

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA  
COMPUTAÇÃO**

**Tânia Regina Schoeninger Rauen**

**UMA ABORDAGEM ALTERNATIVA PARA ENSINO DE  
REDES DE COMPUTADORES**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação

**Profª Drª Elizabeth Specialski**

**Florianópolis, Agosto de 2003**

UMA ABORDAGEM ALTERNATIVA PARA ENSINO DE REDES DE COMPUTADORES

Tânia Regina Schoeninger Rauen

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação Área de Concentração Sistemas de Computação e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.

---

Prof. Dr Fernando Álvaro Ostuni Gauthier

Banca Examinadora

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elizabeth Specialski (Orientadora)

---

Prof . Dr. Roberto Willrich

---

Prof. Dr. Alexandre Ramos

## ***Dedicatória***

A Deus, e a Santa Paulina por  
iluminarem o meu caminho.

Ao meu irmão Fábio Schoeninger e  
ao meu sogro Guilherme Rauen.

Aos meus amigos, Odila e Nazário.

**(in memorian)**

## *Agradecimentos*

A Deus, por ter iluminado e colocado em meu caminho pessoas maravilhosas durante o meu mestrado.

A minha orientadora, Elizabeth Specialski que o próprio sobrenome já a define “Special...”. Obrigada Beth por você ter me acolhido em sua casa, além de orientadora, você foi uma amiga, companheira, uma luz em meu caminho. Ao Celso que sempre me recebeu bem em sua casa. A Divina, que tem um tempero maravilhoso.

A Universidade Federal de Santa Catarina, por ter me dado a oportunidade de seguir meus estudos.

Ao Professor João Bosco da Mota Alves e ao Professor Maia por terem surgido em meu caminho lá em Lages e por estarem sempre me apoiando.

A Professora Rose Leite, que quando cheguei em Florianópolis foi a primeira pessoa a me oferecer sua casa para passar uma noite.

Ao meu marido Leomyr, que sempre esteve ao meu lado e me apoiou em todos os momentos de minha vida.

A minha mãe Erica, ao meu pai Siegfriedo e ao meu irmão Emerson, que sempre me incentivaram a seguir em frente na busca dos meus sonhos.

A minha sogra Delma, aos meus cunhados Leonildo, Ironildo e Taciane e a minha querida Júlia que sempre me apoiaram.

As minhas amigas Maria Osman e Edilene Cristiana e ao meu amigo Flávio que estiverem presentes em todos os momentos do meu mestrado e que sempre me acolheram aqui em Floripa.

A Dona Marina, por ser uma mãe aqui em Floripa para mim.

Aos meus amigos do RexLab, Tarik, Gilberto Medeiros, Gilberto Corrêa, Maia Neto, Douglas, Andréia e Rafael, que são amigos maravilhosos.

Aos meus colegas de Baía, Eliane, Anderson, Marilha, Wagner, Luis e Adriana, que me deram muita força.

As minhas amigas Heiga e Simone, que estiveram me apoiando em todos os momentos.

Ao Vilmar e a Leda que me acolheram quando mais precisei.

Ao Professor Alexandre Perin da Uniplac, por ter me dado a primeira oportunidade de trabalhar.

Ao Professor Sérgio Stringari da FURB, que me incentivou a dar continuidade em meus estudos.

Aos alunos e ao Professor Rogério da UNOESC de São Miguel do Oeste, que me auxiliaram nas respostas ao questionário realizado no curso de Pós-graduação.

A Verinha e ao Marcio, pelo carinho e atenção durante o meu mestrado.

A todos os alunos e professores que contribuíram com as respostas do questionário para as pesquisas que realizei.

A todas as pessoas, que dê uma forma ou de outra contribuíram para que eu chegasse ao final de mais uma etapa em minha vida.

## **RESUMO**

Este trabalho apresenta um estudo relativo à busca por melhores formas de ensinar e aprender o conteúdo de redes de computadores. São feitas considerações sobre a prática do ensino de redes de computadores nos últimos anos, apontando-se os principais problemas enfrentados pelos alunos e pelos professores que ministram esta disciplina. Propõe-se uma alteração na forma com que os conteúdos vêm sendo apresentados, visando tornar o assunto mais acessível e agradável para o aprendiz. Apresenta-se, ainda, uma revisão sucinta dos estudos pedagógicos e dos recursos tecnológicos que serviram de embasamento para a apresentação da metodologia de ensino proposta.

**Palavras-Chaves: Ensino - Redes de Computadores - Organização de Conteúdos.**

## **ABSTRACT**

This work presents a study related to the best way to teach and learn the computer networks subject. Considerations on common forms of teaching computer networks are made and the main problems faced by students and teachers are appointed. A different approach in presenting the subject as a way to reach the best return in terms of learning is proposed.

**Key-Words: Teaching – Computers Networks – Contents Organization.**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Experiência do Professor.....	30
Figura 2 Total de Disciplinas Ministradas.....	31
Figura 3 - Forma de apresentação das Camadas.....	32
Figura 4 - Forma de Apresentação das Camadas.....	32
Figura 5 - O Modelo mais Abordado (Alunos).....	34
Figura 6 - O Modelo mais Abordado (Professores).....	34
Figura 7 - Forma como o Conteúdo é Ministrado é a mais Adequada (Alunos).....	34
Figura 8 - Forma como o Conteúdo é Ministrado é a mais Adequada (Professores).....	35
Figura 9 - Problemas de Aprendizagem.....	37
Figura 10 - A complexidade dos Livros (Alunos).....	38
Figura 11 - A complexidade dos Livros (Professores).....	39
Figura 12 - Técnicas de Avaliação (Professores).....	40
Figura 13 - Técnicas de Avaliação (Alunos).....	41
Figura 14 – As Técnicas de Ensino (Professores).....	43
Figura 15 - As Técnicas de Ensino (Alunos).....	44
Figura 16 - Capacitação para Trabalhar na Área de Redes.....	45
Figura 17 - Modelo Proposto para a descrição dos Perfis.....	53
Figura 18 - Questão para avaliar o entendimento do software de rede em camadas.....	68
Figura 19 – Resposta da questão para avaliar o entendimento do software de rede em camadas.....	70
Figura 20 - Interligação de dois computadores.....	72



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Experiência do Professor – Há quanto tempo ministra aula.....	30
Tabela 2 - Total de Disciplinas que cada Professor Ministra na área de Redes .....	30
Tabela 3- Problemas de Aprendizagem .....	36
Tabela 4 - Outros livros utilizados.....	38
Tabela 5 - As Técnicas de Avaliação (Professores).....	39
Tabela 6 - As Técnicas de Avaliação (Alunos).....	40
Tabela 7 - As Técnicas de Ensino (Professores).....	42
Tabela 8 - As Técnicas de Ensino (Alunos).....	43
Tabela 9 - Considerações dos alunos de Várzea Grande sobre a abordagem utilizada .....	64
Tabela 10 - Sugestões para a melhoria do ensino de redes.....	67
Tabela 11 - Porcentagem de acertos em cada um dos quesitos propostos.....	70

## **LISTA DE REDUÇÕES**

SBRC – Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

PUC-RJ – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

ETFC – Escola Técnica Federal do Ceará

UFC – Universidade Federal do Ceará

UNIX – Sistema Operacional portátil, multitarefa e multiusuário

OSI – International Standards Organization/Open System Interconnection

ZPD – Zonas de Desenvolvimento Proximal

VRML – Linguagem para Modelagem em Realidade Virtual

UCS – Universidade de Caxias do Sul

TCP/IP – Transmission Control Protocol/Internet Protocol

DNS - Domain Name System

SMTP – Simple Mail Transfer Protocol

LAN – Local Area Network

MAN – Metropolitan Area Network

WAN – Wide Area Network

ATM – Mode Transfer Asynchronous

VoIP – Voz sobre IP

HTML – HyperText Markup Language

PHP – Hypertext Preprocessor

IEEE 802 – Institute of Electrical and Electronic Engineers

IETF – Internet Engineering Task Force

FDDI – Fiber Distributed Data Interface

# SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Objetivos .....	15
1.2 Metodologia .....	15
1.3 Organização do trabalho .....	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: TEORIAS PEDAGÓGICAS .....	17
2.1 Formas de Ensino: .....	18
2.1.1 Ensino Presencial.....	18
2.1.2 Ensino à Distância .....	18
2.2 Algumas Teorias Aplicadas na Educação .....	19
2.2.1 Definição e Métodos da Pedagogia .....	19
2.2.1.1 Construtivismo .....	21
3 O ENSINO DE REDES DE COMPUTADORES.....	24
3.1 Histórico do Ensino de Redes no Brasil.....	24
3.1.1 O Sistema MinhocO .....	25
3.1.2 Laboratório Virtual.....	27
3.1.3 Proposta de um Plano Pedagógico para a Matéria Redes de Computadores.....	27
3.1.4 Metodologia de Ensino para a Disciplina de Teleprocessamento .....	28
3.2 O Estado da Arte no ensino de Redes de Computadores .....	29
3.2.1 A Forma Como os Conteúdos são Ministrados:.....	31
3.2.2 Problemas de Aprendizagem.....	35
3.2.2.1A Bibliografia utilizada e a complexidade dos livros disponíveis .....	37
3.2.3 Técnicas de Avaliação Utilizadas no Ensino de Redes de Computadores .....	39
3.2.4 Técnicas de Ensino Utilizadas no Ensino de Redes de Computadores .....	42
3.2.5 Capacitação para o Mercado.....	45
3.2.6 Sugestões para a Melhoria do Ensino/Aprendizado de Redes de Computadores .....	46
4 ABORDAGEM PROPOSTA .....	49
4.1 A Forma de Apresentação do Conteúdo.....	50

4.2 A Organização do Conteúdo a ser Ministrado.....	51
4.2.1 A Formação do Perfil Básico .....	54
4.2.2 A Formação do Perfil Tecnológico .....	57
4.2.3 A Formação do Perfil Científico .....	59
4.3 A Prática em Laboratórios.....	61
4.4 Considerações sobre o modelo .....	62
5 EXPERIMENTOS REALIZADOS.....	63
5.1 Experimento 1 .....	63
5.2 Experimento 2 .....	64
5.3 Experimento 3 .....	65
5.4 A Metodologia Proposta para a Apresentação das Camadas .....	71
6 Conclusões.....	75
6.1 Sugestões para Trabalhos Futuros .....	76
REFERÊNCIAS .....	78

# 1 INTRODUÇÃO

Para Silva (SILVA, 2001), “a Revolução Digital e seu impacto na vida das pessoas compõem, talvez, o fenômeno mais importante desta entrada de século. Pouca coisa em nosso velho modo de viver ficou intacta.” Em seu trabalho, ele cita vários exemplos desta revolução, tais como: o papel de carta que foi substituído pelo e-mail, a fila no banco que diminuiu por consequência da implantação de serviços financeiros online, a pesquisa em várias lojas pela busca de informações sobre produtos que está sendo gradativamente realizada não mais pessoalmente mas sim, de forma eletrônica. Esta “revolução digital” faz com que tudo aconteça de forma mais direta, de maneira mais simples e de modo mais rápido.

Uma das áreas onde a revolução digital teve a sua maior importância foi a área de educação, pois, com o advento das redes de computadores e novas tecnologias de educação à distância foi possível permitir que profissionais se atualizassem de uma forma mais flexível e confortável. (SILVA, 2001), (SABBATINI, 1995).

Em sua análise sobre a educação Silva levanta questões sobre o perfil de um estudante do futuro, a organização das escolas para atender a estes estudantes, os métodos de ensino que serão empregados, o papel do professor, as novas necessidades em termos de equipamentos e tecnologias; enfim, todos os recursos que precisarão estar disponíveis para que o sujeito possa absorver novos conhecimentos em qualquer lugar e a qualquer momento (SILVA, 2001).

Para Sabbatini, (SABBATINI, 1995), a penetração da informática em quase todas as atividades humanas, nas últimas décadas, e a ligação entre computadores, através de gigantescas redes que abarcam todo o planeta, provocaram uma aceleração ainda maior na curva do conhecimento. Para ele, “A coexistência de uma tecnologia educacional tão primitiva e obsoleta, baseada em giz e na saliva do professor com as novas tecnologias de comunicação que toda a sociedade está experimentando no seu dia-a-dia, influenciará de forma radical as mudanças sociais e econômicas”.

Considerando a mudança que a informática causou e vem causando na vida das pessoas, sente-se a necessidade de se determinar qual o melhor método que o professor poderá utilizar para ensinar um determinado conteúdo. Dada a diversidade de requisitos necessários para o ensino de um determinado conteúdo, optou-se por se selecionar o ensino de redes de computadores.

A seleção do ensino de redes de computadores como objeto deste estudo justifica-se pelo fato de que a utilização das redes de computadores em diversas áreas ocasionou uma grande procura por profissionais capacitados, aumentando, também, a procura por cursos e treinamentos mais eficazes. Tanto o profissional que trabalha nessa área, quanto o usuário, alunos e professores, têm dificuldades para se manterem atualizados, devido ao ritmo acelerado com que as mudanças tecnológicas vêm ocorrendo. Observa-se que, de uma maneira geral, o assunto “redes de computadores” desperta um grande interesse e que existem inúmeras obras abordando este tema. No entanto, a forma como os conteúdos são abordados nestas obras, ainda está longe de ser considerada satisfatória para a formação de recursos humanos com competência para atuar no mercado.

Constatou-se, através de depoimentos, obtidos de modo informal, que a aprendizagem dos conteúdos de redes de computadores apresenta muitas dificuldades. A grande maioria destes depoimentos foi dada por alunos que se ressentiam de não ter alcançado um nível satisfatório de conhecimento do assunto, apesar de terem cursado mais de uma disciplina na área e com professores diferentes.

Na experiência da autora como aluna de várias disciplinas de redes de computadores, em nível de graduação e de pós-graduação, foram identificados alguns fatores responsáveis pelo aparecimento de dificuldades no aprendizado, tais como:

- a forma como o conteúdo comumente é ministrado: excesso de teoria e pouca ênfase na prática;
- a falta de aulas práticas em laboratórios;
- a falta de participação em seminários;
- falta de visitas a empresas que atuam na área de redes de computadores.

Se forem consideradas as diversas Entidades de Ensino existentes no país, os diferentes perfis de estudantes e de professores, certamente outros problemas poderão ser identificados. Porém, acredita-se que a grande maioria destes problemas é causada pela falta de um método, metodologia ou modelo mais adequado para o ensino de redes de computadores.

O desafio que se apresenta, portanto, é a elaboração de um método ou técnica para o ensino de redes de computadores, associado a uma forma de atualização, que possa auxiliar na formação de recursos humanos competentes para atuar no mercado e satisfazer a carência existente.

## **1.1 Objetivos**

O que se pretende com este trabalho é estabelecer um conjunto de práticas e procedimentos para ensinar o assunto “redes de computadores” de forma mais clara e objetiva. Em outras palavras; o que se pretende é estabelecer uma outra forma de ensinar redes para que alunos e professores tenham acesso às informações com menos dificuldades. Além disso, acredita-se que deve existir uma forma diferente de interação entre professores e alunos, criando novos procedimentos didáticos, permitindo um compartilhamento de informações mais eficiente e, conseqüentemente, uma formação de recursos humanos mais eficaz.

## **1.2 Metodologia**

A primeira etapa deste trabalho consistiu em se identificar os problemas referentes à atuação dos profissionais de redes de computadores, isto é, como estes profissionais estão atuando no mercado, considerando-se os conteúdos ministrados nas Universidades.

Através de pesquisa em diversos sites de cursos das Universidades brasileiras que oferecem disciplinas na área de Redes de Computadores, foi possível traçar um panorama sobre os conteúdos abordados no ensino de redes.

Também foi realizada uma pesquisa, através de questionários enviados a professores e alunos que atuam ou atuaram na área de redes de computadores, considerando-se, ainda, as Universidades brasileiras. Além da identificação de problemas relacionados ao ensino e aprendizagem dos conteúdos de redes de computadores, foi possível identificar a bibliografia adotada nestas disciplinas. A análise desta bibliografia e das respostas obtidas nos questionários, permitiu traçar um panorama sobre como o ensino de redes está sendo realizado atualmente no Brasil. Buscou-se, ainda, recuperar trabalhos realizados em nível nacional que apontassem uma organização dos conteúdos a serem ministrados nos diversos graus de competência exigidos.

Uma pesquisa bibliográfica sobre as teorias pedagógicas permitiu identificar os principais métodos pedagógicos que podem ser utilizados no ensino e, uma análise das necessidades inerentes ao ensino de redes de computadores, apontou o construtivismo como o método mais adequado.

Com base nas informações coletadas, construiu-se um esboço de um modelo para o ensino de redes e realizou-se três experimentos com turmas de Pós-Graduação. Cada um dos experimentos

realizados permitiu o refinamento do modelo proposto neste trabalho, pela correção de abordagem tanto na forma quanto nos conteúdos.

Os experimentos realizados também proporcionaram a identificação de outros problemas que devem ser resolvidos, tais como a necessidade de se utilizar ferramentas de simulação para o ensino de alguns conteúdos. Embora este trabalho de dissertação tenha sido finalizado, considera-se que ainda existem muitas variáveis a serem exploradas para se alcançar uma excelência no ensino de redes de computadores. No capítulo das conclusões são indicadas algumas formas de continuidade desta pesquisa.

### **1.3 Organização do trabalho**

Este trabalho apresenta, no capítulo 2, um estudo realizado sobre os principais métodos e técnicas pedagógicas que serviram de base para o modelo de ensino de redes proposto. No capítulo 3 apresenta-se o resultado de uma pesquisa sobre como o ensino de redes está sendo realizado no Brasil e que serviu de base para a identificação dos principais problemas existentes. No capítulo 4 são apresentadas as hipóteses referentes a uma proposta inicial para uma nova abordagem do ensino de redes de computadores. O capítulo 5 apresenta três experimentos realizados em cursos de Pós-graduação e o capítulo 6 encerra este trabalho apresentando as conclusões e as sugestões para a continuidade da pesquisa.



## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: TEORIAS PEDAGÓGICAS

O sistema educacional atualmente passa por enormes mudanças, causadas, basicamente pela adoção da informática. Pesquisadores e educadores do mundo inteiro estão discutindo novas formas de se obter melhores resultados no processo de ensino e aprendizagem.

Medeiros Filho e Cintra (1999), apresentam o computador como a grande vedete do novo contexto onde a escola está sendo discutida. Segundo os autores, muitas mudanças vêm sendo propostas, amparadas, principalmente pelas chamadas “novas tecnologias”. Para eles, devido à sua versatilidade e flexibilidade, o computador abre novas perspectivas no sentido de atender às aspirações relativas ao meio educacional e ligadas às teorias cognitivas.

Alguns pesquisadores afirmam que o computador poderá um dia substituir o professor em sala de aula; outros falam que no processo de ensino e aprendizagem o computador poderá contribuir muito e não descartam a participação do professor. Estas são apenas opiniões de alguns autores, como a de Papert que previu a escola do futuro onde o computador poderia substituir o professor, (PAPERT *apud* MEDEIROS FILHO; CINTRA, 1999), porém há de se considerar que existem muitas coisas para se descobrir ainda e que só o tempo dirá como vai ser no futuro. No entanto, as mudanças com a chegada dos computadores é radical. (MEDEIROS FILHO; CINTRA, 1999).

Segundo Leite e Silva (LEITE; SILVA, 1998),

Neste momento, há uma grande necessidade de que o processo educativo seja revisto e que sejam descobertas novas formas para a aprendizagem via redes de computadores. Para isso os materiais pedagógicos existentes hoje devem estar acessíveis, ser de fácil consulta, introduzir o professor progressivamente ao conhecimento, à compreensão, à análise e à aplicação do conteúdo a ser trabalhado. As redes de computadores apresentam-se hoje como elemento que podem modificar significativamente a educação presencial. As portas do ensino tradicional tem hoje o tamanho do mundo, as pessoas se comunicam e trocam informações a qualquer hora e de qualquer lugar.

O que deve ser considerado hoje, é que, com o uso do computador no processo de ensino e aprendizagem, os paradigmas educacionais mudaram muito; como exemplo pode-se citar o ensino à distância, onde o uso das redes de computadores diminuiu distâncias, mudando completamente o modelo tradicional de ensino. (MEDEIROS FILHO; CINTRA, 1999).

## 2.1 Formas de Ensino:

As principais formas de ensino existentes podem ser classificadas em ensino presencial e ensino à distância.

Ensino presencial: se caracteriza pela presença do professor em salas de aula, onde o contato professor/aluno é constante.

Ensino à distância: se caracteriza pela separação do professor e do aluno no espaço e/ou tempo. O ensino à distância estabelece conexões entre pessoas e recursos via tecnologia de comunicação para fins de aprendizagem. (TAROUCO, 1997).

Considerando que este trabalho abordará o ensino de redes de computadores, as dificuldades no ensino de redes podem ser encontradas tanto no ensino presencial quanto no ensino à distância.

### 2.1.1 Ensino Presencial

Em aulas presenciais, além dos métodos formais utilizados, os professores se utilizam de recursos como a de observar a expressão facial do aluno, a participação na sala de aula, perguntas sobre o material apresentado, etc. (HACK; TAROUCO, 1999).

Para Ramal, 2002:

O ensino presencial se tornará o momento da orientação de estudos, da busca de novos rumos para as pesquisas dos estudantes, do cultivo de amizade e parcerias, da construção da inteligência coletiva que se constrói e se desenvolve ao estudar em conjunto, formando rede de saber. O ensino à distância será uma parte da pesquisa, que terá que ser complementada pela leitura, pelo debate e pela interação.

### 2.1.2 Ensino à Distância

Tarouco (1997), define a educação à distância como

uma nova maneira de produzir conhecimento: O computador coloca a possibilidade de aprender-fazendo. A simulação surge como uma potencial prática de ensino e o educando assume uma postura ativa: interage, dialoga e, sobretudo, vê-se diante do desafio de selecionar informações e atribuir-lhes significados”.

## 2.2 Algumas Teorias Aplicadas na Educação

O processo educativo é peça fundamental na socialização dos seres humanos, é um componente essencial da vida social moderna. Há longos anos, a organização desse processo de socialização vem sendo construída, mas só nos últimos três mil anos ela tomou a forma de um processo educativo, que hoje agrega valores que entendemos como parte do processo ensino/aprendizagem. (NUNES, 2001).

Nunes (NUNES, 2001), ainda diz o seguinte: “A educação, nesse amplo contexto da formação humana ou da criação da humanidade, deve ser vista como um caminho de organização de valores, como também um processo de construção de conhecimentos, formação de habilidades técnicas e cognitivas”.

### 2.2.1 Definição e Métodos da Pedagogia

Segundo Ceppas (2002), “Pedagogia vem do grego ‘paidós’, que significa criança. Pedagogo, em grego, era o nome dado ao escravo que levava a criança para um preceptor, na Grécia antiga, considerando as poucas crianças que podiam ter esse privilégio”. No período romano, os gregos escravizados se tornavam preceptores, independente de obter ou não uma formação específica para isso. Este foi um momento exemplar na revelação de um sentido da pedagogia que transcendeu a “instrução formal”, os preceptores e a escola.

Os principais métodos pedagógicos aplicados atualmente no ensino, são descritos neste capítulo, com o objetivo de analisar as principais características que podem ser utilizadas no ensino de redes de computadores.

- **Pedagogia Waldorf:** Método criado por Rudolf Steiner em 1919. O método trabalha o desenvolvimento da criança em três âmbitos: físico, social e individual. Na pedagogia Waldorf cultiva-se o querer agir através da atividade corporal, o sentir por meio do trabalho artístico e artesanal e o pensar, desde a relação com o imaginário de contos, lendas e mitos até o pensamento abstrato científico. O princípio do método é o não estímulo do pensamento abstrato-intelectual em crianças. (QUADRADO, CARREIRA E NASCIMENTO, 2001).
- **Maria Montessori:** Elaborou junto com Piaget uma teoria científica do desenvolvimento infantil. O método Montessoriano foi um dos primeiros métodos ativos quanto à criação e aplicação, tendo como principal objetivo, as atividades motoras e sensoriais. Maria Montessori

defendia três princípios: liberdade, atividade e individualidade, considerados muito importantes para a educação, segundo ela. O método teve seu auge no Brasil nos anos 60/70. Hoje é criticado pela sua concepção psicológica. Um professor que já lecionou em escolas Montessorianas argumentou que a concepção de aprendizagem de Montessori é própria da época e que hoje as escolas seguem um caminho interacionista. Para Montessori o conhecimento vem de fora para dentro, através dos sentidos. Para Piaget, o conhecimento se dá na interação entre o meio e o indivíduo. Essa contradição entre Montessori e Piaget vem da visão do ser individual e do ser social. Porém, hoje seu método não é ignorado no campo da educação; pelo contrário, ele é lembrado, tanto para ser enaltecido, pelas contribuições para a pedagogia, quanto por aqueles que não acreditam nele. (BIAVATI, 2002).

- **Pragmatismo:** O pragmatismo ou instrumentalismo foi elaborado pelo educador norte-americano John Dewey. “Ele se baseia na idéia de que a inteligência é um instrumento. Privilegia a resolução de problemas e a ciência aplicada. É um modelo de educação que se opõe ao ensino europeu clássico, mais abstrato e concentrado nas humanidades e na filosofia”. (COMO escolher, 2002).
  
- **Ensino Tradicional:** “O que se chama ensino tradicional vem de inúmeras vertentes. Nas escolas laicas, o que predomina é uma tradição conteudista centrada no professor, que é um transmissor de cultura. O sistema de avaliação procura aferir a quantidade de informação absorvida pelo aluno. Esse modelo de ensino foi difundido pelas escolas públicas francesas a partir do Iluminismo (séc.18). Pretendiam universalizar o acesso ao conhecimento para formar cidadãos. A tradição conteudista, tida como ultrapassada e acríica durante as décadas de 60 e 70, volta a ter prestígio hoje, mesmo nas escolas que já foram construtivistas. Crê-se que não há como formar um aluno crítico e questionador sem uma base sólida de informação”. (COMO escolher, 2002).
  
- **Construtivismo:** Jean Piaget não propõe um método de ensino, mas uma teoria sobre conhecimento e aprendizagem. Essa teoria é utilizada por psicólogos e pedagogos e está sendo muito aplicada em escolas modernas. “Piaget estudou os modos com que a criança entende o mundo espontaneamente por assimilação – organizando os dados do exterior de uma maneira

própria e por acomodação, isto é, “deformando” essa organização para poder compreender a realidade. As idéias de Piaget garantiram aos psicólogos que havia um mecanismo natural de aprendizagem e que a escola deveria acompanhar a curiosidade da criança, propondo atividades com temas que a interessassem naquele momento, sem se prender a um currículo rígido”. (COMO escolher, 2002). Considerando que o trabalho foi desenvolvido usando a teoria construtivista. No próximo item o construtivismo será abordado com mais detalhes.

### 2.2.1.1 Construtivismo

O Construtivismo nasceu da epistemologia genética de Jean Piaget. O termo epistemologia é definido como: “o estudo crítico dos princípios, das hipóteses e dos resultados das diversas ciências, destinado a determinar a sua origem lógica (não psicológica), seu valor e seu alcance objetivo”. (MATUI, 1995).

O autor comenta que “o construtivismo é uma teoria do conhecimento que engloba numa só estrutura os dois pólos, o sujeito histórico e o objetivo cultural, em interação recíproca, ultrapassando dialeticamente e sem cessar as construções já acabadas para satisfazer as lacunas ou carências (necessidades)”.

A idéia do construtivismo é de que nada, a rigor, está pronto, acabado e de que o conhecimento não é dado em nenhuma instância, como algo terminado. Ele é constituído pela interação do indivíduo com o meio físico e social e pela força de sua ação e não por qualquer dotação prévia, na bagagem hereditária ou no meio. (MATUI, 1995).

O construtivismo fala que a mente e o conhecimento tem origem. O ser humano não nasce com os conhecimentos são eles que nascem no ser humano por internalização e reconstrução.

No ensino, o construtivismo ainda está se constituindo, mas já existem professores pautando a sua prática pedagógica nessa linha. Alguns exemplos são:

MATUI diz que “na aula, o professor deve largar o papel de diretor: professor transmitindo e aluno recebendo. Acho que a aula deve ser uma coisa boa. Se o aluno do pré-escolar à faculdade não está a fim, vamos conversar, chegar, aprender de outras maneiras...Acho que temos que ter ‘conteúdos’, mas não como uma coisa que se utiliza anos e anos os mesmos. Por isso o professor não transmite o

conhecimento, ele oportuniza. Claro que, num momento, dá aulas. Ele mostra que também conhece, também o professor deve dizer se não sabe, que vai pesquisar, pede ajuda aos alunos também”. (MATUI, 1995 APUD BECKER, A Epistemologia do Professor, p.121-122).

Emilia Ferreiro entende que “a construção implica em reconstrução”. Um saber que é anteriormente construído não se fossiliza, mas continuamente se transforma para assimilar novos conhecimentos, esse saber que foi construído anteriormente precisa ser reconstruído. Não vai ocorrer a construção de novos conhecimentos se não ocorrer a reconstrução de velhos conhecimentos. (MATUI, 1995).

Na abordagem construtivista o processo de aprendizagem é diferente para cada aluno, a exploração do conhecimento é auto-direcionada e a ênfase é dada à aprendizagem por descoberta e na construção dos conceitos. Fundamentados em suas perspectivas e experiências, os alunos constroem o conhecimento e o professor observa, ensina e facilita a construção desses conhecimentos. (MATUI, 1995).

No construtivismo o aprendiz deve ser independente, deve explorar as informações para obter o conhecimento e deve aprender a aprender. O Professor deve ser o guia e fornecer vários caminhos para serem explorados pelos alunos. (MATUI, 1995).

O construtivismo valoriza muito o intercâmbio entre os alunos e o trabalho em grupo, em que o professor tem uma presença motivadora e menos impositiva. (MATUI, 1995).

#### ➤ Comparação entre os Métodos Construtivista e Tradicional:

Aqui são citados alguns exemplos aplicando o método construtivista e o método tradicional.

No método construtivista o currículo é apresentado do todo para a parte com ênfase nos grandes conceitos; a busca de perguntas pelos alunos é altamente valorizada; as atividades curriculares são baseadas em fontes primárias de dados e materiais manipulativos; os alunos são vistos como pensadores com teorias emergentes sobre o mundo; os professores geralmente agem de uma maneira interativa, sendo mediadores entre o ambiente e os alunos. (COMO, 2002).

Já nas aulas tradicionais o currículo é apresentado da parte para o todo, com ênfase nas aptidões básicas; as atividades curriculares contam fundamentalmente com livros-texto e cadernos de exercícios; os professores buscam as respostas corretas para validar a aprendizagem do aluno; a avaliação do

aprendizado do aluno é vista em separado do processo de ensino e ocorre inteiramente através de testes e os estudantes, a princípio trabalham individualmente. (COMO, 2002).

Considerando as vantagens do método construtivista, de formar pessoas de espírito inquisitivo, participativo e cooperativo, com mais desembaraço na elaboração do próprio conhecimento e que além disso, o construtivismo cria condições para um contato mais intenso e prazeroso com o universo da leitura e da escrita, o construtivismo também determina que o conhecimento deve ser construído, isto é, que não basta apresentar conteúdos de forma expositiva; é necessário que o aprendiz possa, a partir do conteúdo assimilado, avançar na construção de novos conteúdos relacionados e, analisando-se as características apresentadas pelos conteúdos ministrados nas disciplinas de redes de computadores e dada a complexidade de uma arquitetura de redes de computadores, é necessário que o conhecimento seja construído aos poucos; observou-se que essa teoria se constitui em uma boa alternativa para auxiliar no processo de ensino/aprendizagem de Redes de Computadores.

## **3 O ENSINO DE REDES DE COMPUTADORES**

Este capítulo apresenta os principais problemas encontrados atualmente no ensino de redes de computadores no Brasil. Também são apresentadas as principais iniciativas que buscam solucionar esses problemas.

### **3.1 Histórico do Ensino de Redes no Brasil**

Já em 1991, no 9º SBRC, o professor José Antão Moura questionava sobre a forma como o assunto “redes de computadores” vinha sendo abordado entre os pesquisadores nacionais.

Em sua apresentação, o professor Moura fez as seguintes perguntas: (Moura, 1991).

- “Qual contribuição efetiva que demos à tecnologia brasileira de redes até agora?
- Qual deve ser o foco de P&D para atender às reais necessidades de uso da tecnologia de redes disponível?
- Em quais sub-áreas devemos concentrar nossos esforços de P&D para contribuir significativamente em nível mundial?”.

Nota-se que já naquela época o foco dos pesquisadores era questionado e que já era indicada a necessidade de se investir mais na pesquisa e, conseqüentemente, no ensino de redes de computadores, a fim de formar pesquisadores mais alinhados com as necessidades da área.

Para reverter à situação identificada naquela época, o autor sugeriu a focalização da pesquisa e desenvolvimento em temas de Gerenciamento e Transparência, já que eram temas que não exigiam muitos investimentos em laboratórios de suporte e eram de interesse internacional.

Também fez considerações sobre como “repensar” redes, ou seja, como estas redes estão mudando o modo de utilização dos computadores; identificou os principais aspectos e carências nas tecnologias de uso – uma contribuição para a disseminação de redes – inclusive quebrando ou diminuindo a barreira entre a Universidade e a Indústria.



Em seu artigo afirmou ainda que, apesar das redes terem um alto significado acadêmico, o uso e a operação das tecnologias de redes não foi facilitado, pois pouca atenção foi dada aos aspectos práticos. (MOURA, BRASILEIRO e SAUVÉ, 1991).

A pesquisa realizada nos anais do Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e na Internet aponta que alguns esforços para a melhoria do ensino de redes já estavam sendo realizados a partir de 1987. Estes esforços podem ser traduzidos em ferramentas para auxílio do ensino de redes, construção de laboratórios virtuais, desenvolvimento de novas tecnologias até a identificação de perfis profissionais e a organização de conteúdos.

Os principais esforços são descritos resumidamente nos itens 3.1.1 até 3.1.4.

### 3.1.1 O Sistema MinhocO

No 11º e 12º SBRC, foi apresentado o “Sistema MinhocO”, que é um sistema orientado a objeto que serve como ferramenta para auxiliar o ensino de redes de computadores e sistemas distribuídos. (ALMEIDA, LALANNE e OLIVEIRA, 1993).

O sistema teve a sua origem associada a trabalhos desenvolvidos no curso de redes locais da PUC-RJ (Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro). O primeiro protótipo desse sistema, denominado Rede Minhoca, tornou-se operacional em dezembro de 1987, tendo sido utilizado nos anos seguintes em cursos sobre redes de computadores e em atividades de iniciação científica na ETFCE (Escola Técnica Federal do Ceará) e na UFC (Universidade Federal do Ceará).

O projeto Minhoca apresentou uma evolução através de três versões que foram denominadas, respectivamente, de Minhoca, Minhonix e MinhocO. Na versão Minhoca, há uma rede local sem componentes eletrônicos, que possui um protocolo de acesso ao meio físico e diversas aplicações.

A versão Minhonix acrescenta um método didático à rede Minhoca, propondo um conjunto de procedimentos para a sua utilização. Outros protocolos foram desenvolvidos e adicionados ao sistema, tendo uma parte sido implementada em linguagem C sob MINIX, que é um sistema operacional compatível com o UNIX e desenvolvido por Tanenbaum em 1989. Os protótipos Minhonix são programas (serviços, protocolos e aplicações) que permitem a construção de uma rede de computadores passo a passo. (ALMEIDA, LALANNE e OLIVEIRA, 1993).

A versão MinhocO é orientada a objetos e foi implementada em linguagem C++. Conforme descrito por Almeida, Lallanne e Oliveira, "O sistema incorpora os elementos de base e o método do sistema Minhonix; assim ele fornece vários protótipos para a realização das atividades práticas e teóricas de laboratórios, as quais são organizados de acordo com a arquitetura OSI/ISO.

O método pedagógico desenvolvido para a utilização do sistema MinhocO é composto de várias atividades de ensino, distribuídas em três momentos ou fases: Sensibilização, Análise e Síntese. Na fase de Sensibilização o objetivo é definir o que é uma rede de computadores. A fase de Análise enfoca a questão do funcionamento de uma rede e a fase de Síntese refere-se à apresentação de uma solução de rede. (ALMEIDA, LALANNE e OLIVEIRA, 1993).

No 12º SBRC, os autores Barroso, Araújo, Simão e Oliveira, descrevem cada um destes momentos, incluindo também o momento de Avaliação, com um enfoque pedagógico. Para eles, a Sensibilização consiste na aprendizagem por demonstração. A idéia deste momento é motivar os alunos através de demonstrações práticas, permitindo que os mesmos tenham uma visão macro sobre os temas abordados. A análise consiste de um esforço de abstração e tem como objetivo identificar problemas pontuais e buscar possíveis soluções, clássicas ou não, para estes problemas. No caso do sistema MinhocO, foram disponibilizados vários protótipos com níveis de complexidade gradativos. Cada nível acumula um conjunto de funções com o objetivo de se obter um sistema de rede de computadores completo. O aluno tanto pode analisar estes protótipos, como também recompilar parte deles (testando assim suas dúvidas), de acordo com a orientação do professor.

Na fase de Síntese, o MinhocO é apresentado como um sistema de desenvolvimento onde o aluno pode implementar experimentos de laboratório (protocolos, interfaces, algoritmos, etc). Nesta fase, a aprendizagem é alcançada pela realização completa de um experimento.

Na fase de avaliação a aprendizagem se dá pela associação ao mundo real. Espera-se neste momento que o aluno seja capaz de extrapolar os conceitos aprendidos dentro do contexto mais restrito que é o sistema MinhocO, associando-os a produtos e normas existentes. Esta extrapolação do "mundo MinhocO" deve fornecer, ao aluno, parâmetros que lhe permitam avaliar características de protocolos e serviços proprietários ou normalizados". (BARROSO, ARAÚJO, SIMÃO e OLIVEIRA, 1994).

### 3.1.2 Laboratório Virtual

Outro exemplo sobre esforços para a melhoria do ensino de redes de computadores é a construção de um laboratório virtual de redes como parte da tese de Doutorado da professora Roseclea Duarte Medina na Universidade Federal de Santa Maria. Neste laboratório os alunos poderão visualizar, através das animações, as funcionalidades de diversos equipamentos tais como hubs, switches, roteadores e bridges. Neste ambiente, os alunos também poderão simular a criação de uma rede, a sobrecarga da mesma e a inclusão de novos equipamentos. Para o desenvolvimento do laboratório, foi utilizado a teoria educacional de Vygostky, principalmente as ZPD (Zonas de Desenvolvimento Proximal). Como o laboratório é voltado para alunos de universidade, logo adultos, foi utilizado os preceitos da Andragogia (educação de adultos), que na literatura americana é referenciado como “adult learning” (educação de adultos). A sala/laboratório de realidade virtual foi concebida segundo as principais linhas de percepção, utilizando para isso o autor Daniel Andller, uma das maiores autoridades em cognição da atualidade. O ambiente foi programado em VRML (Linguagem para Modelagem em Realidade Virtual) e as animações estão sendo programadas em flash. São informações obtidas através de contato por e-mail com a Professora Roseclea Duarte Medina.

A aluna Elisangela Hassan do curso de mestrado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul desenvolveu sua dissertação sobre o VIRTUALNET – Laboratório Virtual para o ensino de Redes de Computadores.

O trabalho é um ambiente tridimensional de aprendizagem de Redes de Computadores, utilizando a linguagem VRML integrada a recursos multimídia e a uma ferramenta de comunicação para bate-papo em 3D. O VIRTUALNET foi desenvolvido com base nas abordagens de aprendizagem colaborativa e construtivista. Mais informações sobre o VIRTUALNET podem ser encontradas no endereço [www.lrv.eps.ufsc.br/index.php?destino=120&usuario=eliz](http://www.lrv.eps.ufsc.br/index.php?destino=120&usuario=eliz). (HASSAN, 2002).

### 3.1.3 Proposta de um Plano Pedagógico para a Matéria Redes de Computadores

Monteiro, Martins e Giozza, apresentaram no ano de 2000 uma proposta de um plano pedagógico para a matéria Redes de Computadores. O objetivo dos autores foi apresentar uma proposta genérica que pudesse servir de base para a elaboração de currículos de cursos de graduação, abrangendo direta

ou indiretamente disciplinas vinculadas à matéria de rede de computadores para os cursos de Bacharel em Ciências da Computação, Engenharia da Computação, Bacharel em Sistemas de Informação e Licenciatura em Computação.

Os autores comentam ainda que “é preciso formar pessoas que entendam da área de redes de computadores para desenvolver e pesquisar, formar pessoas para instalar, administrar e gerenciar a infra-estrutura de redes e formar outros que tenham um conhecimento mais superficial do funcionamento das redes que lhes permitam selecionar a tecnologia mais adequada e desenvolver aplicativos de forma distribuída”. (MONTEIRO, MARTINS e GIOZZA, 2000).

### 3.1.4 Metodologia de Ensino para a Disciplina de Teleprocessamento

Mais um exemplo para a melhoria no ensino de redes é o da Universidade de Caxias do Sul (UCS), onde foi desenvolvida uma nova metodologia de ensino para a disciplina de Teleprocessamento do curso de Ciências da Computação com base no Construtivismo (LIMA, 1997).

Para Lima (LIMA, 1997), esta nova forma na busca pelo conhecimento aumentou a participação do aluno em sala de aula. Porém as alterações não foram suficientes. Falando em termos percentuais, metade dos alunos aprenderam de fato o que deveriam ter aprendido no decorrer da disciplina. Porém o problema enfrentado nesta tentativa nova de avaliação, foi a falta de cultura dos alunos em ler, entender e sintetizar suas idéias. Muitos dos trabalhos apresentados eram meras cópias de publicações ou de trabalhos dos próprios colegas. A principal questão abordada no projeto foi a dificuldade de migração que professores e alunos terão que enfrentar ao mudar do método tradicional para o método construtivista, pois eles precisam buscar novas formas de conhecimento. Aplicar a real prática construtivista, isto é, os alunos aprenderem de acordo com seus desejos é muito difícil por vários fatores: professor e alunos não estão preparados para tal mudança e a atual estrutura da Universidade ainda não permite, pois existem conteúdos e horários a serem cumpridos. (LIMA, 1997).

### **3.2 O Estado da Arte no ensino de Redes de Computadores**

A fim de estabelecer o Estado da Arte no ensino de redes de computadores, foram elaborados dois questionários; um enviado para alunos de cursos de graduação e pós-graduação em Computação, Engenharia e Sistemas de Informação e outro enviado para professores que ministram ou ministraram a disciplina de Redes de Computadores em vários cursos de Universidades brasileiras. O universo pesquisado consistiu de 30 Universidades, de 20 Cursos de Ciências da Computação, 4 Cursos de Engenharia da Computação, 6 Cursos de Sistemas de Informação.

As questões abordadas nestes questionários trataram desde a forma com que a disciplina Redes de Computadores está sendo ministrada, até a identificação dos principais problemas enfrentados por professores e alunos no processo de ensino/aprendizagem.

Os questionários encontram-se em anexo e constaram dos seguintes questionamentos: Quantas disciplinas o aluno cursou, qual o plano de ensino das disciplinas, qual a ordem de abordagem das camadas, quais os livros de redes mais utilizados, quais os problemas na aprendizagem que os alunos enfrentam, quais as técnicas de ensino e de avaliação utilizadas nas aulas, se o aluno se sente capacitado a trabalhar na área de redes tendo como base os conteúdos apresentados nas disciplinas de redes, além de serem solicitadas sugestões para melhorias no ensino de redes de computadores. No questionário submetido aos professores, além das mesmas perguntas feitas aos alunos, foi perguntado há quanto tempo o professor ministra aulas e quantas disciplinas estão sob sua responsabilidade.

Na tabela 1 e na figura 1 pode ser observado o nível de experiência no ensino de redes de computadores, apresentado pelos professores pesquisados. Com relação ao tempo em que ministram disciplinas nesta área, 42% possuem uma experiência de 5 a 10 anos, 33% estão lecionando há mais de 10 anos e 25% estão entre 2 e 4 anos.

Outro questionamento feito foi com relação ao total de disciplinas que cada professor ministra. A tabela 2 e a figura 2 mostram o resultado da pesquisa, apontando que 42% dos professores entrevistados ministram duas disciplinas na área de redes; 33% ministram três disciplinas; 17% ministram quatro disciplinas e 8% ministram uma disciplina.

Tabela 1 - Experiência do Professor – Há quanto tempo ministra aula

<b>Total</b>	<b>Percentual</b>
Mais de 10 anos	33%
De 5 a 10 anos	42%
De 2 a 4 anos	25%
1 ano ou menos	0%

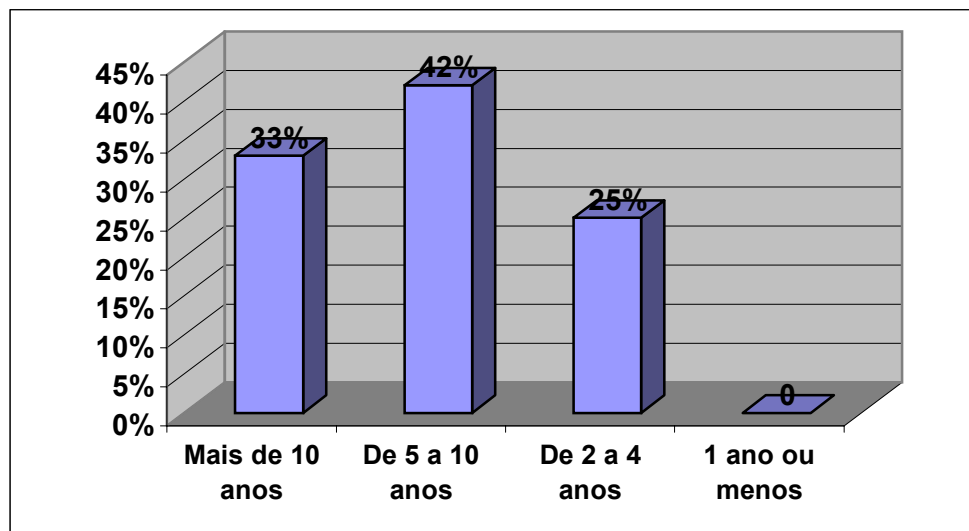


Figura 1 Experiência do Professor

Tabela 2 - Total de Disciplinas que cada Professor Ministra na área de Redes

<b>Total</b>	<b>Percentual</b>
1 Disciplina	8%
2 Disciplinas	42%
3 Disciplinas	33%
4 Disciplinas	17%

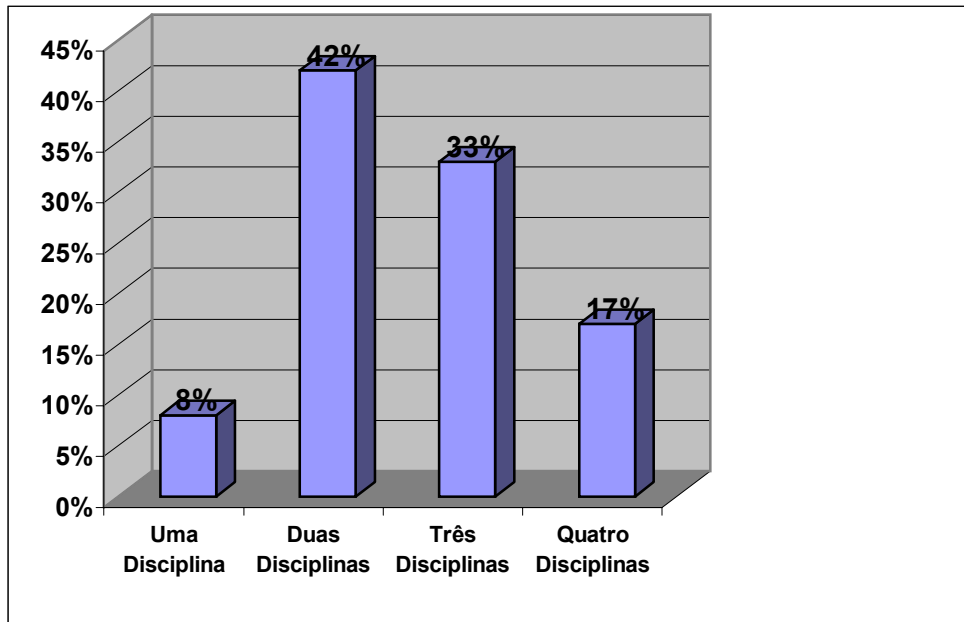


Figura 2 Total de Disciplinas Ministradas

### 3.2.1 A Forma Como os Conteúdos são Ministrados:

Pesquisados diversos programas das disciplinas dos cursos de Ciências da Computação, Engenharia da Computação e Sistemas da Informação, e também pelas respostas dos questionários de alunos e professores, identificou-se que, na maioria das vezes, os conteúdos são abordados da forma *Bottom-Up*, isto é, considerando a ordem das camadas de redes, a apresentação é iniciada quase sempre pela camada física. As figuras 3 e 4 mostram, respectivamente, o resultado da pesquisa efetuada junto a alunos e professores, quanto à ordem com que os conteúdos são apresentados.

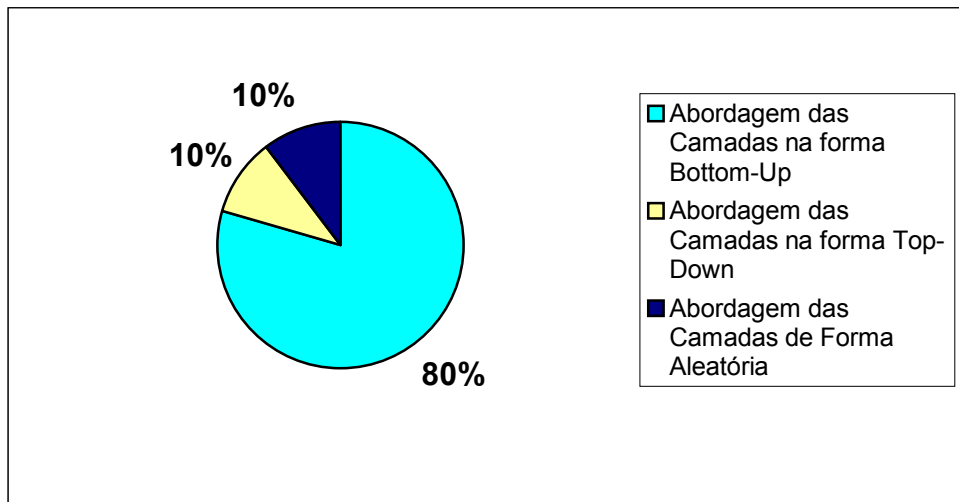


Figura 3 - Forma de apresentação das Camadas

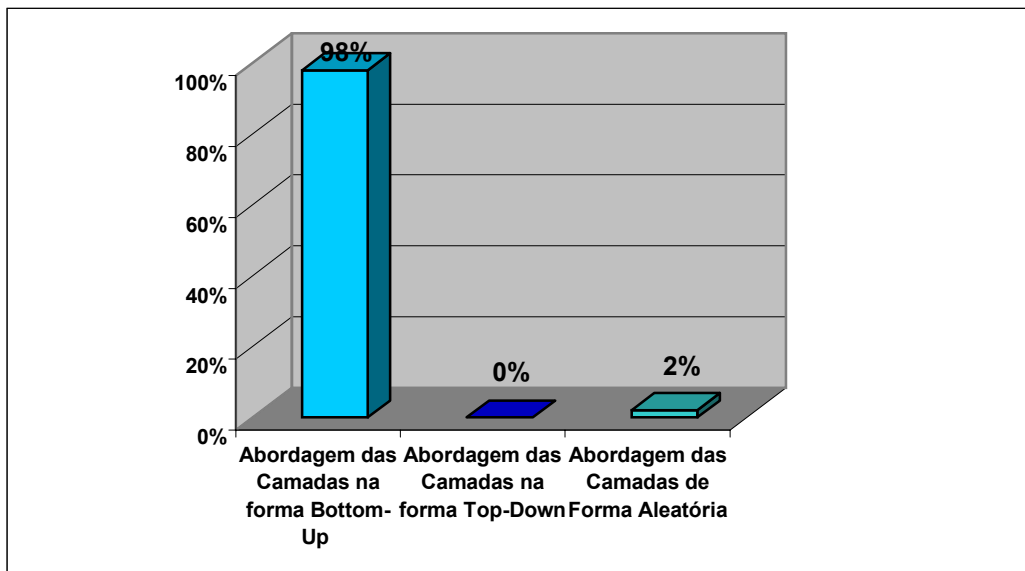


Figura 4 - Forma de Apresentação das Camadas

Cerca de 80% dos alunos entrevistados responderam que o professor aborda o conteúdo de forma *Bottom-Up*, ou seja, começando pela camada física. Já os professores que foram entrevistados, 98% responderam que usam a abordagem *Bottom-Up*.

Esta abordagem *Bottom-up* é reforçada quando se analisa a bibliografia existente. Autores bem conhecidos como Tanenbaum e Luiz Fernando Gomes Soares apresentam o conteúdo de seus livros sobre Redes de Computadores na forma *Bottom-Up*, começando de baixo (camada física) e subindo até o topo da pilha de protocolos (camada de aplicação).



No livro de Kurose e Ross (2003), *Redes de Computadores e a Internet – Uma Nova Abordagem*, o conteúdo é apresentado na forma *Top-Down*, começando pela camada de aplicação e depois descendo pela pilha até a camada física.

Kurose e Ross falam que muitos livros são organizados segundo as sete camadas do modelo OSI mas que esta abordagem é importante sob uma perspectiva pedagógica, e que a abordagem tradicional de ensinar de baixo para cima, ou seja, da camada física para a camada de aplicação não é, atualmente, a melhor opção para um curso moderno de redes de computadores. (KUROSE e ROSS, 2003).

Os professores que defenderam a abordagem *bottom-up* como sendo adequada para o ensino de redes, apresentaram, como justificativa, o fato de que muitas questões de redes devem ser tratadas tanto nas camadas superiores quanto nas inferiores. É mais fácil de explicar primeiro as camadas inferiores.

Considerando a teoria do construtivismo, acredita-se que a melhor abordagem seja aquela que permita a construção do conhecimento à medida em que os problemas sejam apresentados. No capítulo 5 desse trabalho, descreve-se dois estudos de caso onde experimentou-se a abordagem *top-down* e um terceiro estudo de caso onde uma técnica mista (nem *top-down* e nem *bottom-up*) foi aplicada.

No questionário também foi perguntado a alunos e professores sobre o modelo mais abordado, 73% dos alunos responderam que é o Modelo OSI e o Modelo da Internet, 19% responderam que é o Modelo OSI, 6% disseram que é o Modelo OSI, Internet e outras arquiteturas e 2% que é o Modelo da Internet; enquanto que 83% dos professores responderam que o Modelo mais abordado é o Modelo OSI e o da Internet e 17% disseram que é o Modelo OSI, da Internet e outras arquiteturas. As figuras 5 e 6 mostram o resultado da pesquisa.

Também foi questionado a professores e alunos se a forma como os conteúdos estão sendo ministrados é a mais adequada para o ensino de redes. Cerca de 52% dos alunos responderam que não e 48% responderam que sim, enquanto que 59% dos professores consideram que a forma como vem sendo ensinado é a mais adequada, já 33% acham que não e 8% não responderam a questão. As figuras 7 e 8 mostram o resultado da pesquisa.

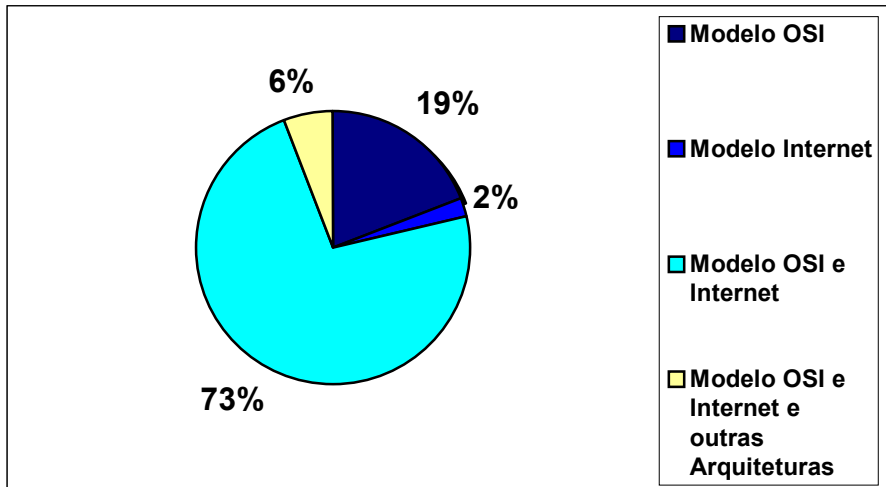


Figura 5 - O Modelo mais Abordado (Alunos)

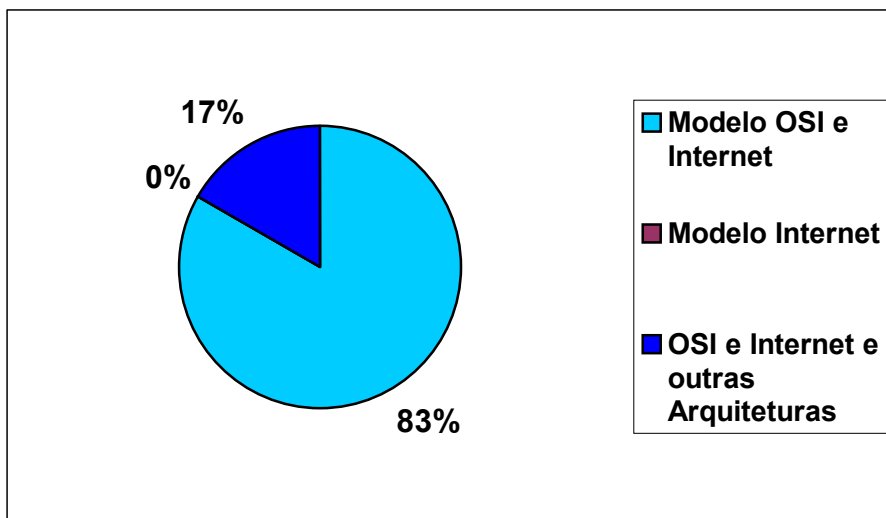


Figura 6 - O Modelo mais Abordado (Professores)

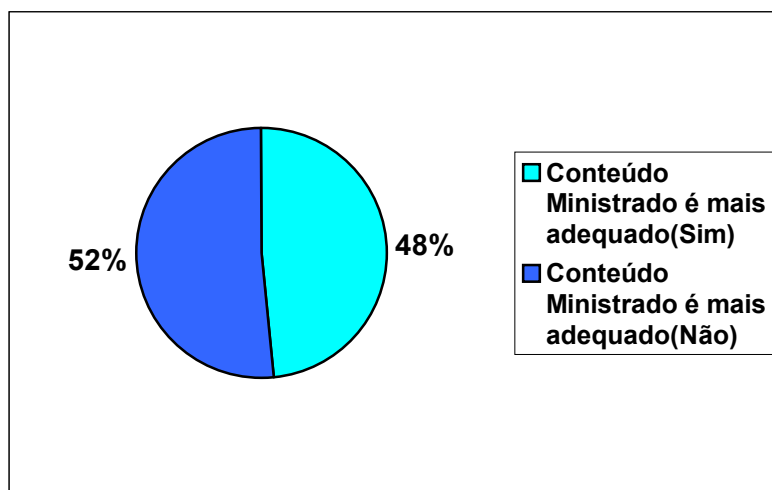


Figura 7 - Forma como o Conteúdo é Ministrado é a mais Adequada (Alunos)

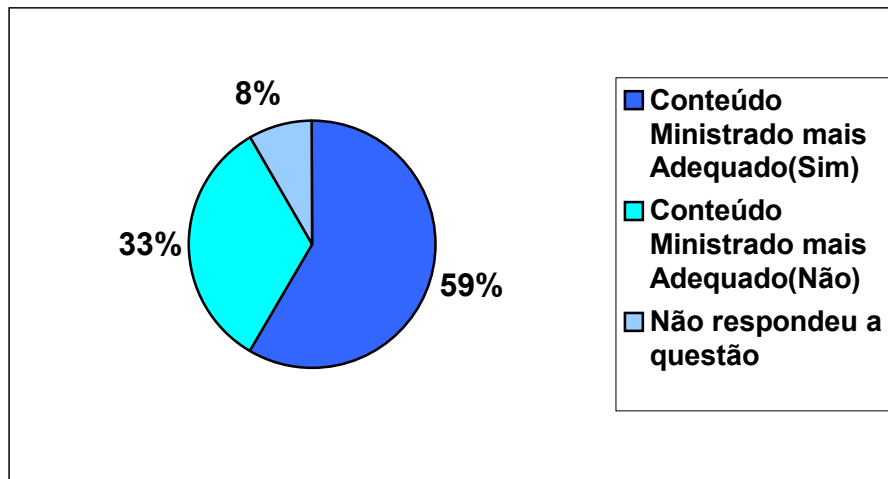


Figura 8 - Forma como o Conteúdo é Ministrado é a mais Adequada (Professores)

### 3.2.2 Problemas de Aprendizagem

Cerca de 50% dos alunos apontaram a falta de laboratórios como um dos fatores que dificultam o aprendizado na área de Redes de Computadores, conforme pode ser observado na figura 9. A prática em Redes de Computadores exige que um laboratório seja disponibilizado para a execução de atividades tais como: configuração e instalação de placas, switches, roteadores, endereçamento, roteamento IP estático/dinâmico; ver os aspectos práticos dos principais serviços da Internet, DNS, SMTP, etc., conhecer as principais características dos sistemas operacionais de rede, implementar os protocolos das camadas do modelo TCP/IP nos diversos sistemas operacionais de rede; conhecer os protocolos e ferramentas que permitam o gerenciamento remoto e local de redes de computadores; conhecer soluções para implementar mecanismos de segurança em redes, entre outras.

No entanto, a maioria das Universidades que mantêm cursos de redes de computadores, não disponibilizam um laboratório onde o aluno possa praticar. Indaga-se neste momento se tal fato não seria resultante do “pouco caso” ou mesmo da falta de vontade de alunos e professores de viabilizar tal ambiente pois constata-se que, nas instituições onde tais laboratórios existem, eles foram criados por iniciativa conjunta de professores e estudantes. Por outro lado, nas instituições onde este recurso não é disponibilizado, a justificativa dada é o alto custo dos equipamentos e a necessidade de uso exclusivo desses recursos. Além disso, dada a evolução vertiginosa dos equipamentos de redes, manter um

ambiente atualizado estaria fora do alcance de qualquer instituição de ensino que não contasse com um programa auto-sustentável, dado que os recursos disponibilizados pelo Governo são extremamente escassos para poderem ser aplicados em projetos de tal porte.

Outras dificuldades apontadas pelos alunos foram: a falta de didática dos professores, a falta de um maior embasamento em eletrônica, a falta de seminários e também que os conteúdos são muito extensos para serem abordados em pouco tempo de aula. As respostas foram uma combinação de problemas juntos que devem ser resolvidos para possibilitar a melhoria do ensino. Na figura 9 e na tabela 3 apresenta-se os problemas identificados pelos alunos.

Tabela 3- Problemas de Aprendizagem

<b>Problemas</b>	<b>Percentual</b>
Falta Laboratórios	50%
Falta Laboratório + MTAC	7%
Falta Seminários	6%
Falta Didática	8%
Falta Embasamento Eletrônica	1%
Falta Laboratório + Falta Seminário	15%
Não responderam a questão	13%

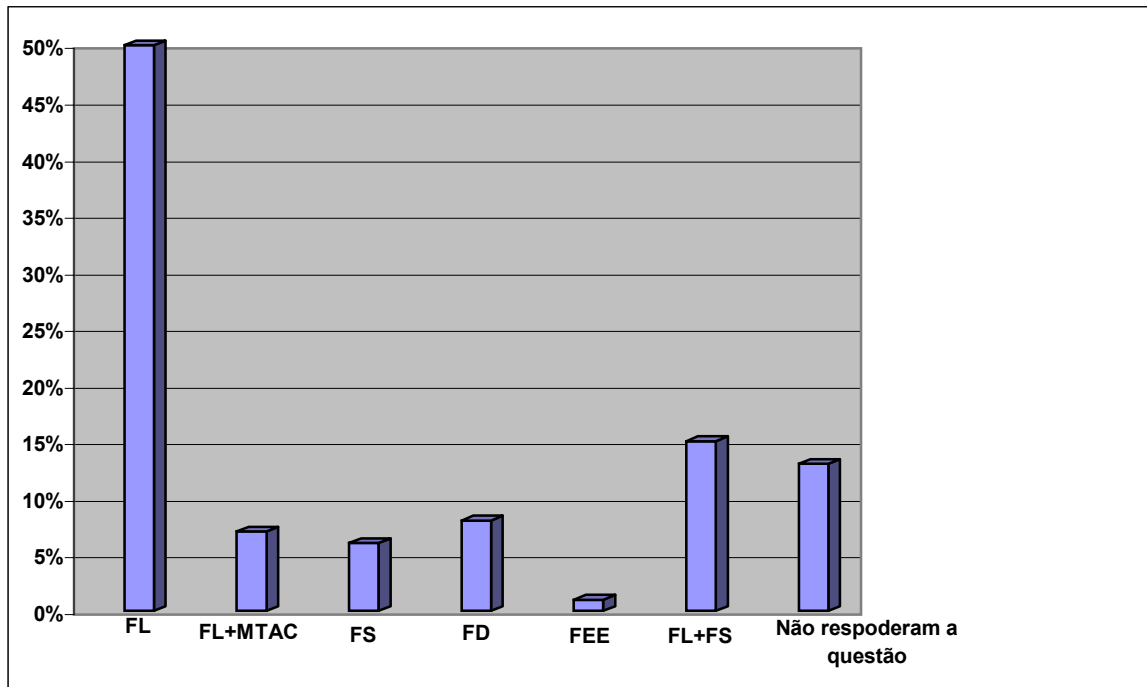


Figura 9 - Problemas de Aprendizagem

**LEGENDA:**

FL = Falta de Laboratório

MTAC = Mais Tempo para Abordar os Conteúdos

FS = Falta Seminários

FD = Falta de Didática

FEE = Falta Embasamento em Eletrônica

### 3.2.2.1A Bibliografia utilizada e a complexidade dos livros disponíveis

53% dos alunos entrevistados consideram os livros de Redes de Computadores complexos; enquanto que 55% dos professores entrevistados consideram os livros de fácil aprendizado. Isso pode ser observado nas figuras 10 e 11.

Atualmente os livros adotados como livros texto são: O livro de Redes de Computadores do Tanenbaum com 58%; o livro Redes de Computadores (das Lans, Mans e Wans às redes ATM) do Luiz Fernando Gomes Soares com 42% e o livro Computer Network do Douglas Comer & Davie Stevens

com 25%; enquanto que os alunos responderam que 40% utilizam o Tanenbaum, 12% utilizam o Luiz Fernando G. Soares e 6% usam o Douglas Comer & Davie Stevens como livro texto. Outros títulos recomendados mas com uma porcentagem menor de utilização, estão listados na tabela 4.

Tabela 4 - Outros livros utilizados

<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Editora</b>	<b>Ano</b>
Interligação em Redes c/TCP/IP	Douglas E. Comer	Campus	1998
Redes de Computadores – Uma Nova Abordagem	James Kurose e Keith Ross	Makron Books	2003
Arquitetura de Redes de Computadores: OSI e TCP/IP	T. Carvalho	Makron Books/Brisa	1994
Linux p/Redes brasileiras	Heverton S. Anunciação	Érica Ltda	1997
Usando Windows NT Server	Roger Jennings	Campus	1997
Tecnologia de Redes de Comunicação e Computadores	Mario Dantas	Axcel Books	2002
Projetos para Redes Metropolitanas e de Longa distância MAN, Campus e WAN Backbone Designer	Alceu Gasparini, Francisco Barella, Luis Bortolli e Paulo Dal’Bó	Érica	1999

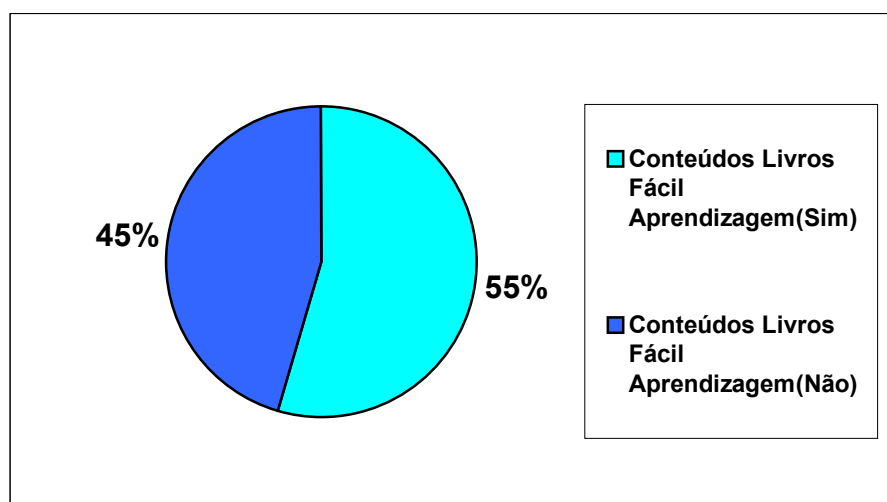


Figura 10 - A complexidade dos Livros (Alunos)

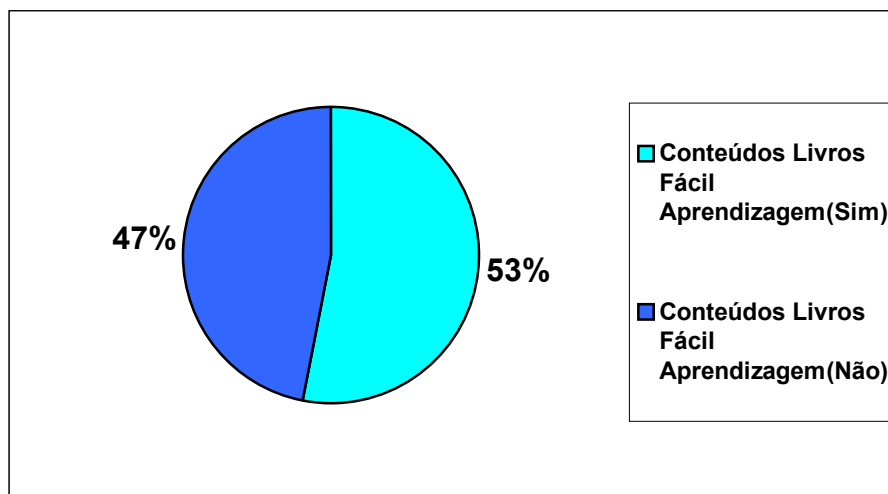


Figura 11 - A complexidade dos Livros (Professores)

### 3.2.3 Técnicas de Avaliação Utilizadas no Ensino de Redes de Computadores

Nessa questão, foram apontadas as técnicas de avaliação utilizando Prova Escrita, Seminários, Trabalho Prático (usando laboratório), Trabalho Teórico (apresentação escrita de algum assunto ou elaboração de artigos para congressos), Prova Oral e Prova Prática. Os entrevistados foram solicitados a apontar o conjunto de técnicas que estão sendo utilizadas atualmente. Nas tabelas 5 e 6 estão descritas as técnicas de avaliação utilizadas pela maioria dos professores entrevistados e também as técnicas de avaliação utilizadas conforme as respostas dos alunos. Estes dados também podem ser visualizados em forma de gráficos nas figuras 12 e 13 .

Tabela 5 - As Técnicas de Avaliação (Professores)

<b>Técnicas de Avaliação</b>	<b>Percentual</b>
Prova Escrita	17%
Prova Escrita + Trabalho Prático	25%
Prova Escrita + Trabalho Teórico	25%
Prova Escrita + Trabalho Teórico + Seminário	8%
Prova Escrita + Trabalho Prático + Trabalho Teórico + Seminário	8%
Prova Escrita + Trabalho Prático + Trabalho Teórico	17%

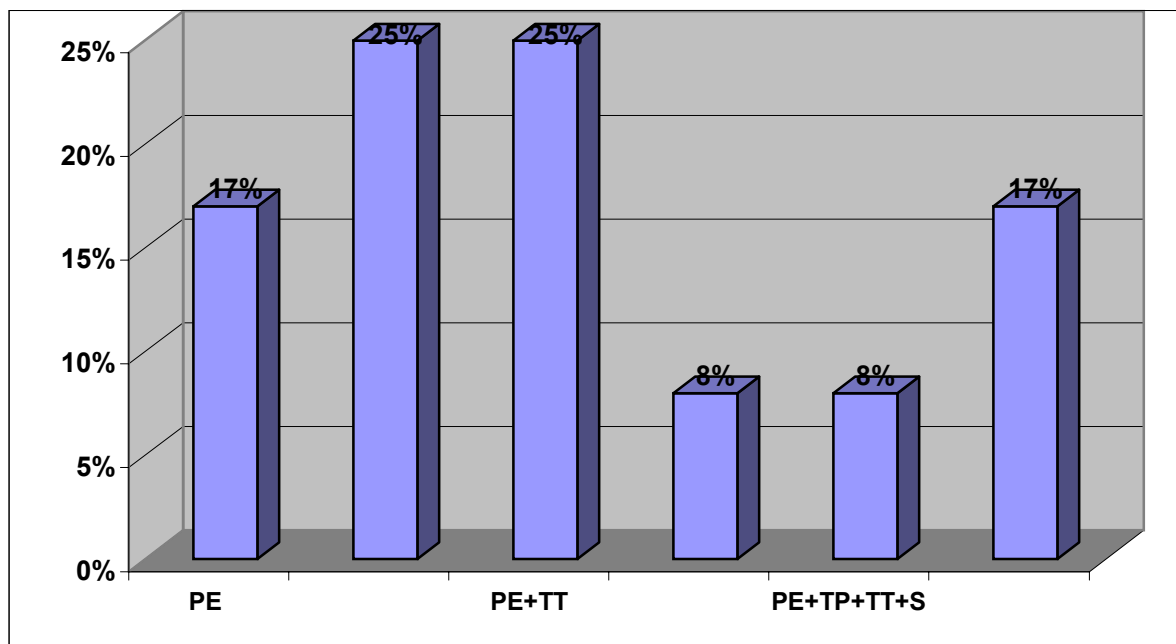


Figura 12 - Técnicas de Avaliação (Professores)

**LEGENDA:**

PE = Prova Escrita;

TP = Trabalho Prático;

TT = Trabalho Teórico;

S = Seminário.

Tabela 6 - As Técnicas de Avaliação (Alunos)

Técnicas de Avaliação	Percentual
Prova Escrita	15%
Prova Escrita + Trabalho Prático	12%
Prova Escrita + Trabalho Teórico	20%
Trabalho Teórico	1%
Prova Escrita + Trabalho Prático + Seminário	1%
Prova Escrita + Trabalho Prático + Trabalho Teórico	20%
Trabalho Prático	5%



Trabalho Teórico + Seminário	1%
Trabalho Teórico + Trabalho Prático	1%
Prova Escrita + Prova Oral + Trabalho Prático + Trabalho Teórico	1%
Prova Escrita + Trabalho Prático + Seminário	1%
Prova Prática	1%
Prova Escrita + Prova Oral + Trabalho Teórico	1%
Não responderam a questão	20%

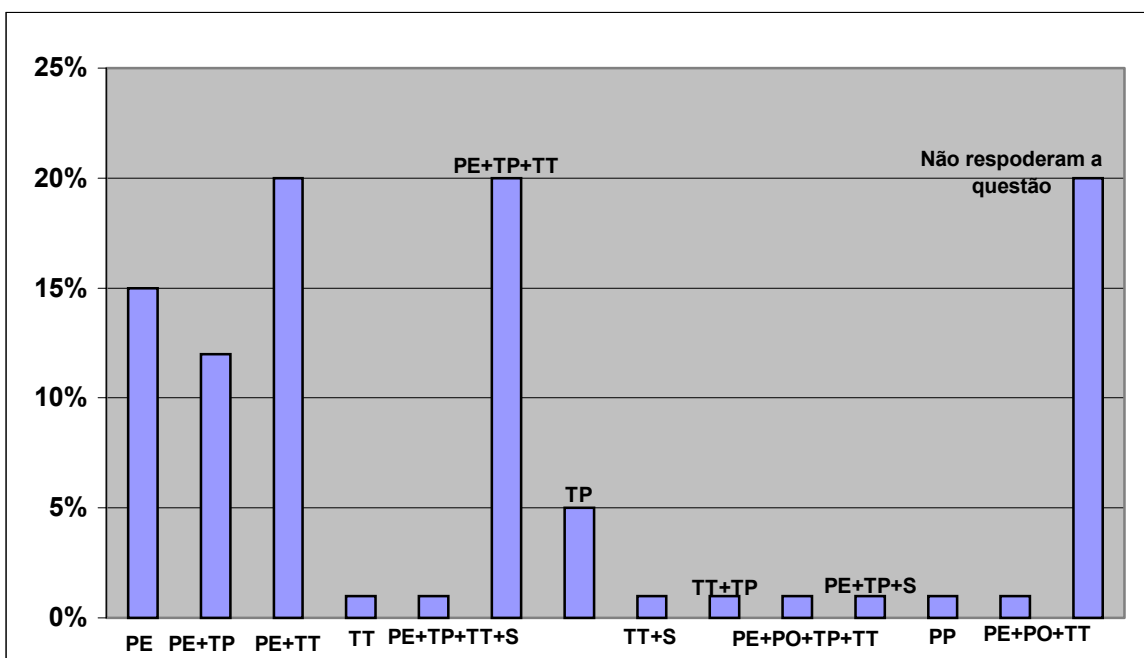


Figura 13 - Técnicas de Avaliação (Alunos)

**LEGENDA:**

PE= Prova Escrita;

TP= Trabalho Prático;

TT= Trabalho Teórico;

S= Seminário;

PO= Prova Oral;

PP= Prova Prática.

### 3.2.4 Técnicas de Ensino Utilizadas no Ensino de Redes de Computadores

Nessa questão, foram apontadas as técnicas de ensino utilizando Aula Expositiva, Experimentos em Laboratório, Seminários, Trabalho Prático (usando laboratório) e Trabalho Escrito. Os entrevistados foram solicitados a apontar o conjunto de técnicas que estão sendo utilizadas atualmente. Nas tabelas 7 e 8 estão descritas as técnicas de ensino utilizadas pela maioria dos professores entrevistados e também estão as respostas dos alunos entrevistados sobre a mesma questão. Estes dados também podem ser visualizados em forma de gráficos nas figuras 14 e 15 .

Tabela 7 - As Técnicas de Ensino (Professores)

<b>Técnicas de Ensino</b>	<b>Percentual</b>
Aula Expositiva + Experimentos Laboratório	17%
Aula Expositiva + Seminários	8%
Aula Expositiva + Trabalho Escrito	9%
Aula Expositiva + Experimentos Laboratório + Seminário	8%
Aula Expositiva + Experimentos Laboratório + Trabalho Escrito	8%
Aula Expositiva + Seminários + Trabalho Escrito	33%
Aula Expositiva + Experimentos + Seminário + Trabalho Escrito	17%

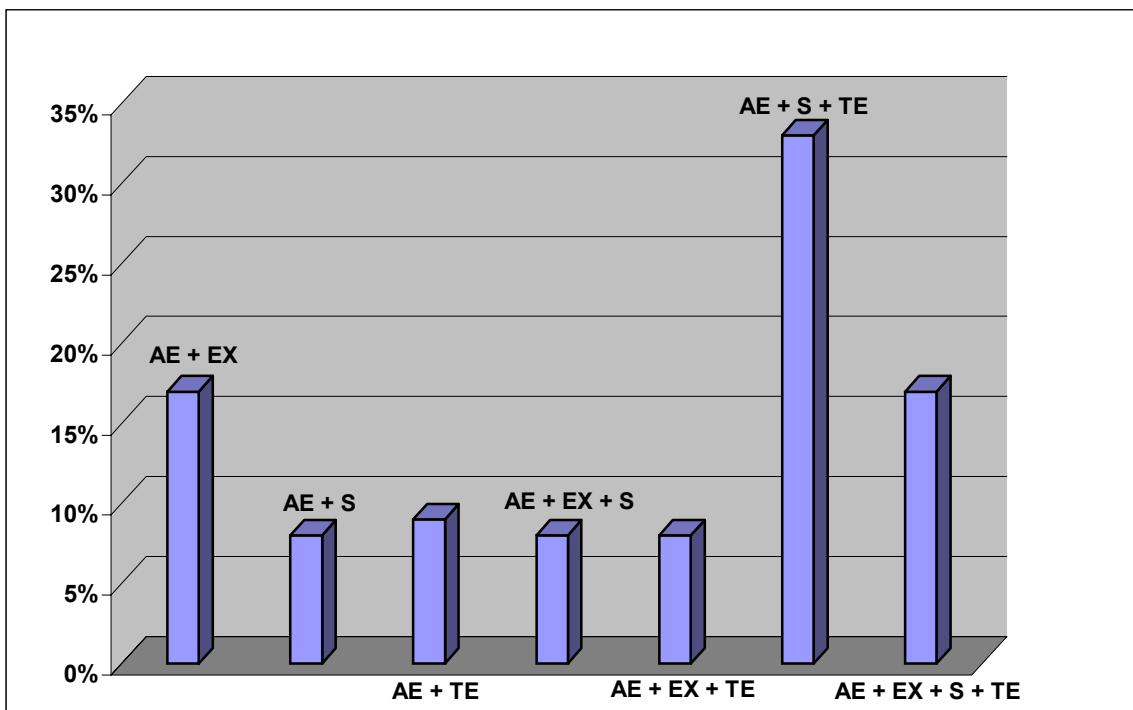


Figura 14 – As Técnicas de Ensino (Professores)

**LEGENDA:**

AE = Aula Expositiva;

Ex = Experimentos em Laboratório;

S = Seminário;

TE = Trabalho Escrito.

Tabela 8 - As Técnicas de Ensino (Alunos)

<b>Técnicas de Ensino</b>	<b>Percentual</b>
Aula Expositiva	15%
Aula Expositiva + Experimentos Laboratório	6%
Aula Expositiva + Seminário	15%
Aula Expositiva + Trabalho Escrito	10%
Aula Expositiva + Experimentos Laboratório + Seminário	10%
Aula Expositiva + Experimentos Laboratório + Trabalho Escrito	9%
Experimentos Laboratório + Seminários	1%
Aula Expositiva + Seminários + Trabalho Escrito	12%
Experimentos Laboratório + Trabalho Escrito	1%

Aula Expositiva + Experimentos + Seminário + Trabalho Escrito	4%
Experimentos Laboratório + Seminários + Trabalho Escrito	1%
Seminários	2%
Trabalho Escrito	1%
Não responderam a questão	13%

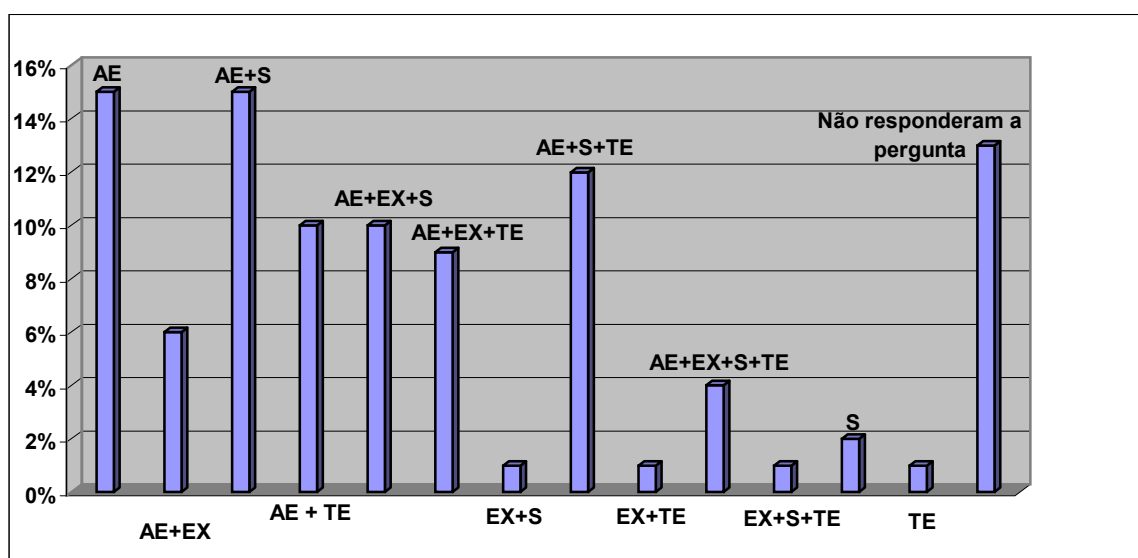


Figura 15 - As Técnicas de Ensino (Alunos)

**LEGENDA:**

AE = Aula Expositiva;

EX= Experimentos em Laboratório;

S= Seminário;

TE = Trabalho Escrito.

### 3.2.5 Capacitação para o Mercado

Quando questionados sobre o sentimento de estarem capacitados para atuarem no mercado, a grande maioria manifestou-se de forma contrária, isto é, apesar de já terem cursado mais de uma disciplina na área de redes, eles não sentem a segurança necessária para assumirem a administração de uma rede, por exemplo. As principais causas apontadas para esta insegurança resumem-se à: falta de prática, a falta de conhecimento das tecnologias atuais, e à grande extensão do conteúdo que deve ser dominado.

Dos alunos entrevistados 72% não se sentem capacitados para trabalhar na área de redes de computadores, baseado só no conteúdo apresentado em sala de aula, enquanto que 28% responderam que se sentem capacitados, mas contando com a prática que obtiveram fora da sala de aula. A figura 16 ilustra a situação.

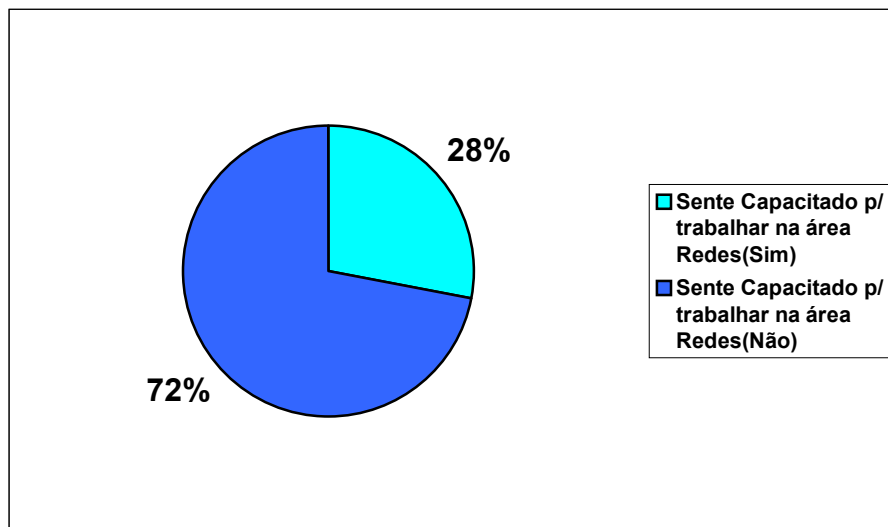


Figura 16 - Capacitação para Trabalhar na Área de Redes

Com estes questionários obteve-se também uma visão mais realista de como está o aprendizado e o ensino de redes no Brasil. Foram listados por alunos e professores alguns dos importantes problemas encontrados no ensino/aprendizado de redes de computadores. Dentre estes problemas destacam-se:

- A forma atual como os conteúdos são ministrados;
- A falta de laboratórios nas Universidades;
- A falta de didática dos Professores;
- A complexidade dos livros disponíveis.
- A falta de uma infra-estrutura laboratorial que permita que os alunos visualizem/utilizem na prática o seu conhecimento;
- A base conceitual apresentada livros de redes deveria ser mais sólida;
- A maioria dos conteúdos ministrados apresenta uma grande complexidade, o que torna difícil o seu entendimento;
- Diversos alunos não querem sequer saber de pegar um livro que esteja em inglês;

### 3.2.6 Sugestões para a Melhoria do Ensino/Aprendizado de Redes de Computadores

Ao final do questionário os entrevistados foram solicitados a contribuírem com sugestões para a melhoria do processo de ensino/aprendizagem das disciplinas de Redes de Computadores. Dentre as várias sugestões dada por professores, destacam-se:

- 1) “que a grande dificuldade em ensinar/aprender redes de computadores está na falta de uma estrutura laboratorial, é importante que os alunos visualizem/utilizem na prática o seu conhecimento”.
- 2) “que o uso de animações nas aulas expositivas poderia melhorar a compreensão dos alunos de conceitos que são difíceis de serem demonstrados em laboratório (e.g. codificação de sinais, processos de roteamento e switching executados internamente nos dispositivos)”.
- 3) “redes não é uma disciplina de memorização, mas principalmente de dedução. Muitos livros apresentam os conceitos de redes de forma sistemática sem se preocupar em desenvolver o raciocínio do aluno. Os livros devem ser capazes de oferecer uma base conceitual sólida, mas também explicar como o mundo real funciona e dar uma boa noção do caminho dos desenvolvimentos futuros para que os alunos possam escolher em que áreas desejam se aperfeiçoar”.

- 4) “há uma grande carência na aplicação prática dos conceitos apresentados nas aulas. É preciso disponibilizar um laboratório exclusivamente a redes de computadores com vários equipamentos que possam ser configurados para refletir diferentes topologias e tecnologias de redes: switches, routers, gateways internet, firewalls, VoIP, gerentes/agentes SNMP).
- 5) “Haver uma utilização maior de laboratórios para simulação; que o acesso a revistas técnicas internacionais seja mais perene (que o curso faça a assinatura de algumas, por exemplo); no último semestre, os próprios alunos sentiram a necessidade de uma publicação, ou site que tivesse como foco “Estudos de caso” na área de redes. Por exemplo, nós professores trabalhamos com consultoria em muitos projetos mas nos limitamos a comentar apenas com nossos alunos do semestre – isso quando o fizemos. Eles acham que é muito conhecimento/experiência que fica “fechado”, que o professor só fala quando lembra, ou quando um aluno pergunta sobre – já que não faz parte da disciplina.- não encontramos uma forma viável de fazer isso, por enquanto”.
- 6) “Existem bons livros no mercado americano, eles poderiam ser traduzidos”.
- 7) “Que os livros sobre redes e sistemas operacionais tivessem sempre no final de cada capítulo exercícios práticos e teóricos para que os professores possam melhor utilizá-los e adotá-los em sala”.
- 8) “Que as faculdades criem laboratórios específicos para o ensino de redes e segurança de redes, separados dos laboratórios usados para outros fins”.
- 9) “Que as faculdades venham a investir na capacitação de auxiliares e técnicos de laboratórios para tratem de laboratório de redes”.
- 10) “Que as faculdades venham a investir na capacitação de instrutores, pagando cursos em empresas como Cisco, Cyclades, etc, custeando a certificação de professores e técnicos de laboratórios para trabalhem com estes produtos”.
- 11) “As aulas expositivas precisam ser acompanhadas de simulações para melhorar a compreensão dos alunos de conceitos que são difíceis de serem demonstrados em laboratórios”.

Da mesma forma, os alunos entrevistados contribuíram com algumas sugestões, dentre elas destacam-se:

- 1) Mais laboratórios nas Universidades, faltam aulas práticas;
- 2) Mais clareza e objetividade na exposição dos conteúdos, o professor deve transferir ao aluno todo o seu conhecimento;
- 3) Mais disciplinas na área de redes de computadores;
- 4) Mais tempo para abordar os conteúdos;
- 5) Usar simulações na exposição dos conteúdos;
- 6) Aplicar questionários semanais e formar grupos de estudo;
- 7) Modulo de redes ser direcionado para a plataforma Windows;
- 8) Estudos de caso real e implementação em empresa;
- 9) Apresentar tecnologias de última geração.

Com base nessas sugestões e, considerando os problemas e dificuldades atuais, elaborou-se uma proposta para o ensino de redes de computadores. Essa proposta é apresentada no capítulo 4.



## 4 ABORDAGEM PROPOSTA

Este capítulo apresenta a proposta de um método para auxiliar no processo de ensino/aprendizagem de redes de computadores. Parte-se do pressuposto de que, hoje, ensinar e aprender redes é bastante penoso, uma vez que os conteúdos desta disciplina normalmente são muito complexos e sua ordem e forma de apresentação nem sempre é a mais adequada para facilitar o aprendizado. Alia-se a isso o fato de que, dificilmente, existe um laboratório para dar suporte prático à teoria apresentada. A carência de profissionais capacitados também é sentida no meio acadêmico, sendo que, nesse caso, essa carência refere-se mais à questão pedagógica; não é incomum encontrar-se professores com um grande conhecimento do assunto mas com uma didática sofrível.

A proposta desse trabalho é definir uma estratégia de ensino de Redes de Computadores que contemple um método para facilitar o ensino e a aprendizagem que possa, pelo menos, amenizar o problema da didática. Busca-se, também, uma forma de suprir a ausência de laboratórios e uma sugestão de práticas de ensino que permitam, ao professor, o acompanhamento da evolução das tecnologias na área de Redes de Computadores. Enfim, busca-se organizar o assunto Redes de Computadores para contemplar as necessidades de uma clientela formada por professores e alunos de terceiro grau nos cursos de graduação de Ciências da Computação, Engenharia da Computação, Sistemas de Informação e também para cursos de Pós-Graduação e outros cursos afins.

Após um levantamento realizado através de questionários aplicados a alunos e professores de cursos de graduação e Pós-graduação que oferecem disciplinas relacionadas com Redes de Computadores, foi possível identificar alguns problemas, hoje existentes, no ensino/aprendizagem de redes de computadores. Esses problemas, apresentados no capítulo 3, podem ser resumidos, de uma forma genérica:

- aos procedimentos didáticos adotados na exposição dos conteúdos, isto é, à forma como o conteúdo é apresentado,
- à forma como o conteúdo é organizado,
- à falta de laboratórios para dar o enfoque prático para os conteúdos.

Cada um desses problemas identificados será tratado com mais detalhes nos itens 4.1 a 4.3.

## 4.1 A Forma de Apresentação do Conteúdo

Embora existam experiências de autodidatas, o professor ainda exerce um papel fundamental no ensino. A didática que ele utiliza faz com que a maioria dos alunos se interesse mais ou menos pelo assunto e realize um aprendizado mais ou menos eficiente. No ensino de terceiro grau, principalmente na área tecnológica, essa característica não têm sido considerada com a importância necessária, isto é, as boas práticas pedagógicas têm sido ignoradas por alguns professores, sob a alegação de que o público alvo é formado por adultos e que basta apresentar o conteúdo da disciplina para que ele seja completamente entendido e o conhecimento seja absorvido pelos alunos.

No entanto, observa-se que alguns conteúdos, tais como aqueles associados às Redes de Computadores, precisam de uma atenção maior no que se refere às técnicas pedagógicas de ensino. Conforme descrito no capítulo 3 e ilustrado na figura 16, na pesquisa realizada junto a alunos de cursos de graduação e pós-graduação, 72% dos alunos entrevistados não se sentem capacitados para trabalhar na área de redes de computadores, considerando apenas o conteúdo apresentado em sala de aula, enquanto que 28% responderam que se sentem capacitados, mas contando com a prática que obtiveram fora da sala de aula.

Com base nas causas identificadas para esse problema, na pesquisa realizada, apresenta-se uma proposta pedagógica para o ensino de redes de computadores. Essa proposta contempla a apresentação das camadas de uma arquitetura de redes. O objetivo dessa proposta é fornecer uma alternativa diferente da forma estática, seja *bottom-up* ou *top-down*, com que esse assunto é abordado na bibliografia e em sala de aula.

A abordagem proposta foi denominada de “abordagem interativa”. Nessa abordagem, descrita no capítulo 5, os conteúdos são apresentados com base na teoria construtivista, isto é, as camadas de uma arquitetura vão sendo apresentadas de acordo com as necessidades crescentes que vão aparecendo durante a resolução de um problema proposto.

## **4.2 A Organização do Conteúdo a ser Ministrado**

O objetivo desta fase é definir um modelo de ensino de redes que permita a seleção organizada de conteúdos e de aprofundamento em cada um dos tópicos, sem exigência de total abrangência no assunto, preservando a qualidade do aprendizado. Em outras palavras, busca-se uma forma de auxiliar na seleção e organização dos conteúdos inerentes ao ensino de redes de computadores, preservando-se os princípios de flexibilidade e de qualidade.

As disciplinas de Redes de Computadores são ministradas, normalmente, nos cursos de Bacharelado em Ciências da Computação, Bacharelado em Sistemas de Informação, Engenharia de Computação e Licenciatura em Computação. A ênfase de determinados conteúdos na disciplina de redes de computadores dependerá do curso onde ela está inserida. De acordo com o estabelecido pelo Ministério da Educação e Cultura (PERFIS, 2003), a diferença de perfil entre os cursos de Ciência da Computação e Engenharia da Computação está no uso da tecnologia da computação. Segundo o documento, se o curso de Ciência da Computação possuir uma formação complementar em automação industrial, então ele não difere muito de um curso de Engenharia da Computação. Estes cursos devem apresentar uma base teórica profunda em computação, com uma intensa atividade de estudos e exercícios extra-classe. Seus objetivos devem ser mais voltados para a produção e geração de novas tecnologias do que para o atendimento do mercado de trabalho imediato. Assim, os alunos devem ser engajados em atividades de pesquisa e, portanto, tais cursos devem estar inseridos em um ambiente de Pós-Graduação. O conjunto das disciplinas de Redes de Computadores oferecidas neste tipo de curso deverá, portanto, permitir a formação de pesquisadores em redes de computadores.

Já um curso de Bacharelado em Sistemas de Informação tem o perfil de desenvolver, implementar e gerenciar uma infra-estrutura de tecnologia da informação e sistemas que abrangem toda a organização. Também tem a função de fazer prospecção de novas tecnologias da informação e auxiliar na sua incorporação às estratégias, planejamento e práticas da organização. Neste tipo de curso, as disciplinas de redes de computadores devem propiciar a formação de técnicos em redes, isto é, um recurso humano com perfil de administrador de rede, capaz de resolver os problemas das redes.

Os cursos de Licenciatura em Computação visam a formação de recursos humanos para projetar sistemas de software educacional e formar educadores para o ensino de computação em instituições que introduzirem disciplinas de computação em seus currículos. Nestes cursos, as disciplinas de redes

devem estar voltadas para a utilização das redes como ferramenta. Portanto, é importante que o aluno egresso desses cursos entenda o funcionamento das redes e as possibilidades de sua utilização prática no ensino da computação.

Os cursos de Tecnologia em Processamento de Dados são cursos que visam atender necessidades emergenciais do mercado de trabalho e, por isso são de curta duração e terminais. Atendida a demanda de profissionais os cursos devem ser extintos. Os cursos de Bacharelado em Sistemas de Informação estão substituindo os atuais cursos de Tecnologia em Processamento de Dados. (PERFIS, 2003).

Uma questão importante relacionada ao ensino de redes está na delimitação dos conhecimentos a serem trabalhados. Considera-se que a área de redes é um domínio de forte dinâmica, isto é, por um lado são tantos novos conhecimentos, que fica difícil abordar tudo e, por outro lado, o tempo de vida útil de muitos conhecimentos é bastante reduzido.

De acordo com os professores Suruagy, Joberto e Giozza (MONTEIRO, MARTINS e GIOZZA, 2000), existem três perfis principais na formação de recursos humanos em redes de computadores. Um primeiro perfil, considerado nesse trabalho como um perfil básico, consiste em “um conhecimento mais superficial do funcionamento das redes que lhes permitam selecionar a tecnologia mais adequada e desenvolver aplicativos de forma distribuída”; um segundo perfil, denominado, aqui, de perfil tecnológico, refere-se à formação de “pessoas para instalar, administrar e gerenciar a infra-estrutura de redes” e um terceiro perfil, o científico, é aquele em que o profissional entenda da área de redes de computadores “para desenvolver e pesquisar”. A partir dessa classificação, observa-se que é necessário selecionar o perfil que se deseja formar a fim de identificar quais conteúdos devem ser abordados na formação desse profissional. Pela pesquisa realizada, observou-se que, na maioria das Instituições de ensino, a ênfase é dada na formação do perfil de desenvolvedor e pesquisador, ainda que com grandes lacunas nessa formação.

Esse trabalho propõe que esses perfis sejam organizados de acordo com o enfoque e nível do curso, considerando os perfis profissionais definidos pelos professores Suruagy, Joberto e Giozza em (MONTEIRO, MARTINS e GIOZZA, 2000) e os diversos cursos definidos pelo MEC (PERFIS, 2003). Em qualquer nível e curso, é necessário que o profissional tenha uma formação básica onde conheça o funcionamento das redes, seja capaz de selecionar a tecnologia mais adequada para a instalação de serviços e possa desenvolver aplicativos de forma distribuída. A formação deste perfil básico é adequada para os cursos de Licenciatura em Computação. Em cursos de Bacharelado em

Sistemas de Informação, é necessário complementar essa formação básica, oferecendo conteúdos voltados para a instalação, administração e gerência de redes. Já em cursos de Bacharelado em Ciência da Computação e Engenharia da Computação, a ênfase deve ser dada para a formação dos três perfis, isto é, além de conhecer o funcionamento, poder selecionar a tecnologia mais adequada, desenvolver aplicativos de forma distribuída, instalar, administrar e gerenciar uma rede de computadores, o profissional deve ser capaz de desenvolver e pesquisar novas soluções.

A partir da escolha de um perfil desejado, é possível selecionar os conteúdos, as técnicas e os recursos necessários para a formação de profissionais. Com base nos problemas identificados durante a pesquisa e nas sugestões de ações para a resolução desses problemas, identificou-se as premissas básicas para a construção de um modelo que pode ser usado no ensino de redes de computadores.

O modelo proposto considera a formação de, no mínimo 3 perfis: o perfil básico, o perfil tecnológico e o perfil científico. Cada um desses perfis tem, nessa ordem, um conjunto de conteúdos necessários para a sua formação, conforme descrito no item 4.2 e ilustrado na figura 17.

Além da organização dos conteúdos a serem ministrados, o modelo também sugere atividades que podem auxiliar no aprendizado desse conteúdo. São propostas formas de avaliação e a utilização de ferramentas de simulação para alguns conteúdos. Não se pretende, aqui, esgotar todos os conteúdos dos cursos de Redes de Computadores mas sim, dar indicações de como determinados conteúdos podem ser abordados e avaliados visando facilitar o seu aprendizado.

Os itens 4.2.1 a 4.2.3 apresentam um ensaio sobre a organização dos conteúdos, da seleção das técnicas e recursos necessários para a formação de cada um desses perfis.

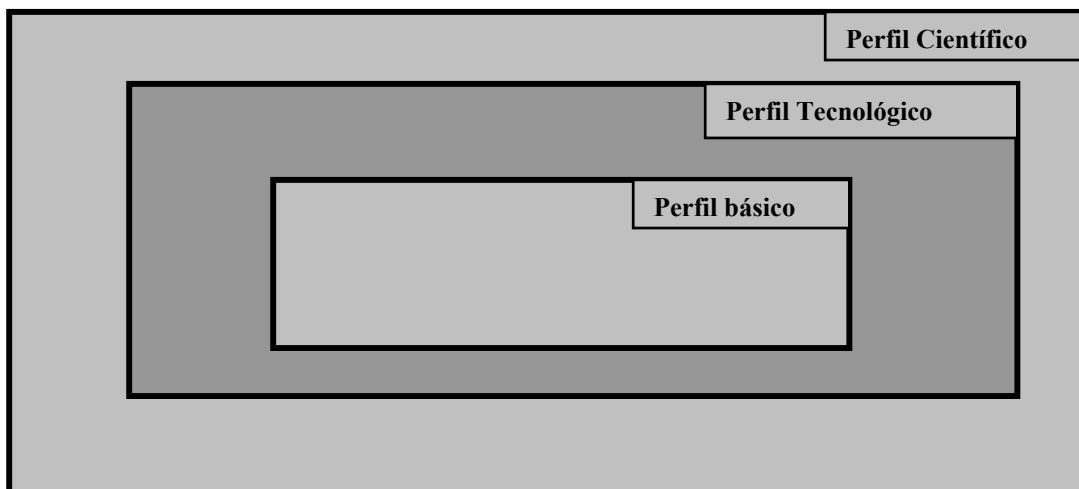


Figura 17 - Modelo Proposto para a descrição dos Perfis

### 4.2.1 A Formação do Perfil Básico

Considerou-se que a formação de um perfil básico em redes de computadores tem como objetivos:

- Identificar a importância das redes de computadores no cenário da comunicação;
- Conhecer e utilizar os serviços oferecidos nas redes de computadores;
- Entender o funcionamento das redes;
- Desenvolver aplicações de forma distribuída;

Assim, pressupõe-se que os conteúdos a serem ministrados devem abranger os seguintes tópicos:

- 1) Histórico das Redes de Computadores;
- 2) Serviços disponíveis (Correio Eletrônico, Transferência de Arquivos, Acesso Remoto, Consultas à Bases de Dados, Educação à Distância, Vídeo conferência, Telemedicina, etc.);
- 3) Organização de uma rede de computadores (componentes de hardware e software);
- 4) Desenvolvimento de páginas WEB
- 5) Desenvolvimento de aplicações distribuídas

#### **Formas de ensino**

A apresentação dos conteúdos para a formação do perfil básico deve ser feita de forma a permitir que os alunos vivenciem na prática os serviços que podem ser oferecidos em um ambiente de rede. Assim, nas primeiras aulas, sugere-se que seja apresentado, de forma expositiva, o histórico e a importância das redes de computadores; as aulas posteriores devem ser ministradas em um ambiente onde os alunos possam conhecer e utilizar os serviços de redes. Nessas aulas, o professor deve apresentar o serviço a ser estudado, indicar sua utilidade e suas características e propor, como forma de avaliação, alguns exercícios que possam demonstrar que o aluno sabe utilizar o serviço. Como exemplo de exercícios, pode-se citar o envio de mensagens via correio eletrônico, a transferência de arquivos, a busca de documentos na WEB, o acesso remoto a alguma máquina, etc. Em paralelo aos exercícios práticos, também podem ser propostas questões teóricas sobre as características dos serviços.

O conteúdo referente à organização de uma rede de computadores deve contemplar a apresentação dos componentes de hardware, tais como hubs, switches e roteadores, enfatizando quando é necessária a sua utilização. A apresentação do software de rede deve ser limitada ao estudo dos

produtos existentes como, por exemplo, as características das redes nos sistemas Microsoft, Novell, Linux, etc. Nessa etapa, podem ser apresentados alguns conceitos sobre endereçamento, compartilhamento de arquivos e diretórios, segurança, e outros que sejam necessários para a configuração de uma rede local.

Como exercício de fixação, pode ser configurada uma rede pequena (usando três ou quatro computadores), sobre o sistema operacional disponível na instituição. A avaliação poderá ser feita através da observação da utilização dos conceitos ministrados durante a execução do experimento.

Os conteúdos referentes ao desenvolvimento de páginas WEB e desenvolvimento de aplicações distribuídas devem ser ministrados considerando-se a formação dos alunos em relação a ferramentas de programação. Caso seja necessário, deve-se oferecer este embasamento teórico para, em seguida, propor o desenvolvimento. Nessa etapa devem ser ressaltadas as características e os requisitos para o desenvolvimento de páginas e aplicações distribuídas. A avaliação pode ser feita através de trabalhos práticos que os alunos possam desenvolver durante a aula ou em atividades extra-classe.

Acredita-se que, na formação do perfil básico, não existe a necessidade de se aprofundar o conteúdo referente às camadas de protocolos, como é feito na forma tradicional. Neste nível, esta proposta considera que o conhecimento pode ser limitado ao uso de uma infra-estrutura de rede já disponibilizada através de produtos de mercado, para a instalação das aplicações desenvolvidas. No entanto, é importante que o aluno tenha uma visão geral da arquitetura da rede e possa entender o funcionamento de cada camada, suas relações e serviços oferecidos.

Em resumo, a formação de profissionais com o perfil básico, conforme proposto nesse trabalho, restringe-se à formação de desenvolvedores de aplicações distribuídas em um determinado ambiente operacional.

### **Ferramentas Necessárias**

Para o desenvolvimento desse conteúdo proposto é necessário que exista uma infra-estrutura de rede onde os alunos possam navegar e utilizar os serviços disponíveis. Alguns serviços, tais como telemedicina ou vídeo conferência, podem ser ministrados de forma teórica, utilizando-se filmes, simulações ou outros recursos que permitam a visualização das características desses serviços.

Também é importante a apresentação de produtos de mercado que implementam soluções de aplicações. Alguns produtos para Telemedicina podem ser encontrados nos seguintes endereços:

- <http://www.epub.org.br/informaticamedica/n0105/produtos.htm>;
- [http://latinex.com/latinex/html/portugues2/catalog/card\\_guard/prod3.htm](http://latinex.com/latinex/html/portugues2/catalog/card_guard/prod3.htm);
- <http://www.zipsaude.com.br/telemedicina.htm>, etc.

Produtos para a Videoconferência podem ser encontrados nos seguintes endereços:

- <http://www.edumed.net/videoconferencia/recursos.html>;
- [http://www.nec.com.br/solucoes\\_prod/emp\\_corp\\_videoconferencia.asp](http://www.nec.com.br/solucoes_prod/emp_corp_videoconferencia.asp);
- [http://www6.via\\_rs.com.br/metropoa/did\\_picturetel.htm](http://www6.via_rs.com.br/metropoa/did_picturetel.htm).

Existem softwares que podem ser utilizados para a realização prática de uma videoconferência. Os mais acessíveis, seja pela facilidade de uso, seja pela característica de software livre, são o: CUSeeMe, que pode ser encontrado na página: <http://www.cuseeme.com/>; e o Netmeeting, que pode ser encontrado na página: <http://www.microsoft.com/windows/netmeeting>. Cada um desses softwares é descrito brevemente a seguir:

CUSeeMe - É um programa para videoconferência pela Internet, desenvolvido pela Universidade de Cornell, nos Estados Unidos. Permite a transmissão de som e imagens em tempo real pela Internet e que 2 ou mais usuários se comuniquem de qualquer lugar do mundo, (Conversação por Imagem e Voz). É uma aplicação para Microsoft Windows e Macintosh. Sua utilização requer a instalação de uma placa de som e de uma câmara de vídeo para enviar imagens.

Netmeeting - É um programa da Microsoft que permite a comunicação em tempo real. No computador deverá ser instalado equipamento multimídia (Microfone, Colunas e Câmaras de Vídeo). Pode-se conversar com até 8 pessoas ao mesmo tempo, desenhar ou trabalhar com imagens em um quadro branco, compartilha software com outros participantes(é preciso ter o Netmeeting 3 nos outros clientes), com até 8 pessoas; mandar arquivos para até 8 pessoas de uma só vez; fazer ligações de internet com uma pessoa para qualquer lugar do mundo. Sua utilização requer a instalação de algum dispositivo de captura de vídeo e de uma câmara. Para ministrar o conteúdo referente à organização de uma rede de computadores, o ideal é que, após uma exposição teórica sobre os principais equipamentos de interconexão, seja feita uma visita a um local onde estes equipamentos possam ser identificados ou mesmo seja utilizado um filme, previamente editado, onde este ambiente seja exibido.. Nesta fase,



sugere-se que seja enfatizada a necessidade de elaboração de um projeto de rede antes da sua instalação propriamente dita. Com relação ao conteúdo referente ao software de rede, é importante entender o funcionamento de cada camada, suas relações e serviços oferecidos. Para esta parte, sugere-se a utilização de softwares de simulação para ilustrar o fluxo de informações entre as camadas durante uma transmissão e estabelecer conceitos básicos, tais como os conceitos de protocolos e primitivas de serviço. Para essa simulação podem ser utilizados alguns softwares, tais como o Network Simulator (NS) que pode ser encontrado gratuitamente em <http://www.isi.edu/nsnam/dist/> ou em <ftp://ftp.isi.edu/nsnam>; o Advances in Network Simulation e também há outros simuladores da Cisco e da Microsoft que não estão disponíveis gratuitamente.

O desenvolvimento de páginas WEB e de aplicações distribuídas exige que o aluno tenha conhecimento de alguma linguagem que ofereça o ferramental necessário para a tarefa. Exemplos de algumas dessas linguagens são: html, PHP, Java, etc.

#### 4.2.2 A Formação do Perfil Tecnológico

Conforme estabelecido anteriormente, para este perfil, as disciplinas de redes de computadores devem propiciar a formação de recursos humanos capazes de resolver os problemas das redes.

Para a formação do perfil tecnológico em redes de computadores considera-se as seguintes características:

- Possuir o perfil básico;
- Saber como instalar uma rede;
- Saber administrar e gerenciar a rede;
- Conhecer as novas tecnologias de rede

Para obter essa formação, propõe-se que os conteúdos ministrados devam abranger os seguintes tópicos, onde os conteúdos listados entre parêntesis constituem apenas exemplos do que pode ser abordado, sem esgotar o universo dos assuntos:

- 1) Configuração de um ambiente de rede (cabeamento, roteamento, endereçamento);
- 2) Topologias das Redes de Computadores (formas de ligação, transmissão, comutação);
- 3) Arquiteturas de Redes (modelo de camadas, serviços e protocolos da Internet);
- 4) Administração de Redes (controle de tráfego, congestionamento, DNS, ferramentas de gerência de redes);

- 5) Segurança das Redes (Firewalls, ferramentas para diagnósticos de segurança, criptografia);
- 6) Sistemas Operacionais de Redes (Microsoft, Linux, Novell)
- 7) Tecnologias de Redes (redes sem fio, VPN, Frame Relay, FDDI, ATM, etc.) .

### **Formas de ensino**

A forma de abordar os conteúdos para a formação do perfil tecnológico deve ser feita de maneira a permitir que os alunos tenham acesso a um laboratório onde possam praticar tudo o que se precisa saber para montar uma rede de computadores. Nestas aulas, o professor deve mostrar como se configura um ambiente de rede, a utilização e configuração de roteadores, endereçamento, instalação e configuração dos principais serviços da Internet, entre eles o DNS, SMTP, etc., ou seja, propiciar ao aluno a experiência prática de instalação e configuração de um ambiente de rede. A avaliação pode ser feita através da realização de exercícios práticos.

O conteúdo referente à Topologias das Redes de Computadores deve abordar as formas de ligação de computadores, com e sem fio, os meios de transmissão e as formas de comutação. Enfatizar a questão do cabeamento estruturado e a importância do projeto da rede. Como avaliação podem ser realizados exercícios de projeto e instalação de redes.

Os conteúdos referentes a Arquiteturas de Redes devem contemplar tanto o modelo OSI quanto o modelo da Internet. Propõe-se que este conteúdo seja apresentado utilizando a teoria do construtivismo, com base nos experimentos realizados com três turmas de pós-graduação. Os experimentos são apresentados no capítulo 5 onde também é descrita a metodologia proposta para a apresentação das camadas das arquiteturas de redes.

Os conteúdos referentes à administração e a segurança devem, preferencialmente, ser ministrados com o suporte de um laboratório onde o aluno possa realizar experimentos relativos ao controle de tráfego, congestionamento, configuração de servidores, instalação de firewalls e de ferramentas para:

- diagnósticos de falhas e de desempenho,
- manutenção de segurança,
- inventário de equipamentos e serviços existentes e suas respectivas configurações,
- testes de conectividade, disponibilidade e acessibilidade.

O ambiente de laboratório deve ser configurado de forma a refletir o mais próximo possível o ambiente de uma rede real. Para isso, sugere-se a utilização de ferramentas de simulação que podem servir para criar situações que normalmente ocorrem na prática e, para as quais, um administrador de redes deve estar preparado.

Os conteúdos sobre sistemas operacionais de rede podem abordar as características das redes nos sistemas Microsoft, Linux, Novell, etc., de acordo com os ambientes existentes na instituição.

No conteúdo sobre tecnologias de redes deve ser abordado o que há de novo no mercado, enfatizando quais tecnologias podem melhorar o desempenho das redes. Nesse tópico o professor pode incentivar o aluno a buscar esse conhecimento aplicando, como forma de avaliação, seminários e/ou elaboração de trabalhos teóricos.

### **Ferramentas necessárias**

Para o aprendizado desse conteúdo é necessário uma estrutura laboratorial onde os alunos possam montar e configurar uma rede. É preciso disponibilizar um laboratório exclusivamente para o ensino de redes de computadores, com vários equipamentos e softwares, tais como switches, routers, gateways firewalls, VoIP, gerentes/agentes SNMP, que possam ser manipulados, configurados e modificados, para refletir diferentes tecnologias de redes, topologias e ambientes de operação.

A principal dificuldade na criação de tal ambiente está associada ao custo dos recursos necessários e também ao tempo de vida curto que alguns desses recursos apresentam. A sugestão oferecida por este trabalho consiste na utilização de softwares de simulação que possibilitem a visualização do comportamento desses recursos, seja de forma individual, seja de forma combinada com outros recursos.

Alguns destes tópicos podem ser visualizados através do uso de simulações/animações em aulas expositivas para uma melhor compreensão dos alunos de conceitos que são difíceis de serem demonstrados em laboratório.

### 4.2.3 A Formação do Perfil Científico

Para a formação de um perfil científico, considera-se necessárias as seguintes premissas:

- Ter o conhecimento do perfil básico e tecnológico;
- Conhecer ferramentas de especificação formal (p/ especificação de Protocolos)
- Conhecer linguagens de programação (p/ implementação de Protocolos)
- Conhecer detalhadamente as camadas, serviços e protocolos das Arquiteturas de Rede definidas pela OSI, pelo IETF e pelo IEEE (Modelo OSI, Modelo Internet e Modelo IEEE 802);
- Identificar problemas existentes nos modelos atuais e propor soluções.
- Propor novas soluções tecnológicas, fomentando o desenvolvimento técnico científico.

### **Formas de ensino**

A apresentação dos conteúdos para a formação do perfil científico deve ser feita de forma a permitir que os alunos vejam toda a parte do conteúdo teórico com aulas expositivas e também possam ter um laboratório à disposição para realizar seus experimentos. A principal técnica pedagógica, nesse caso, consiste de apresentação de seminários, onde o aluno apresenta um problema, identifica as principais iniciativas para a resolução desse problema e propõe alguma estratégia para a solução.

O conteúdo sobre ferramentas de especificação formal deve contemplar a sua utilização na especificação de protocolos, desde os mais simples, já existentes, até a proposta de novos protocolos.

Embora o desenvolvimento e implementação de novos protocolos não seja uma questão fundamental para este nível de profissional, esta atividade pode ser proposta como forma de trabalhos práticos para avaliação de conteúdos.

O conteúdo referente às camadas, serviços e protocolos das Arquiteturas de Rede devem apresentar uma maior profundidade, ressaltando aspectos de projeto e desenvolvimento de arquiteturas de rede. Propõe-se que este conteúdo seja apresentado utilizando a teoria do construtivismo, com base nos experimentos realizados com três turmas de pós-graduação. Os experimentos são apresentados no capítulo 5 onde também é descrita a forma proposta para a apresentação das camadas das arquiteturas de redes.

### **Ferramentas necessárias**

Para o desenvolvimento deste conteúdo é necessário que exista uma estrutura laboratorial adequada, onde os alunos possam realizar experimentos, desenvolver, pesquisar e melhorar o que já existe na área de redes de computadores, além de testar novas propostas tecnológicas. O objetivo

principal deste conteúdo deve ser a formação de recursos humanos com o perfil de pesquisador. Nesse caso, acredita-se que este perfil deva ser formado em cursos com nível de pós-graduação.

### **4.3 A Prática em Laboratórios**

Na pesquisa realizada com os alunos, 50% apontaram a falta de laboratórios como um dos fatores que dificultam o aprendizado na área de Redes de Computadores, conforme pode ser observado no capítulo 3 na figura 9.

Uma das justificativas dada para a não disponibilização de um laboratório específico para as disciplinas de redes de computadores é o alto custo dos equipamentos, a necessidade de uso exclusivo desses recursos e a rapidez com que estes recursos se tornam obsoletos.

O que se sugere para suprir essa carência na parte de laboratórios, é o uso de ferramentas adequadas para simulação dos conteúdos de redes. Assim, pode-se utilizar softwares de simulação para fazer o projeto de uma rede e testar a rede projetada sob diversas condições de carga, segurança, topologias, equipamentos de interligação, etc. A partir de simulações, o estudante pode inferir qual a melhor configuração de equipamentos e serviços para um determinado ambiente. Também sugere-se fazer visitas aos laboratórios de ensino, a fim de conhecer como é feita a instalação e configuração do hardware tais como placas, hubs, switches e roteadores. Essa proximidade com o ambiente real de uma rede pode desmistificar os equipamentos de interconexão. A visita deve ser programada e preparada com antecedência, a fim de evitar situações de surpresa para o administrador da rede. Sugere-se, ainda, que o administrador apresente os equipamentos, indicando o relacionamento entre eles e a sua utilização. Podem ainda ser relatados casos típicos do dia-a-dia da administração de uma rede. Após a visita, sugere-se que seja dada uma tarefa para que os alunos façam o projeto lógico de uma rede para atender determinado cenário, isto é, pode ser considerada uma empresa fictícia, com um número  $x$  de computadores, que devem ser interligados em rede, respeitando-se a estrutura organizacional da corporação. Podem ser fornecidos parâmetros relativos à carga da rede, hora de maior movimento, número de servidores, número médio de usuários ativos em determinada hora, e assim por diante. Aos alunos caberá elaborar um projeto lógico, utilizando os equipamentos de interconexão mais adequados para garantir a conectividade e o desempenho adequado da rede.

Conforme dito anteriormente, sugere-se a utilização de softwares de simulação como, por exemplo, o Network Simulator e o Arena. Estes softwares permitem que se crie uma rede e se observe o seu comportamento sob diversas condições de tráfego e de carga. É possível observar o comportamento dos protocolos em diversas camadas, bem como o estado das filas em roteadores e o nível das taxas de erros e colisões.

Alguns exemplos de softwares de simulação são apresentados no anexo 1.

Em paralelo com essa dissertação, está sendo proposto um projeto em nível nacional, que consiste na criação de um ambiente de suporte ao ensino de redes. Esse ambiente será construído de forma colaborativa com a participação de professores e alunos de diversas universidades, que demonstrem interesse no desenvolvimento de simulações que possam auxiliar no ensino de redes.

Nesse projeto, os conteúdos de redes, passíveis de serem simulados, serão organizados em módulos e ofertados para implementação, em uma página da Internet. Grupos ou pesquisadores individuais poderão se candidatar para implementação de um ou mais módulos. Cada colaborador terá acesso aos softwares de simulações desenvolvidos pelos outros colaboradores. Acredita-se que assim, em pouco tempo, será possível criar um ambiente de suporte ao ensino de redes de computadores bastante abrangente.

#### **4.4 Considerações sobre o modelo**

Considerando-se que o ensino das camadas de protocolos de uma arquitetura de rede é o assunto mais predominante nos cursos de redes, e ainda, sabendo-se que este é um dos assuntos mais complexos e que exige mais abstração, buscou-se na pesquisa realizada identificar a forma de abordagem deste conteúdo em sala de aula. Conforme mostra a figura 3, observa-se que quase a totalidade dos cursos atingidos pela pesquisa abordam as camadas na forma bottom-up. Partindo-se da hipótese de que essa forma de abordagem poderia ser um dos fatores complicadores no aprendizado do conteúdo, realizou-se 3 experimentos em cursos de Pós-graduação, conforme serão descritos no próximo capítulo.

## 5 EXPERIMENTOS REALIZADOS

Quando esta pesquisa teve início, não se tinha ainda a certeza de qual a melhor forma de se apresentar o conteúdo referente ao programa de Redes de Computadores. Tinha-se apenas uma impressão de que a forma como normalmente a disciplina estava sendo ministrada não era a mais adequada.

A partir da obra de Kurose e Ross (KUROSE e ROSS, 2003), esta impressão tornou-se mais forte e, considerando-se os primeiros depoimentos obtidos nas respostas dos questionários, decidiu-se realizar um experimento que consistiu em ministrar a disciplina na forma *top-down* e que será descrito no item 5.1. A partir dos resultados obtidos com este primeiro experimento, realizou-se mais dois experimentos, descritos, respectivamente, nos itens 5.2 e 5.3. A execução destes experimentos permitiu que se definisse a metodologia para a abordagem do conteúdo referente às camadas que compõem uma arquitetura de redes de computadores. esta metodologia é apresentada no item 5.4.

### 5.1 Experimento 1

Este experimento foi realizado em um curso de Pós-Graduação na cidade de Cascavel, PR.

Neste curso os conteúdos foram abordados seqüencialmente, iniciando-se na camada de aplicação, e seguindo-se os conteúdos das camadas de apresentação, sessão, transporte, rede, enlace e física. A apresentação dos conteúdos nessa seqüência ocasionou algumas dificuldades que não foram maiores devido ao fato de que todos os alunos já haviam cursado alguma disciplina de redes de computadores anteriormente. A principal dificuldade consistiu em se apresentar os conceitos relativos as camadas de sessão e transporte sem ter abordado os conceitos das camadas de enlace e rede. Observou-se, portanto, que a abordagem dos conteúdos nessa forma não seria adequada para um primeiro curso de redes de computadores onde os alunos estivessem iniciando os estudos nessa área.

Embora algum avanço tenha sido observado, os resultados obtidos com esta forma de apresentação dos conteúdos não foram considerados satisfatórios, isto é, na avaliação realizada, pode-se observar que os alunos ainda possuíam dúvidas e dificuldades nos conceitos da disciplina.

## 5.2 Experimento 2

Esse experimento foi realizado em Várzea Grande-MT, também com uma turma de Pós-Graduação. Nessa turma, embora o conteúdo tenha sido iniciado pela camada de aplicação, a seqüência de apresentação dos conteúdos das camadas não foi realizada de forma rígida, como no primeiro experimento, isto é, quando era necessário a utilização de algum conceito das camadas inferiores, este conceito era apresentado e localizado na arquitetura. Ao contrário do primeiro experimento, esta forma de apresentação poderia ser classificada como extremamente flexível, o que ocasionou uma impressão de desordem .

Apesar da aparente desordem, o rendimento de aprendizado dos alunos foi superior ao da primeira turma. Isso pode ser observado pelo nível das respostas obtidas nas avaliações e pelas manifestações dos alunos apresentadas na tabela 9. Um fator importante a ser considerado é que nessa turma, 25% dos alunos estavam tendo seu primeiro contato com os conteúdos de redes de computadores.

Tabela 9 - Considerações dos alunos de Várzea Grande sobre a abordagem utilizada

<b>Abordagem das Camadas na forma Top-Down facilita o aprendizado (Sim)</b>	<b>TOTAL</b>
Há necessidade de ver a utilização da rede pelo usuário p/depois definir a tecnologia a ser adotada	<b>9%</b>
O entendimento/compreensão ficou mais fácil	<b>22%</b>
O domínio e a clareza da professora na explicação facilitou muito	<b>14%</b>
Não dificulta, nem facilita, a professora é que possui excelente didática	<b>9%</b>
Prefere na forma como estava sendo ministrado em São Miguel	<b>4,5%</b>
As camadas superiores são mais fáceis de serem visualizadas	<b>4,5%</b>
Poderia ser trabalhado mais a parte prática também	<b>4,5%</b>
A forma não é ruim, mas a construção das camadas através das necessidades do exemplo proposto é mais fácil.	<b>4,5%</b>
A abordagem <i>Top-Down</i> é uma forma importante de apresentação pois não se corre o risco de não expor algum assunto que no método ir e vir pode ocorrer	<b>4,5%</b>
A metodologia que traz um problema ou desafio fomenta a atenção na solução	<b>4,5%</b>
Essa forma organiza os conteúdos e possibilita o aprendizado	<b>4,5%</b>
<b>Abordagem das Camadas na forma Top-Down facilita o aprendizado (Não)</b>	



Ficou muito confuso	4,5%
Não percebeu a diferença p/ melhor ou pior	4,5%

Após a realização destes dois experimentos constatou-se que era necessário uma certa flexibilidade na apresentação da arquitetura em camadas, mas que esta flexibilidade não poderia caracterizar uma desorganização. A ordem dos conteúdos foi então analisada e estabelecida usando-se a teoria do construtivismo. Assim, no terceiro experimento, aplicou-se um protótipo da metodologia que estabelece a ordem de apresentação.

### 5.3 Experimento 3

O terceiro experimento foi realizado num curso de Pós-Graduação em São Miguel do Oeste-SC. A turma era caracterizada por 35 alunos, onde 7 alunos nunca haviam cursado nenhuma disciplina de redes de computadores. No final da disciplina, para avaliar a turma e a metodologia empregada, foi aplicada uma prova e um questionário.

Nesse experimento as camadas foram apresentadas na seguinte ordem;

1. Camada de aplicação;
2. Camada física;
3. Camada de apresentação;
4. Camada de enlace;
5. Camada de sessão;
6. Camada de rede;
7. Camada de transporte.

No questionário os alunos puderam se manifestar sobre o aproveitamento e a facilidade de aprendizado que esta abordagem proporcionou, comparativamente com as outras experiências vivenciadas por eles, em cursos anteriores. Embora os 7 alunos, que nunca tinham cursado redes de computadores, também tenham se manifestado através do questionário, apenas foram considerados os resultados que eles obtiveram nas avaliações. De uma forma geral, os alunos se manifestaram favoravelmente à abordagem, cerca de 60%, indicando que esta forma facilita a compreensão dos relacionamentos entre os assuntos abordados. Cerca de 16% dos alunos se manifestaram de forma

desfavorável apontando como principal problema o pouco tempo disponível para a explanação do conteúdo. Os outros 24% citaram alguns problemas que podem ser visualizados nas desvantagens citadas abaixo.

As principais vantagens e desvantagens apontadas pelos alunos foram:

Vantagens:

- Melhora o feedback da aprendizagem;
- As analogias feitas ajudaram na fixação do conteúdo (exemplos citados);
- Ouve maior abrangência do conteúdo;
- O conhecimento da docente;
- Didática utilizada foi eficiente;
- Conteúdo mais dinâmico;
- Facilita a compreensão dos relacionamentos entre os assuntos abordados;

Desvantagens:

- Pouco tempo para a explanação do conteúdo;
- Não segue a apostila deixando o aluno perdido para realizar anotações;
- Falta de conhecimento básico em eletrônica;
- Uso de termos técnicos e específicos que dificultam o entendimento;
- A quantidade de conceitos confundiu por não ser priorizado os mais importantes;
- A dispersão dos assuntos atrapalhou um pouco.

Além de citar as vantagens e desvantagens observadas na forma de abordagem, os alunos também foram solicitados a fornecer sugestões para a melhoria do ensino de redes. Essas sugestões podem ser visualizadas na tabela 10.

Tabela 10 - Sugestões para a melhoria do ensino de redes

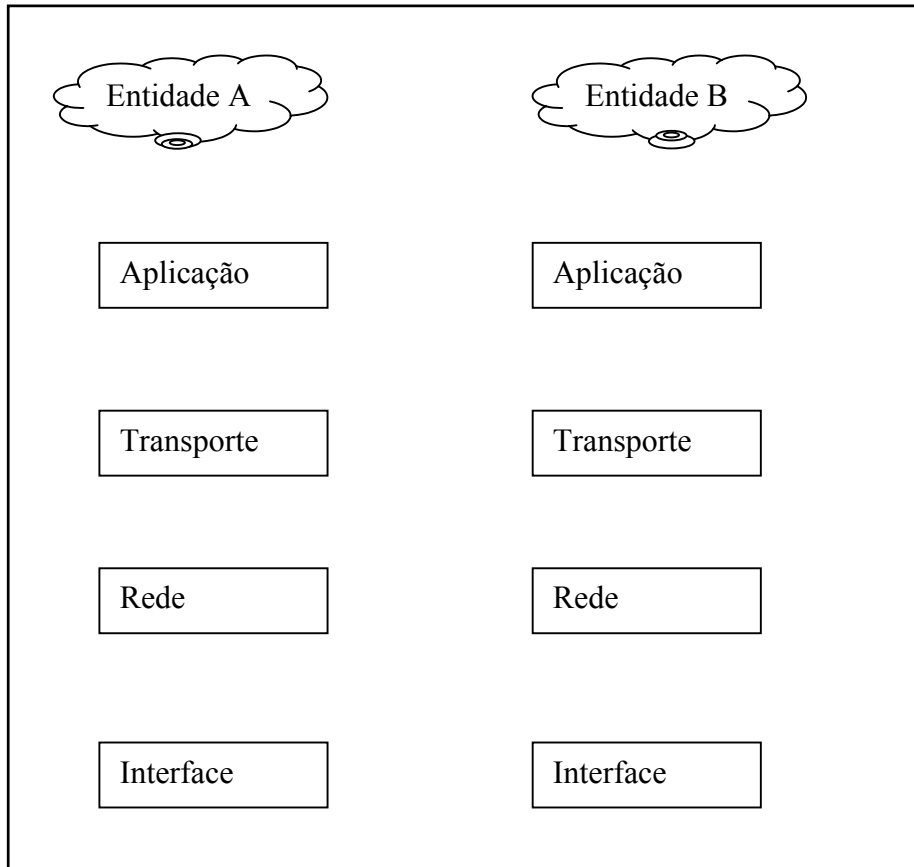
<b>Sugestões</b>	<b>Total Alunos</b>
Aulas Práticas	<b>22%</b>
Exercícios mais freqüentes (simulação)	<b>25%</b>
Realizar um cabeamento prático em sala para conectar 2 computadores.	<b>3%</b>
Abordar metodologia Bottom-Up (se deter mais na camada Aplicação.)	<b>3%</b>
Mais tempo para abordar os conteúdos	<b>5%</b>
Em nível de Pós a metodologia utilizada é mais adequada	<b>3%</b>
Iniciar com a arquitetura TCP/IP	<b>3%</b>
Mais exercícios em intervalos de conteúdos menor	<b>8%</b>
Trabalhar em grupos de discussão para solucionar dúvidas	<b>3%</b>
Realização de seminários	<b>3%</b>
Disponibilizar transparências/material de apoio	<b>8%</b>
Criação de métodos novos e inovadores	<b>3%</b>
Fazer um questionário para cada camada abordada	<b>5%</b>
Repassar as questões do Tanenbaum p/os alunos no inicio da disciplina	<b>3%</b>
Depois do questionário a aula melhorou em 80%	<b>3%</b>

A avaliação de conteúdos constou de listas de exercício abrangendo todas as camadas e uma prova. Na prova constou uma questão onde o aluno era solicitado a mostrar o cenário de comunicação gerado pela execução da transferência de uma mensagem de correio eletrônico entre duas entidades A e B, que se comunicam através de uma arquitetura de 4 camadas. O objetivo principal desta questão foi avaliar a compreensão obtida pelos alunos com relação a organização do software de rede em camadas. A figura 19 ilustra a questão proposta. Conforme pode ser observado nesta figura, a especificação da arquitetura contempla os tipos de serviços oferecidos em cada uma das 4 camadas. A resposta esperada do aluno deveria contemplar:

- A escolha adequada dos serviços a serem utilizados em cada camada e em cada etapa da comunicação;
- O estabelecimento de conexão entre as entidades A e B antes da transferência efetiva do arquivo, consideradas as características de orientação à conexão desta aplicação;
- A utilização correta das primitivas de serviço nas interfaces entre as camadas;
- A liberação da conexão após a transmissão do arquivo, completando as 3 fases de um serviço orientado a conexão.

A figura 19 ilustra a resposta esperada para esta questão e a tabela 12 mostra a porcentagem de acertos obtida pelos alunos.

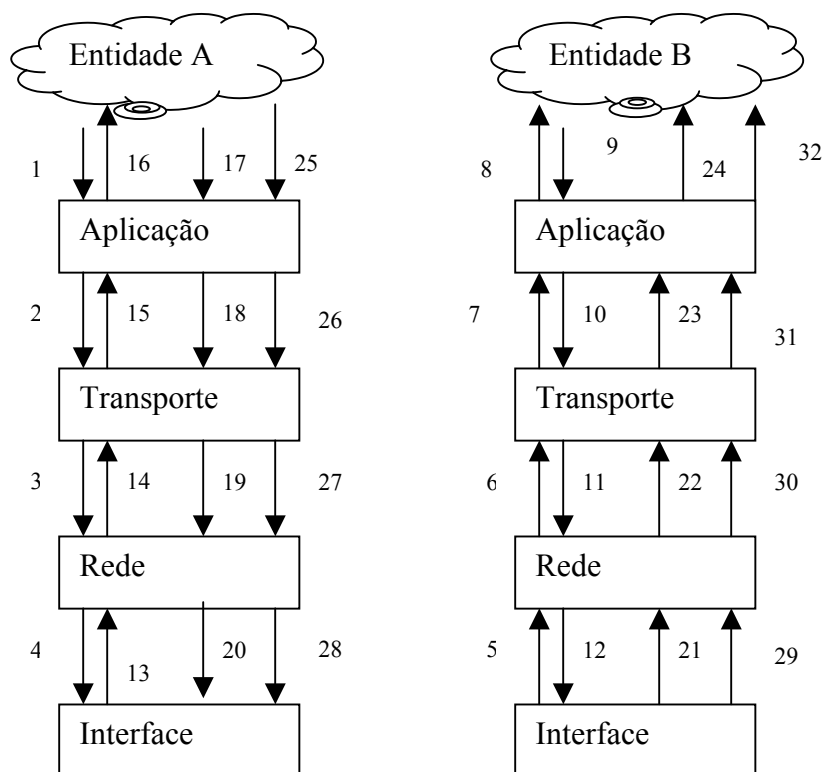
Considere uma arquitetura de 4 camadas, conforme ilustrada abaixo. Mostre o cenário de comunicação gerado pela execução de transferência de um arquivo entre as entidades A e B.



Serviços:

<b>Aplicação</b>	<b>Transporte</b>	<b>Rede</b>	<b>Interface</b>
Conecta (conf.)	Estabelece (conf.)	entrega (não conf.)	adapta e envia
Desconecta (não conf.)	Libera (não conf.)		(não conf.)
Send (não conf.)	Envia (não conf.)		
Read (conf),			
Write(conf.)			

Figura 18 - Questão para avaliar o entendimento do software de rede em camadas.



Primitivas de serviço:		
Estabelecimento de Conexão	Transferência de dados	Liberação de Conexão
1) Conecta.request	17) Send.request	25) Desconecta.request
2) Estabelece.request	18) Envia.request	26) Libera.request
3) Entrega.request	19) Entrega.request	27) Entrega.request
4) Adapta e envia.request	20) Adapta e envia.request	28) Adapta e envia.request
5) Adapta e envia.indication	21) Adapta e envia.indication	29) Adapta e envia.indication
6) Entrega.indication	22) Entrega.indication	30) Entrega.indication
7) Estabele.indication	23) Envia.indication	31) Libera.indication
8) Conecta.indication	24) Send.indication	32) Desconecta.indication
9) Conecta.response		
10) Estabelece.response		

11) Entrega.request		
12) Adapta e envia.request		
13) Adapta e envia.indication		
14) Entrega.indication		
15) Estabelece.confirme		
16) Conecta.confirm		

Figura 19 – Resposta da questão para avaliar o entendimento do software de rede em camadas.

Tabela 11 - Porcentagem de acertos em cada um dos quesitos propostos

Quesito avaliado	Porcentagem de respostas corretas
A escolha adequada dos serviços a serem utilizados em cada camada e em cada etapa da comunicação;	80%
O estabelecimento de conexão entre as entidades A e B antes da transferência efetiva do arquivo, consideradas as características de orientação à conexão desta aplicação;	94%
A utilização correta das primitivas de serviço nas interfaces entre as camadas;	49%
A liberação da conexão após a transmissão do arquivo, completando as 3 fases de um serviço orientado a conexão	91%

Conforme pode ser constatado, os resultados obtidos demonstram o excelente nível de aprendizagem obtido no curso de São Miguel do Oeste. Em comparação com os outros dois experimentos realizados, pode-se afirmar que a abordagem adotada nesta turma foi a que apresentou

melhores resultados, confirmando, assim, a hipótese inicial de que a forma como os conteúdos eram apresentados influenciavam no nível de aprendizagem dos alunos. É importante ressaltar que outros fatores também contribuíram para o aumento do nível de aprendizagem. Dentre esses fatores ressalta-se a realização de exercícios de fixação, relativos a cada camada e da sua correção em sala de aula, sob a forma de um debate, onde as respostas fornecidas por um determinado aluno eram discutidas e criticadas pelo restante dos alunos, promovendo, com isso, uma grande participação da classe e despertando o interesse de alunos que já haviam manifestado desinteresse pela disciplina.

Considera-se, portanto, que a abordagem proposta neste capítulo mostrou-se bastante eficaz no ensino de redes de computadores. Esta abordagem propiciou os fundamentos para a metodologia proposta no item 5.4.

## **5.4 A Metodologia Proposta para a Apresentação das Camadas**

Fundamentado na teoria do construtivismo, estabeleceu-se que o estudo de redes de computadores deverá iniciar por uma apresentação do que são as redes de computadores, as suas vantagens e os seus serviços. Identificados os seus serviços, deve-se constatar a necessidade de uma infra-estrutura de suporte de comunicação para o funcionamento das redes.

Como ponto de partida, propõe-se a interligação de dois computadores, com o objetivo de transmitir um arquivo de uma máquina para outra. Para resolver esse problema, as duas máquinas precisam estar ligadas através de um meio de transmissão, o que pode ser feito através de um cabo físico, de um sistema de rádio, ou de qualquer outro meio de transmissão disponível. Nesse instante, ressalta-se que apenas foi resolvido um problema de hardware e que, para enviar um arquivo de uma máquina para outra é preciso fazer com que todos os bits que compõe o arquivo na máquina local sejam transferidos para a máquina remota e que, na remota, eles sejam reorganizados de uma forma que componham o arquivo novamente. Identifica-se, portanto, a necessidade de se desenvolver uma interface onde o usuário possa solicitar a transferência de um determinado arquivo e, a partir daí, o programa busca o arquivo na memória, desmembra o arquivo em unidades de dados passíveis de serem transferidas na interface de comunicação, e transmite o arquivo através dessa interface. Já no computador remoto, é necessário o desenvolvimento de uma entidade par, cuja atribuição é receber as unidades de dados que chegam na interface de comunicação e montar o arquivo original. Após a

recepção completa do arquivo, essa entidade deve indicar, na tela do computador remoto, o nome do arquivo recebido e aguardar instruções para o seu armazenamento ou descarte.

A construção desta infra-estrutura inicia com uma arquitetura composta de duas camadas: a aplicação e a física. Para o estabelecimento dessa arquitetura propõe-se a interligação de dois computadores e a aplicação de transmissão de mensagens digitadas em um computador para o vídeo de outro computador, conforme mostra a figura 18.

Nessa etapa não se considera a existência da placa de rede, isto é, a transmissão é realizada através de um software para escrever e ler de uma interface física. São exploradas ainda os meios e as formas de transmissão, os tipos de interfaces físicas e as funcionalidades dos pinos, a interface de comunicação com o usuário, o conceito de entidade par, o conceito de unidade de dados, o conceito de serviço e primitivas de serviço, o conceito de protocolo, o conceito de controle de fluxo e representação de dados considerando sistemas operacionais diferentes.

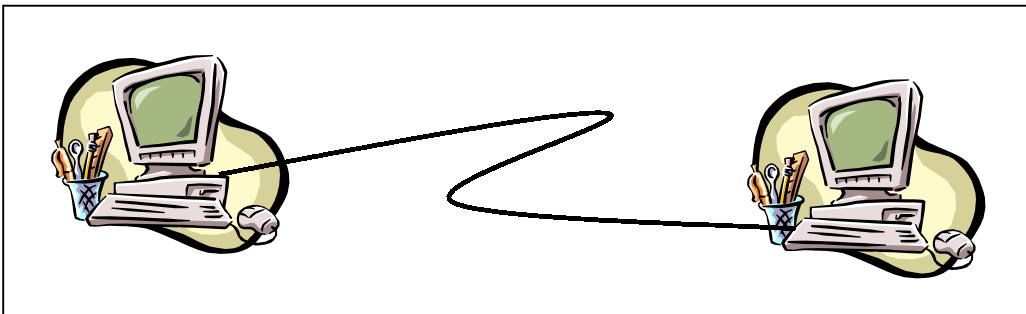


Figura 20 - Interligação de dois computadores

Após esgotados todos os conceitos possíveis de serem apresentados nesta ligação ponto a ponto de apenas dois computadores, propõe-se a inserção de um terceiro computador no sistema. A interligação de mais do que dois computadores provoca a necessidade de se discutir os conceitos referentes a topologias de redes, endereçamento, controle de acesso ao meio, controle de erros, controle de fluxo, serviço orientado a conexão, sem conexão, confirmado não confirmado...Finaliza-se este estudo apresentando-se as diversas tecnologias de interface de redes (Ethernet, Token-Ring, Token-Bus, Fast-Ethernet, FDDI e ATM).



O próximo passo consiste na análise das diversas aplicações de rede. Cada aplicação possui um conjunto de requisitos para o funcionamento com bom desempenho, segurança, etc. Nesta etapa podem ser discutidos os conceitos relativos a segurança das redes, controle de diálogo, sincronização, gerenciamento de atividades, transferência de dados normais e transferência de dados urgentes.

Em seguida pode-se apresentar o problema da interligação de redes. Os problemas devem ser apresentados em ordem crescente de complexidade, isto é, considerando-se, primeiramente a interligação direta de duas redes locais com a mesma tecnologia, até se chegar no problema da interligação de diversas redes remotas com arquiteturas e tecnologias diferentes. Durante esse estudo são introduzidos os conceitos de repetidores, conversores, pontes, roteadores e gateways.

Ainda nessa etapa são discutidos os conceitos de comutação de pacote, endereço físico de rede, algoritmos de roteamento, caracterização de tráfego, controle de congestionamento, fragmentação e remontagem de pacotes, controle de fluxo fim a fim, endereçamento unicast e multicast, roteamento multicast e outras questões relativas ao nível de rede.

A última etapa é dedicada a apresentação dos serviços da camada de transporte. Ela deve ser apresentada como a peça central da arquitetura em camadas. Deve-se ressaltar o papel que a camada de transporte realiza e os serviços que ela oferece. Devem ser discutidos os conceitos de comunicação lógica, multiplexação e demultiplexação de aplicações, o conceito de portas, serviços confiáveis e não confiáveis, controle de fluxo, vazão, tempo de resposta, temporização de retransmissão e qualidade de serviço.

Terminado o estudo da camada de apresentação, pode-se apresentar a pilha OSI completa especificando as interfaces entre as camadas, isto é, enumerando as primitivas de serviços e pontos de acesso ao serviço. Nesse estágio, espera-se que o aluno tenha compreendido os conceitos de uma arquitetura de rede e a necessidade de que essa arquitetura seja organizada em camadas.

A partir desse estágio pode-se apresentar outras arquiteturas de redes. Sugere-se que a próxima arquitetura a ser apresentada seja a arquitetura da Internet, seguida pelas arquiteturas de redes de alta velocidade.

Na apresentação da arquitetura da Internet devem ser ressaltadas as diferenças existentes com relação a arquitetura OSI. A descrição das funcionalidades de cada camada deve ser realizada preferencialmente em laboratório onde os conceitos possam ser constatados na prática. O mesmo se aplica para a apresentação das outras arquiteturas.

Uma vez que os conceitos básicos de arquitetura de redes estejam dominados, o estudo de outras arquiteturas e novas tecnologias será bastante facilitado, podendo, inclusive, ser apresentado sob a forma de seminários, sem nenhum compromisso com a ordem de apresentação.

Em resumo, a abordagem proposta neste trabalho pode ser vista como uma seqüência dos seguintes passos:

1 - Apresentar a arquitetura OSI utilizando-se a teoria do construtivismo, de forma a criar uma base conceitual sólida sobre a organização em camadas do software de rede;

2 - Apresentar a arquitetura da Internet buscando ressaltar a implementação prática de uma rede, os problemas existentes e as iniciativas para as soluções desses problemas;

3 - A partir do estudo dos problemas da Internet podem ser aprofundados os conceitos das novas tecnologias, ressaltando-se a sua aplicabilidade e necessidades geradas pela aplicações emergentes.

Ressalta-se, ainda, que a apresentação de novos conceitos e tecnologias deve, preferencialmente, ser acompanhada de prática de laboratório ou, no mínimo, de simulações.

## 6 Conclusões

Este trabalho apresentou os resultados obtidos através de uma pesquisa sobre o estado da arte no ensino de redes de computadores, considerando a necessidade de formação de recursos humanos com perfil adequado para atuar no mercado brasileiro. A partir da identificação de alguns fatores considerados responsáveis pelo aparecimento de dificuldades no aprendizado, tais como:

- a forma como o conteúdo vem sendo ministrado, isto é, excesso de teoria e pouca ênfase na prática,
- a falta de aulas práticas em laboratórios,
- a falta de participação em seminários,
- a baixa carga horária dessa disciplina em relação ao volume de conteúdo que ela apresenta,
- a dificuldade de atualização dos conteúdos programáticos dada a velocidade com que a tecnologia evolui,

foi elaborada e proposta uma estratégia que permitisse amenizar os problemas identificados. Essa estratégia foi montada a partir de três experimentos. Durante os experimentos, foram observadas as principais dificuldades enfrentadas pelos alunos e solicitadas sugestões para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem.

Além dos experimentos em sala de aula, a pesquisa também foi feita junto a professores e alunos de diversas instituições de ensino no âmbito nacional. Nesta pesquisa foram coletadas informações para a caracterização do estado da arte no ensino de redes no Brasil, a identificação de problemas existentes e sugestões para a resolução desses problemas.

Com base nessas informações, elaborou-se a proposta para o ensino de redes que consiste, resumidamente em se utilizar a teoria do construtivismo na abordagem das camadas que compõem uma arquitetura de redes de computadores; flexibilizar a ordem de apresentação das camadas, iniciando pela camada de aplicação (onde a utilização das redes é enfocada e onde os problemas para a interligação de computadores são introduzidos), combinada com a camada física (para dar uma visão do ambiente

real); a substituição dos laboratórios reais por softwares de simulação e a realização de exercícios práticos para a avaliação do aprendizado.

Além da estratégia proposta para o ensino, também foram identificados três perfis de profissionais que podem ser formados considerando os cursos de Bacharelado em Ciências da Computação, Bacharelado em Sistemas de Informação, Engenharia de Computação e Licenciatura em Computação, considerando os perfis profissionais definidos pelos professores Suruagy, Joberto e Giozza e os diversos cursos definidos pelo MEC.

Considerando o estabelecido pela Teoria do Construtivismo que determina que o conhecimento deve ser construído, isto é, que não basta apresentar conteúdos de forma expositiva; é necessário que o aprendiz possa, a partir do conteúdo assimilado, avançar na construção de novos conteúdos relacionados e, analisando-se as características apresentadas pelos conteúdos ministrados nas disciplinas de redes de computadores, observou-se que essa teoria se constitui em uma boa alternativa para auxiliar no processo de ensino/aprendizagem de Redes de Computadores.

Usando a Teoria do Construtivismo, aliada com outras técnicas e ferramentas, elaborou-se três experimentos. Os dois primeiros experimentos apresentaram resultados com uma ordem crescente de aproveitamento. O terceiro experimento forneceu os fundamentos para a metodologia proposta, dado o resultado obtido relativo ao aproveitamento da turma de alunos, em comparação com as outras turmas sujeitas ao estudo.

Além disso, ressalta-se que deve ser incentivada uma forma diferente de interação entre professores e alunos, criando novos procedimentos didáticos, permitindo um compartilhamento de informações mais eficiente e, conseqüentemente, uma formação de recursos humanos mais eficaz.

## **6.1 Sugestões para Trabalhos Futuros**

Considerando que a maioria das universidades não dispõe de laboratórios exclusivo para ensinar redes, pensou-se numa alternativa que permitisse a prática dos conteúdos ministrados. Esta alternativa consiste no uso de softwares de simulação que ilustram os conceitos de redes. Através de uma pesquisa na internet, localizou-se um conjunto de softwares que podem servir de apoio para que o aluno possa ter uma melhor visualização de como funciona uma rede. A lista encontra-se no Anexo B.

Durante a pesquisa verificou-se que nem todo o conteúdo de redes estava sendo contemplado pelos softwares existentes e que seria interessante desenvolver outras simulações para ajudar na melhoria do ensino de redes. A partir dessa constatação, delineou-se as bases de um projeto, a ser executado em nível nacional, que consiste na criação de um ambiente virtual para o ensino de redes de computadores.

O projeto consiste na parceria de várias universidades, onde cada um dos participantes contribui com o desenvolvimento de simulações de conteúdos de redes e, todos aqueles que contribuem neste desenvolvimento, têm o acesso a todos os softwares desenvolvidos. Este projeto ainda está em estágio de organização e deve ser lançado nos próximos meses.

Outra sugestão é aplicar esta metodologia em cursos de graduação e também organizar o material didático de acordo com a metodologia proposta, de forma que se propicie um melhor acompanhamento dos alunos nas aulas.

Considera-se que, utilizando-se a estratégia proposta nesse trabalho, aliada com as técnicas e recursos indicados, se possa ter uma melhoria significativa no nível de aprendizado na área de redes de computadores.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Henrique; LALANNE, Serge; OLIVEIRA, Mauro, 1993. Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores 11., Campinas, 1993. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 1993. P.737.

BARROSO, Guy; ARAÚJO JÚNIOR, Luiz; SIMÃO, Régis; OLIVEIRA, Mauro. Realização de um Sistema Orientado a Objetos para o Ensino de Redes de Computadores. Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores 12., Curitiba, 1994. **Anais...** Curitiba: CEFET-PR, 1994. Pg.746-760.

BIAVATI, Claudia C.; PROHMANN, Gislayne S; STEFF, Janaina; OLIVEIRA, Josiete; MENDES, Sandra O. **Maria Montessori**. Disponível em: <[www.unc-mfa.rct-sc.br/Trabalhos/Pedagogia/Maria%20Montessori.doc](http://www.unc-mfa.rct-sc.br/Trabalhos/Pedagogia/Maria%20Montessori.doc)>. Acesso em: 18 out. 2002.

CEPPAS, Filipe. **Uma Visão crítica sobre as relações entre a filosofia da educação e as ciências da educação**. Disponível em: <[www.pedagogia.pro.br](http://www.pedagogia.pro.br)>. Acesso em 24 maio 2002.

COMO é o ensino na pedagogia tradicional? Disponível em: <<http://www.geocities.com/jscmat/comoe.htm>> Acesso em: 18 out. 2002.

COMO escolher: conheça os principais métodos pedagógicos que existem no Brasil. Folha on-line: Educação:Escola . Disponível em [www.folha.com.br](http://www.folha.com.br)>. Acesso em: 11 jul 2002.

FERREIRA, Jairo Getúlio. **Ensino à distância: questões pedagógicas**. Disponível em: <<http://penta.ufrgs.br/~jairo/2ensdis2.htm>>. Acesso em 24 maio 2002.

HACK, Luciano Emilio; TAROUCO, Liane Margarida R. Um modelo para a Avaliação Complementar na Educação à Distância. In: Simpósio Nacional de Informática, 4., 1999. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Santa Maria: Multipress. 1999. P. 19-23.

HASSAN, Elizângela Bastos. **VIRTUALNET: Laboratório Virtual para Ensino de Redes de Computadores**. 2001. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002.

KUROSE, James F; ROSS, Keith W. **Redes de Computadores e a Internet: uma nova abordagem**. São Paulo: Addison Wesley, 2003.

LEITE, Lígia Silva; SILVA, Christina Marília Teixeira da. **A Educação à Distância Capacitando Professores: Em busca de novos espaços para a aprendizagem**. Disponível em <<http://www.intelecto.net/textos1.htm>>. Acesso em 15 jul 2002.

LIMA, Maria de Fátima Webber do Prado. **Remodelagem da Disciplina de Teleprocessamento**. 1997. Disponível em: <<http://penta.ufrgs.br/~fatima/teleduc/intelegencia/intelig.htm>>. Acesso em: 23 jul. 2002.

MATUI, Jiron. **Construtivismo -Teoria Construtivista Sócio-Histórica Aplicada ao Ensino**. São Paulo: Moderna, 1995.

MEDEIROS Filho, Dante Alves; CINTRA, Jorge Pimentel. **Avaliação do Uso de Computadores no Processo de Ensino e Aprendizagem**. Disponível em <<http://luma.insoft.softex.br/~scie/1.../DanteARibeiroFilho-AvaliacaoEnsinoEAprendizagem.htm>> Acesso em 11 jul 2002.

MONTEIRO, José Augusto Suruagy; MARTINS, Joberto Sérgio Barbosa; GIOZZA, William Ferreira. Uma Proposta de Plano Pedagógico para a Matéria de Redes de Computadores 2000. Disponível em: <[http://www.nuperc.unifacs.br/suruagy/ensino de redes](http://www.nuperc.unifacs.br/suruagy/ensino%20de%20redes)>. Acesso em 25 jan.2003.

MOURA, José Antão B; BRASILEIRO, Marcos A.G; SAUVÉ, Jacques P. Redes de Computadores: O Futuro não é mais o que era. 9º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, 9, Florianópolis, 1991. **Anais...** Florianópolis: Imprensa universitária da UFSC, 1991. P. 53-66.

NUNES, Ivânio Barros. **Inovações na Educação**. Disponível em: <[http://www.intelecto.net/ead/inovações.htm](http://www.intelecto.net/ead/inovacoes.htm)>. Acesso em 28 jul. 2002.

PERFIS de Profissionais e Denominações de Cursos. Disponível em: <<http://www.inf.ufrgs/mec/ceeinf.perfis.html>>. Acesso em: 12 nov. 2003.

QUADRADO, Adriano; CARREIRA; NASCIMENTO, Iracema; STEINER, Rudolf. **Fontes de Educação**: Guia para Jornalistas. Fórum Mídia & Educação. 2001 Disponível em: <[www.andi.org.br/midia\\_edu/perfis/steiner.htm](http://www.andi.org.br/midia_edu/perfis/steiner.htm)>. Acesso em 18 out. 2002.

RAMAL, Andrea Cecilia. Entrevista concedida a revista Conect@. Disponível em <<http://www.revistaconecta.com/anteados/ramal.htm#topo>>. Acesso em: 25 jul 2002.

SABBATINI, Renato M.E. **Tecnologias de ensinar**. 1995. Disponível em <[www.educacaoonline.pro.br](http://www.educacaoonline.pro.br)>. Acesso em: 24 maio 2002.

SILVA, Adriano. Aprender é muito divertido. **Super Interessante Especial: Educação Digital**. São Paulo: Abril, 2001.

TAROUCO, Liane. **Suporte de Redes e Computadores para Educação à distância**. Disponível em <[www.pedagogia.pro.br](http://www.pedagogia.pro.br)>. Acesso em 24 maio 2002.

ANEXO A – Questionários submetido a Alunos e Professores

1. Identificação do Aluno:

Nome: \_\_\_\_\_

Instituição que estuda: \_\_\_\_\_

2. Quantas disciplinas da área de redes você já cursou? \_\_\_\_\_. Por favor, identifique os nomes das disciplinas:

Nome da Disciplina:

3. Algumas universidades têm, na página do curso, os conteúdos ministrados em aula, mas algumas não tem. Sendo assim, gostaria de pedir ao(a) aluno(a) a gentileza de colocar no espaço abaixo, ou em um arquivo anexo, o plano de ensino e/ou o programa atualmente ministrado na disciplina(s) que está cursando.

4. Marque com um X a opção que mais represente a ordem que o professor aborda as camadas na pilha de protocolos.

\_\_\_\_\_ Camada de aplicação, de apresentação, de sessão, de transporte, de rede, de enlace, física;

\_\_\_\_\_ Camada física, de enlace, de rede, de transporte, de sessão, de apresentação, de aplicação;

\_\_\_\_\_ Não segue nenhuma ordem, as camadas são apresentadas de forma aleatória.

\_\_\_\_\_ Não aborda as camadas nesta disciplina.

5. Na apresentação da pilha de protocolos, o modelo considerado é:

\_\_\_\_\_ Somente o modelo OSI;

\_\_\_\_\_ Somente o modelo da Internet;

\_\_\_\_\_ O modelo OSI e o modelo da Internet;

\_\_\_\_\_ O modelo OSI, o modelo da Internet e outras arquiteturas (SNA, NOVELL, ..).

6. Qual dos livros citados abaixo você está usando para estudar redes: Assinale utilizando o seguinte código: (0 para não recomendado, 1 para o livro texto, 2 para bibliografia complementar).

\_\_\_\_\_ Tanenbaum (Redes de Computadores);



\_\_\_\_\_ Luiz Fernando Gomes Soares (Redes de Computadores, Das Lans, Mans e Wans às redes ATM);

\_\_\_\_\_ Larry L.Peterson & Bruce S.Davie (Computer Networks);

\_\_\_\_\_ Douglas E. Comer & David L.Stevens (Internetworking with TCP/IP);

\_\_\_\_\_ J.F. Kurose e K.W.Ross (Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet);

\_\_\_\_\_ L.L. Peterson and B.S.Davie (Computer Networks: A System Approach);

\_\_\_\_\_ W. Stallings (Data and Computer Communications);

\_\_\_\_\_ Liane Tarouco (Redes de Computadores: Locais e de Longa Distancia);

\_\_\_\_\_ Outros: quais?: \_\_\_\_\_

7. Considera que a forma com que os livros de redes de computadores apresentam os conteúdos é de fácil aprendizado?

\_\_\_\_\_ Sim

\_\_\_\_\_ Não

8. Quais os problemas de aprendizagem que vocês, como alunos, enfrentam?

\_\_\_\_\_ Falta de aulas práticas;

\_\_\_\_\_ Falta de laboratórios nas universidades;

\_\_\_\_\_ Seminários;

\_\_\_\_\_ Outros: Quais? \_\_\_\_\_

9. Marque com um X as técnicas de ensino que são empregadas nas aulas.

\_\_\_\_\_ Aulas expositivas;

\_\_\_\_\_ Experimentos em laboratórios; Qual o percentual de aulas práticas? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Apresentação de seminários pelos alunos;

\_\_\_\_\_ Elaboração de trabalhos escritos sobre assuntos atuais;

\_\_\_\_\_ Outras. Quais? \_\_\_\_\_

10. Quais as técnicas de avaliação que o professor utiliza na disciplina?

\_\_\_\_\_ Prova escrita;

\_\_\_\_\_ Prova oral;  
\_\_\_\_\_ Trabalho prático de implementação;  
\_\_\_\_\_ Trabalho teórico de pesquisa;  
\_\_\_\_\_ Outros. Quais? \_\_\_\_\_

11. Na sua opinião, a forma como os conteúdos são ministrados é a mais adequada para o aprendizado?  
Por quê?

12. Como aluno de redes de computadores, você poderia apresentar alguma sugestão para contribuir na melhoria do aprendizado de redes?

13. Você se sente capacitado a trabalhar na área de redes de computadores tendo como base o conteúdo apresentado nas disciplinas de redes de computadores? Porque?

O questionário submetido aos professores constou dos seguintes questionamentos:

1. Identificação do Professor:

Nome: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

2. Há quanto tempo ministra disciplinas na área de redes? (marque com um X)

\_\_ há mais de 10 anos    \_\_ de 5 a 10 anos    \_\_ de 2 a 4 anos    \_\_ 1 ano ou menos

3. Quantas disciplinas da área de redes estão sob a sua responsabilidade? \_\_\_\_\_. Por favor, identifique os nomes das disciplinas e o nível em que elas são ministradas.

Nome da disciplina:

Nível em que é ministrada (use G para graduação e P para Pós-Graduação):

4. Algumas universidades têm, na página do curso, os conteúdos ministrados em aula, mas algumas não têm. Sendo assim, gostaria de pedir ao (a) professor (a) a gentileza de colocar no espaço abaixo, ou em um arquivo anexo, o plano de ensino e/ou o programa atualmente ministrado em sua(s) disciplina(s) de redes.

5. Marque com um X a opção que mais represente a ordem de sua forma de abordagem das camadas na pilha de protocolos.

\_\_\_\_\_ Camada de aplicação, de apresentação, de sessão, de transporte, de rede, de enlace, física;

\_\_\_\_\_ Camada física, de enlace, de rede, de transporte, de sessão, de apresentação, de aplicação;

\_\_\_\_\_ Não segue nenhuma ordem, as camadas são apresentadas de forma aleatória.

\_\_\_\_\_ Não aborda as camadas nesta disciplina.

6. Na apresentação da pilha de protocolos, o modelo considerado é:

\_\_\_\_\_ Somente o modelo OSI;

\_\_\_\_\_ Somente o modelo da Internet;

\_\_\_\_\_ O modelo OSI e o modelo da Internet;

\_\_\_\_\_ O modelo OSI, o modelo da Internet e outras arquiteturas (SNA, NOVELL, ..).

7. Qual dos livros citados abaixo são recomendados na sua disciplina? Assinale utilizando o seguinte código: (0 para não recomendado, 1 para o livro texto, 2 para bibliografia complementar).

\_\_\_\_\_ Tanenbaum (Redes de Computadores);

\_\_\_\_\_ Luiz Fernando Gomes Soares (Redes de Computadores, Das Lans, Mans e Wans às redes ATM);

\_\_\_\_\_ Larry L.Peterson & Bruce S.Davie (Computer Networks);

\_\_\_\_\_ Douglas E. Comer & David L.Stevens (Internetworking with TCP/IP);

\_\_\_\_\_ J.F. Kurose e K.W.Ross (Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet);

\_\_\_\_\_ L.L. Peterson and B.S.Davie (Computer Networks: A System Approach);

\_\_\_\_\_ W. Stallings (Data and Computer Communications);

\_\_\_\_\_ Liane Tarouco (Redes de Computadores: Locais e de Longa Distância);

\_\_\_\_\_ Outros: quais?: \_\_\_\_\_

8. Considera que a forma com que os livros de redes de computadores apresentam os conteúdos é de fácil aprendizado?

\_\_\_\_\_ Sim

\_\_\_\_\_ Não

9. Marque com um X as técnicas de ensino que são empregadas em suas aulas.

\_\_\_\_\_ Aulas expositivas;

\_\_\_\_\_ Experimentos em laboratórios; Qual o percentual de aulas práticas? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Apresentação de seminários pelos alunos;

\_\_\_\_\_ Elaboração de trabalhos escritos sobre assuntos atuais;

\_\_\_\_\_ Outras. Quais? \_\_\_\_\_

10. Quais as técnicas de avaliação do aprendizado são utilizadas em sua disciplina?

\_\_\_\_\_ Prova escrita;

\_\_\_\_\_ Prova oral;

\_\_\_\_\_ Trabalho prático de implementação;

\_\_\_\_\_ Trabalho teórico de pesquisa;

\_\_\_\_\_ Outros. Quais? \_\_\_\_\_

11. Na sua opinião, a forma como os conteúdos são ministrados é a mais adequada para o aprendizado?  
Por quê?

12. Considerando a sua experiência no ensino de redes, poderia apresentar alguma sugestão para contribuir na melhoria do ensino/aprendizagem de redes?

## ANEXO B - Exemplos de alguns softwares de simulação

Podem ser encontrados alguns softwares de simulação como: o Network Simulator(NS), nos endereços [http://www.redes.unb.br/projetos\\_grad/ns2/oquee.html](http://www.redes.unb.br/projetos_grad/ns2/oquee.html) e <http://locksmith.orcishweb.com/articles/networksimulator-sepa.pdf>, esta descrito o que é o software.

O Advances in Network Simulation, esta descrito no endereço <http://www.tik.ee.ethz.ch/~huanq/publication/vint-ieee-computer.pdf>.

O *Cnet* Network Simulator, pode ser encontrado no site <http://www.cs.uwa.edu.au/cnet/introduction.html> e também neste endereço tem a opção de baixar o software.

O Shunra's Application Performance Management products, é um pacote com vários aplicativos e pode ser encontrado no endereço [http://www.shunra.com/products/storm/storm\\_1.php](http://www.shunra.com/products/storm/storm_1.php)

Como já havia citado no capítulo anterior há também simuladores da Cisco e da Microsoft, mas o custo desses softwares é bastante alto.