua relação com o todo. Também através dos conceitos, os alunos podem acessar informações e mídias ilustrativas, como figuras, vídeos, simulações, etc.

A plataforma Web está sendo desenvolvida a partir das ferramentas educacionais **IHMC Cmap Tools**¹. Além de oferecer recursos para construir e publicar na *Web* os *Mapas Conceituais* a ferramenta incorpora vários recursos que permitem a interatividade entre os usuários e entre os usuários e o ambiente.

A partir de um esquema de permissões, é possível aos usuários tecer comentários sobre os mapas conceituais publicados, partes de um mapa conceitual ou sobre um simples conceito. Estes comentários ficam visíveis também aos demais usuários, os quais podem eles também colocar sua opinião sobre o assunto.

O mesmo esquema de permissões permite realizar, usando a *Web*, inclusões ou modificações nas informações apresentadas, o que pode ser utilizado para enriquecer e aprimorar o ambiente.

No momento, estamos finalizando a *representação do conhecimento* e construindo

¹**IHMC Cmap Tools** é um conjunto de ferramentas que facilita a manipulação e publicação na Web de *Mapas Conceituais*; foram desenvolvidas pelo Institute for Human and Machine Cognition (University of West Florida, USA). <http://cmap.coginst.uwf.edu>

um arcabouço de *materiais didáticos* que serão associadas a esta representação, tendo em vista o aprimoramento do ensino-aprendizagem de redes de computadores.

8. Conclusão

Apresentamos neste artigo algumas diretrizes metodológicas para o ensino-aprendizagem de redes de computadores, extraídas das contribuições da educação, em particular combinando o *ensino temático* e os *mapas conceituais*. A partir destas diretrizes metodológicas construímos uma *plataforma Web*, a qual permite ajudar e guiar os professores e também os alunos de redes de computadores nas suas atividades acadêmicas. A aplicação está baseada em *mapas conceituais*, que são uma representação gráfica do relacionamento entre conceitos, aqui utilizados para modelar e organizar os conhecimentos de redes de computadores. Com os *mapas conceituais* os conhecimentos são organizados de forma hierárquica, com os conceitos mais gerais e inclusivos posicionados no topo da estrutura e os mais específicos nos níveis inferiores. Esta forma de organizar os conceitos facilita o desenvolvimento do ensino-aprendizagem indo do *geral-ao-específico*, onde os conceitos mais gerais servem como âncora às aprendizagens subseqüentes. Além disto, a *plataforma Web* incorpora outros mecanismos aos *mapas conceituais*, como informações e mídias e a proposição de *materiais didáticos*, permitindo aprimorar o processo educacional.

Referências

- Ausubel, D. P., Novak, J. D., and Hanesian, H. (1980). *Psicologia Educacional*. Interamericana, Rio de Janeiro.
- Bazzo, W. A. (1998). *Ciência, Tecnologia e Sociedade: E o Contexto da Educação Tecnológica*. EDUFSC, Florianópolis.
- Chou, C. (1999). Developing hypertext-based learning courseware for computer networks: The macro and micro stages. *IEEE Transaction on Education*, 42:39–44.
- Delizoicov, D., Angotti, J. A., and Pernanbuco, M. M. (2003). *Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos*. Docência em Formação. Cortez, São Paulo.
- Freire, P. (1981). *Pedagogia do Oprimido*. Paz e Terra, Rio de Janeiro.
- Gadotti, M. (1996). *Paulo Freire: Uma bibliografia*, chapter Quinta Parte - 36. Menezes, L. C. Paulo Freire e os físicos. Cortez, Brasília. UNESCO.
- Kurose, J. F. and Ross, K. W. (2000). *Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet*. Addison Wesley.
- Novak, J. D. (2003). The theory underlying concept maps and how to construct them. Institute for Human and Machine Cognition, University of West Florida, USA.
- Peterson, L. L. and Davie, B. S. (2000). *Computer Networks: A System Approach*. Morgan Kaufmann, San Francisco, second edition.
- Tanenbaum, A. S. (1981). *Computer Networks*. Prentice Hall.