

Laboratório Virtual 3D para ensino de Redes de Computadores

Elizangela Bastos Hassan

Instituto de Informática – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Caixa Postal 15.064 – 91.501-970 – Porto Alegre – RS – Brazil

Laboratório de Realidade Virtual – LRV – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Florianópolis – SC - Brasil

eliz@lrv.ufsc.br

Resumo. *O presente trabalho aborda questões do uso da Realidade Virtual (RV) na educação como ferramenta auxiliar no processo de desenvolvimento cognitivo, através do desenvolvimento de um laboratório virtual 3D de redes de computadores. O laboratório virtual 3D de redes foi desenvolvido em linguagem VRML (Virtual Reality Modeling Language), e busca a integração de várias mídias para a criação de metáforas que exibam o funcionamento de uma rede de computadores, e para proporcionar exercitação no ambiente virtual, visto que, um laboratório, deve justamente proporcionar a aprendizagem através da prática.*

Palavras-chave: realidade virtual, redes de computadores, ferramenta cognitiva, VRML

Abstract. *The following work accomplishes the use of Virtual Reality in learning as an auxiliary tool for the cognitive development process, doing it through the building of a 3D computer networks virtual laboratory. This 3D network virtual lab is being built in VRML (Virtual Reality Modeling Language), and with that it searches the multimedia integration to create metaphores which shows a computer network functioning. This virtual lab also give the user the possibility to exercising practices about computer networks.*

Key Words: Virtual Reality, Computer Networks, Cognitive Tool, VRML

1. Introdução

Os recursos da Realidade Virtual têm muito a contribuir com o ensino, através de ambientes ricos e interativos. Os mundos virtuais permitem que o sujeito se movimente, veja, ouça e manipule objetos como no mundo real, através de interfaces que utilizem dispositivos multisensoriais, navegação em espaços tridimensionais, interação em tempo real e imersão no contexto da aplicação [Aukstakalnis and Blatner 1992], [Pantelides 1995] e [Pinho 1996].

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um ambiente virtual de aprendizagem abordando a área de conhecimento de redes de computadores, que possa ser utilizado como instrumento de auxílio a uma prática pedagógica diferenciada, através do uso Realidade Virtual como ferramenta cognitiva no processo de aprendizagem.

Para tanto, foi criado o protótipo de um ambiente virtual 3D com a metáfora de uma escola de informática para ensino de redes de computadores. O ambiente foi desenvolvido utilizando linguagem VRML (Virtual Reality Modeling Language), integrada aos vários tipos de mídias disponíveis (texto, imagem, animação, áudio e vídeo) além de interações criadas com tecnologias Flash [Macromedia 2002], scripts em Java [Sun 2002] e uma ferramenta de comunicação síncrona, o LRVCHAT 3D [Rosa Jr 2001].

Com base nas abordagens de aprendizagem construtivista e colaborativa, buscou-se o desenvolvimento de um ambiente que proporcionasse aquilo que se chama de trilogia da Realidade Virtual: imaginação, imersão e interação [Burdea 1994], permitindo que o sujeito possa aplicar conhecimentos abstratos no contexto virtual de forma similar ao ambiente real, usando suas habilidades na manipulação dos objetos e compreensão da área de conhecimento de redes de computadores.

2. Ensino de Redes

Sobre o ensino na área de redes de computadores podemos dizer que dentre os problemas encontrados para o desenvolvimento da disciplina estão: o material didático (a dificuldade para a produção de textos e outros recursos didáticos) e a pouca disponibilidade de equipamentos adequados para a utilização de ferramentas. Isso se dá em grande parte devido à velocidade em que os avanços tecnológicos acontecem e ao custo de manutenção de um laboratório experimental.

Tratando da questão da formação na área de redes de computadores, Cantu [Cantu 2001] fala da “necessidade de 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 de redes que lhes permita selecionar a tecnologia mais adequada e desenvolver aplicativos de forma distribuída”.

A figura 2.1 representa a evolução do cenário do ensino apoiado por computador, que norteou também a prática docente dos professores de Redes de Computadores.

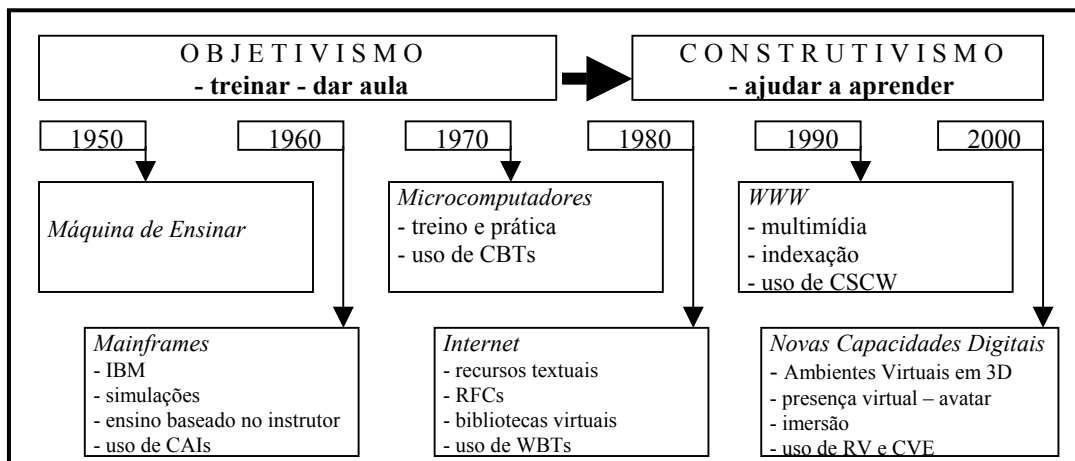


Figura 1. Evolução do cenário do ensino apoiado por computador [Hassan 2003]

Considerando a velocidade dos avanços das tecnologias da informação e comunicação, poderíamos concluir que o modelo adotado para a formação tecnológica é eficiente. No entanto, observando a necessidade de outras competências além da habilidade na utilização da tecnologia, tais como a capacidade de aprender a aprender, pensamento crítico e investigativo e capacidade de trabalhar em equipe, consideramos necessária uma busca de alternativas que levem ao aperfeiçoamento do modelo atual de ensino.

Desta forma, na seqüência do desenvolvimento do laboratório virtual 3D elaboramos um estudo sobre os principais modelos e teorias de aprendizagem que apoiaram o desenvolvimento deste trabalho. Acreditando que estas teorias são fundamentais para o desenvolvimento de qualquer ambiente de aprendizagem, que além da formação tecnológica se preocupe também com a formação plena do indivíduo.

Tomando por base as opções pedagógicas estudadas: objetivista, construtivista, sócio-histórica e aprendizagem colaborativa, procuramos selecionar algumas características de cada uma delas, a fim de incorporar na construção do Laboratório Virtual 3D de Redes.

À parte os inconvenientes, podemos tirar alguns benefícios dos sistemas baseados no modelo objetivista, tais como:

- Apresentação do conteúdo em pequenos módulos;
- Adequação do ritmo de aprendizagem às habilidades do aluno.
- Aprendizagem individual: o sistema responde ao ritmo próprio de cada aluno, permitindo a seleção de caminhos através do material instrucional.
- Introdução à aprendizagem: apresentação de conteúdos de base através do sistema.

Das opções pedagógicas apresentadas o modelo de ensino mais amplamente aceito é o construtivista e sua derivação, o modelo colaborativo. No construtivismo o indivíduo pode ele mesmo vivenciar as experiências passando de um mero espectador a um agente ativo de seu próprio aprendizado, enquanto que no modelo cooperativo a aprendizagem emerge da interação entre indivíduos.

Através da modelagem do ambiente tridimensional para apresentação da base de conhecimento conceitual (de redes) e da implementação de exercícios práticos, procuramos contemplar as principais características da teoria construtivista:

- Percepção da realidade baseada na experiência do indivíduo, ou seja, cada indivíduo constrói seu conhecimento através de suas interações com o ambiente.
- Aprendizagem centrada no aprendiz, ele é quem determina o que, como e quando quer aprender, através da exploração do ambiente.
- O aprendiz controla o escopo da aprendizagem de acordo com suas experiências e necessidades.
- Incentivo ao aluno para revelar sua imaginação, tentar algumas possibilidades improváveis, seguir sua intuição e ver o que acontece.

Considerando que a aprendizagem colaborativa, tem por base um sistema de comunicação que permite aos integrantes construir e compartilhar o conhecimento de forma direta, foi integrada uma ferramenta de comunicação síncrona ao ambiente. Desta forma o sistema contempla as principais características da teoria sócio-histórica e da aprendizagem colaborativa:

- Intercâmbio e colaboração com os demais membros do grupo;
- Superação de conflitos como parte da aprendizagem em grupo;
- Colaboração na busca de soluções e problemas comuns.

3. Realidade Virtual, Multimídia e VRML

3.1. Realidade Virtual

Com aplicação na maioria das áreas do conhecimento, senão em todas, e com um grande investimento das indústrias na produção de hardware, software e dispositivos de E/S (entrada/saída) especiais, a Realidade Virtual (RV) vem experimentando um desenvolvimento acelerado nos últimos anos e indicando perspectivas bastante promissoras para os diversos segmentos, encontrando também grandes aplicações no treinamento e educação [Hancock 1995] e [HITL 2002].

Como treinamento e educação são «basicamente» processos de exploração, de descoberta, de observação e de construção de uma visão do conhecimento a partir destas ações, a RV pode auxiliar em muito tais processos.

A interface com RV envolve um controle tridimensional altamente interativo de processos computacionais. O usuário entra no espaço virtual das aplicações e visualiza, manipula e explora os dados da aplicação em tempo real, usando seus sentidos, particularmente os movimentos naturais tridimensionais do corpo. A grande vantagem desse tipo de interface é que o conhecimento intuitivo do usuário a respeito do mundo físico pode ser transferido para manipular o mundo virtual. Para suportar esse tipo de interação, o usuário utiliza dispositivos não convencionais como capacete de visualização e controle, luva, e outros (RV Imersiva). Estes dispositivos dão ao usuário a impressão de que a aplicação está funcionando no ambiente tridimensional real, permitindo a exploração do ambiente e a manipulação natural dos objetos com o uso das mãos, por exemplo, para pegar, manipular e realizar outras ações [Hancock 1995], [Isdale 2002] e [Kirner 1999].

3.2. Multimídia

Multimídia pode ser definida como a combinação de várias mídias, ou seja, aplicações onde o usuário interage com o sistema fazendo uso simultâneo destas mídias, as quais podemos classificar em:

- Visual – textos (hipertextos), imagens, animações, vídeo;
- Áudio - sons, músicas;
- Integrada- Visual + Audio e
- Interativa – Ferramentas de Autoria.

Existem vários meios de comunicação multimídia, podemos citar: TV, jornal, revistas, rádio, cinema, telefone, etc. O computador pode substituir todas elas através da manipulação dos diversos tipos de mídias, com a vantagem de que transforma a comunicação passiva em comunicação interativa, proporcionando novas formas de transmitir e compreender a informação.

3.3. VRML

VRML é a abreviação de Virtual Reality Modeling Language, ou Linguagem para Modelagem em Realidade Virtual. É uma linguagem independente de plataforma que permite a criação de cenários tridimensionais através de elementos geométricos, ambientes computacionais por onde se pode passear, visualizar objetos por ângulos diferentes e interagir com eles

A linguagem, na sua versão 1.0, trabalha com geometria 3D, permitindo a elaboração de objetos baseados em polígonos, possui alguns objetos pré-definidos como cubo, cone, cilindro e esfera, suporta transformações como rotação, translação e escala, permite a aplicação de texturas, efeitos de luz, etc. Outra característica importante da linguagem é o Nível de Detalhe (LOD, level of detail), que permite o ajustamento da complexidade dos objetos, dependendo da distância do observador.

Na versão de VRML 2.0, os objetos do mundo virtual podem mover-se e responder a eventos baseados no tempo ou em iniciativas do usuário. Além disso, esta versão permite a utilização de objetos multimídia, como texto, sons, filmes e imagens em uma cena tridimensional.

4. Integração de VRML e Multimídia no Laboratório 3D

A integração de recursos VRML e multimídia torna a apresentação de um projeto muito mais sedutora para o usuário, pois a motivação se estabelece com o estímulo dos sentidos básicos do ser humano, ao que, a parceria entre Realidade Virtual e multimídia se presta muito bem. A informação visual já é há muito tempo explorada, porém audição, tato e navegação em espaços tridimensionais são até hoje pouco trabalhados. A linguagem VRML é capaz de representar objetos dinâmicos 3D estáticos e animados, e objetos multimídia com hyperlinks para outras mídias como texto, sons, filmes e imagens, permitindo que o usuário interaja com o ambiente, usando quase todos os seus sentidos: visão, audição e tato e manipulando diretamente os objetos.

No Laboratório Virtual 3D de Redes, ao utilizar-se recursos multimídia de áudio e vídeo buscou-se optar por formatos com compactação, pois não se perde em qualidade e ganha-se no desempenho do ambiente quando várias mídias são colocadas juntas. Arquivos menores, com formatos compactados, deixaram o ambiente mais otimizado, fazendo com que seja carregado mais rapidamente e permitindo uma execução mais rápida da mídia ativada. Nesse caso, o desempenho fica diretamente vinculado ao tamanho em bytes dos arquivos vinculados ao ambiente virtual.

No caso de imagens ou texturas, também buscou-se a utilização de formatos compactados ou de figuras mais simples, optando-se sempre que possível por usar cores sólidas e geometrias o mais simples possível, tentando não comprometer a qualidade do projeto do ambiente construído.

VRML é uma linguagem bem flexível e suporta um modelo de extensibilidade que permite que novos objetos 3D dinâmicos sejam definidos, permitindo às comunidades de aplicação desenvolver extensões que interoperem com o padrão básico. Há mapeamentos entre os objetos VRML e recursos API normalmente usados.

Os browsers VRML, bem como ferramentas de autoria para a criação de arquivos VRML, são amplamente disponíveis para diferentes plataformas, isto contribui para que torne uma linguagem cada vez mais difundida na Internet possibilitando que todo seu potencial seja utilizado nas diversas áreas do conhecimento humano.

5. Laboratório Virtual 3D de Redes

O Laboratório Virtual 3D de Redes é uma representação simplificada de uma escola de informática, cujo protótipo foi modelado em linguagem VRML, integrando recursos multimídia e princípios das abordagens de aprendizagem construtivista e colaborativa para a composição do espaço virtual físico e cognitivo.

O espaço virtual físico é composto de cinco salas, sendo um hall de entrada e quatro laboratórios de aprendizagem, os quais contém os recursos cognitivos para proporcionar o aprendizado de conceitos, tipos, funcionamento físico e lógico de uma rede de computadores utilizando objetos interativos tridimensionais.

Os objetos foram modelados a partir das primitivas geométricas do VRML (cubo, esfera, cone e cilindro), com características de cor, transparência e texturas para imprimir realismo. Eles representam os computadores, servidores, switches e demais dispositivos de um laboratório de redes, além de mobiliário de escritório (mesas cadeiras, armários, objetos de decoração). O usuário recebe o feedback sobre suas ações no ambiente virtual de ensino, através de recursos multimídia, de forma a estimular sua percepção e aprendizagem e testar os conhecimentos adquiridos. Os conhecimentos podem ser testados no laboratório de exercícios, o qual possui um sistema que analisa e avalia as interações do usuário com o ambiente, retornando mensagens textuais e sonoras.

5.1. Distribuição do Ambiente

Ao entrar no Ambiente Virtual, o usuário se depara com a fachada de uma escola de informática, cuja porta de entrada dá acesso ao hall, onde uma TV apresenta um vídeo com explicações sobre os objetivos e formas de interação com o ambiente, fazendo um a introdução sobre o laboratório virtual. Além disso, quatro portas identificadas, dão acesso aos laboratórios de aprendizagem sendo eles: Laboratório de Redes, Sala de Servidores, Biblioteca e Laboratório de Exercícios.

Todos os laboratórios possuem um telão multimídia, para apresentação dos recursos multimídia (animações em Flash, áudio, vídeo, hipertexto) que são utilizados para explicar e ilustrar os conceitos de redes de computadores, de acordo com o contexto do ambiente.

No Laboratório de Redes e na sala dos Servidores está toda a base de conteúdo sobre introdução a redes de computadores, e na biblioteca o usuário pode ter acesso ao ambiente externo, biblioteca virtual (internet), e-mails, banco de dúvidas e contato com suporte. Além disso, é possível fazer uma revisão de todo conteúdo de forma indexada através do telão.

O laboratório de exercícios permite que o usuário ponha em prática o conteúdo aprendido no ambiente, através de exercícios de análise e síntese, que permitem a manipulação de elementos tridimensionais e dão feedback sobre o aprendizado do aluno.

A figura 2 permite observar a disposição dos laboratórios e dos objetos no protótipo do laboratório virtual 3D.

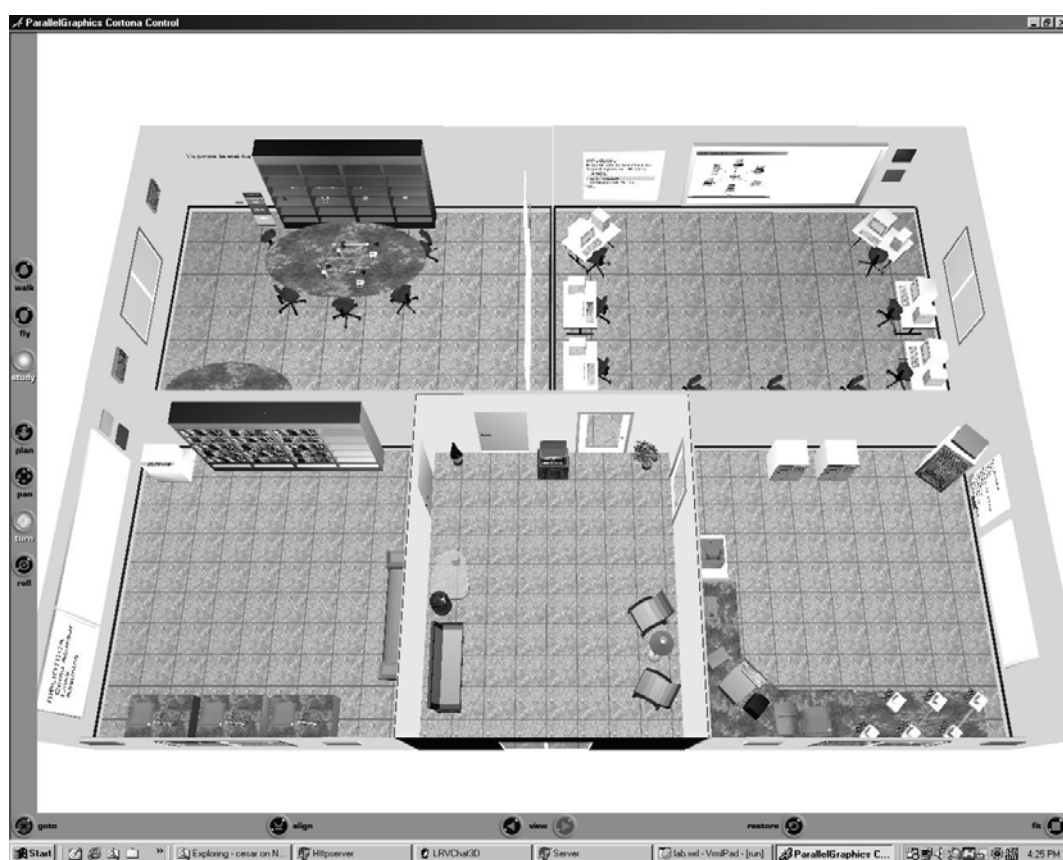


Figura 2. Vista superior do Laboratório Virtual 3D de Redes de Computadores

5.2. Ferramentas usadas na implementação do protótipo

Na modelagem do ambiente virtual em VRML, utilizou-se o editor VmlPad 2.0 da Parallel Graphics [Parallel Graphics 2002], e os resultados de visualização, navegação e interação no ambiente baseiam-se na utilização do plugin Cortona 4 também da ParallelGraphics. A razão dessa escolha é que a apresentação de conteúdo do ambiente utiliza diversos recursos de interatividade e multimídia, de forma que as extensões para VRML que o Cortona 4 oferece foram as que melhor responderam aos objetivos do trabalho.

5.3. Modelos de exercícios Implementados

O primeiro exercício implementado se refere a identificação de estruturas de rede, ou topologias físicas. Os exercícios são basicamente de dois tipos: análise e síntese. Num exercício de análise, por exemplo, o aluno pode identificar a estrutura de uma rede de computadores, através da visualização tridimensional de um prédio virtual, com uma determinada configuração física da rede. Já num exercício de síntese, o aluno pode manipular interativamente elementos icônicos que representam os objetos de um laboratório de redes e montar uma determinada estrutura. Após executar os exercícios o aluno pode fazer a verificação do resultado dos exercícios, obtendo um feedback sobre seu aprendizado. Para isso, foram desenvolvidos algoritmos que fazem a verificação dos exercícios executados, analisando a validade dos mesmos e fornecendo uma análise através de mensagens para o usuário.

Para a implementação do editor foram usados objetos icônicos, com sensores de plano para serem movimentados pela superfície de uma mesa. Sensores de toque permitem a criação das linhas de conexão dos cabos da rede virtual, como podemos observar na figura 3.

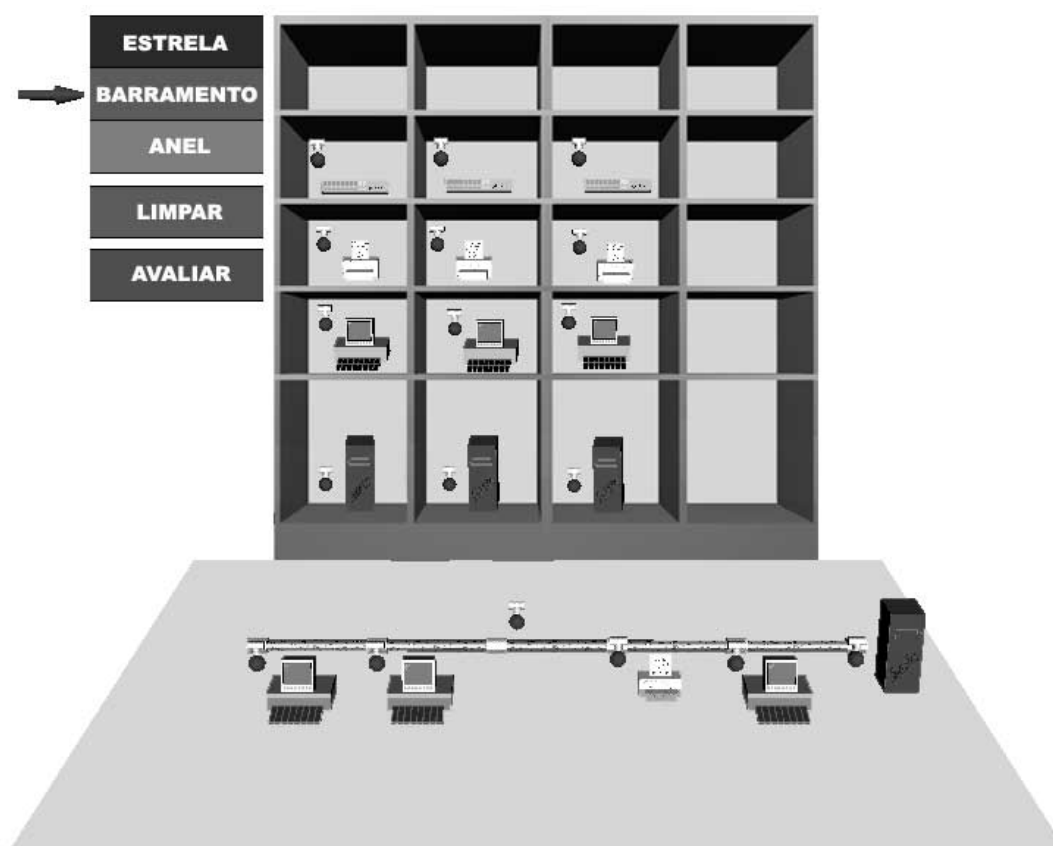


Figura 3. Armário com objetos icônicos de redes, no laboratório de exercícios

O sistema avaliador de arquitetura de redes é composto de um banco de dados em que cada campo descreve a conexão entre dois nós da rede. Este campo descritor contém o nome, tipo de dispositivo, e posição no espaço dos nós desta conexão:

Campo = NO_i{nome, tipo, posição}, NO_j{ nome, tipo, posição}

O sistema contém um primeiro elemento que processa estes dados à procura de repetições ou falta de dispositivos. Logo após, um segundo elemento verifica as conexões, emitindo avisos de inconformidade quando existem conexões onde não devem existir, ou vice-versa. Finalmente um terceiro elemento do sistema se encarrega de enviar a resposta para a interface entre o sistema e o usuário, através de um formato numérico. Esta interface se encarrega de converter este código numérico em uma mensagem escrita, sonora, ou através de ícones.

Esta estrutura fica melhor compreendida nas figuras 4 e 5.

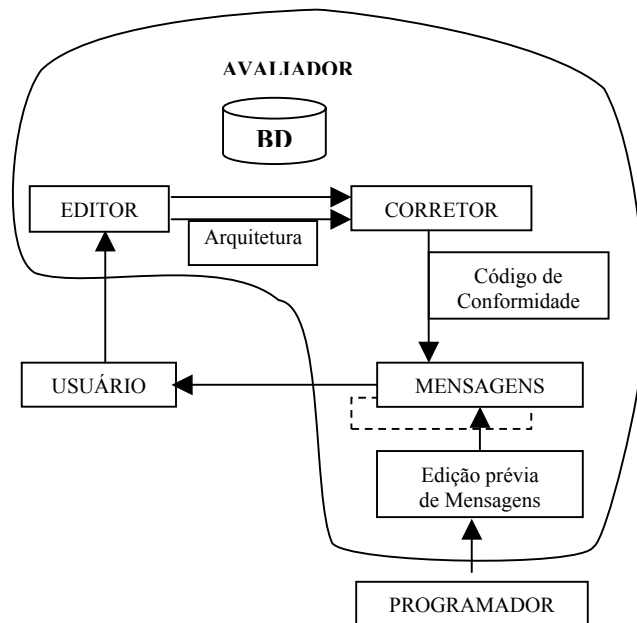


Figura 4. Fluxograma de Funcionamento do Avaliador de Redes

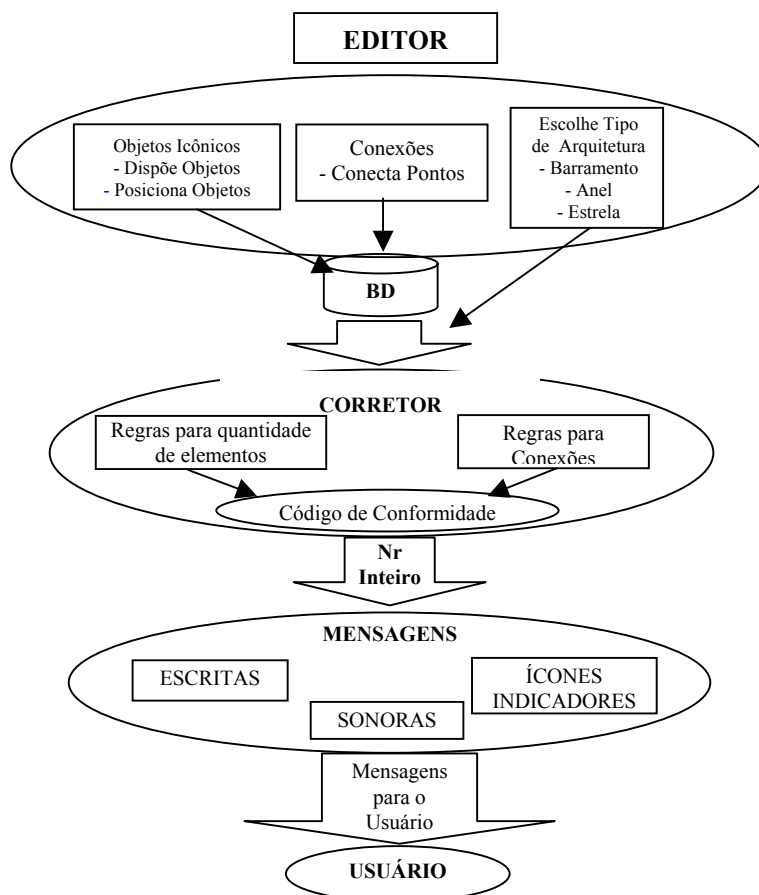


Figura 5. Fluxograma de detalhamento dos módulos do Avaliador de Redes

6. Conclusões e Trabalhos Futuros

O presente trabalho teve o objetivo principal de desenvolver um ambiente de aprendizado para alunos de Redes de Computadores que proporcione o aprendizado pela prática, além de desenvolver habilidades para o auto-aprendizado e o trabalho em grupo.

Com este objetivo buscou-se embasamento nas teorias de aprendizagem - objetivista, construtivista, sócio-histórica e aprendizagem colaborativa - para levantar as possibilidades de relação e de implementação em Realidade Virtual, a fim de selecionar algumas características de cada uma delas para serem incorporadas na construção do laboratório virtual 3D de Redes.

Foi realizado um estudo aprofundado da linguagem VRML, para construção de um ambiente virtual tridimensional que explorasse todos os recursos multimídia de forma produtiva e otimizada, criando condições favoráveis para o desenvolvimento cognitivo do aluno. Observamos que cada pessoa prefere aprender de uma maneira diferente, algumas são visuais, outras são verbais, algumas preferem explorar, outras deduzir. Em cada estilo, podemos usar a Realidade Virtual de uma forma diferente [Pinho 96].

Além da integração dos recursos multimídia com a linguagem VRML, o sistema verificador de Redes desenvolvido em VRML, exibe algumas funcionalidades que ainda não observamos em outros ambientes virtuais, e outras que embora não sejam inovações, são soluções recentes e que foram otimizadas:

- Inclusão de algoritmos para mineração de dados na procura de ciclos redundantes;
- Algoritmos desenvolvidos 100% em VRML;
- Informação armazenada em banco de dados criado com o próprio VRML, durante a edição e extração de informações;
- Programação modular usando VRML;
- Inclusão de tecnologia Macromedia Flash interativa com o ambiente VRML

VRML é uma linguagem de fácil e rápida edição, especialmente se um editor específico for utilizado.. A tecnologia de edição com objetos icônicos ajudou a reduzir o tempo de implementação dos protótipos.

Apesar de implementado, o protótipo necessita de testes com usuários, para verificar sua validade enquanto ferramenta de ensino.

Para completar o sistema, pretende-se ampliar o ambiente através da inserção de recursos que tornem o ambiente mais interativo e intuitivo, permitindo que conteúdos mais aprofundados sobre Redes de Computadores sejam inseridos, além de exercícios que abordem todos os tópicos do conteúdo apresentado no laboratório virtual.

7. Referências

- Aukstakalnis, S., Blatner, D. (1992) "Silicon Mirage: The Art and Science of Virtual Reality", Peachpit Press, Berkeley, CA.
- Burdea, G. (1994) "Virtual Reality Technology", John Wiley & Sons, New York, NY.
- Cantu, E. (2002) "Redes de Computadores: Abordagem de ensino-aprendizagem apoiada em temas geradores". Documento base submetido a Exame de Qualificação para Doutorado. PPGEP - UFSC, out. 2001. <http://www.etfsc-sj.ret.sc.br/~cantu/Qalificacacao.ps>.
- Gaddis, T. (1995) "Planning your Virtual Reality Lab", VR in the Schools, 1(2):12-15, Sept.
- Hancock, D. (1995) "Viewpoint: Virtual Reality in Search of Middle Ground", IEEE Spectrum, 32(1):68, Jan.
- Hassan, E. B. (2003) "VIRTUALNET: Laboratório Virtual 3D de Redes de Computadores". Porto Alegre: PPGC-UFRGS, Dissertação de Mestrado.

- HITL - Human Interface Technology Lab (2002) <http://www.hitl.washington.edu/research/index.html>, Sept.
- Isdale, J. (2002) "What is Virtual Reality? - A homebrew Introduction and Information Resource List". - <http://www.isdale.com/jerry/VR/WhatIsVR.html>, Sept.
- Kirner C., Pinho, M.S (1999) "Introdução à Realidade Virtual", Apostila, UFSCar.
- Macromedia. (2002) <http://www.macromedia.com>. – Sept.
- Pantelides V. (1995) "Reasons to use Virtual Reality in Education". VR in the Schools, vol.1, no.1, jun.
- Parallel Graphics (2002) "a 3D VRML Company". <http://www.parallelgraphics.com>. Sept.
- Pinho, M. S. (1996) "Realidade Virtual como Ferramenta de Informática na Educação". In Anais Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE. Belo Horizonte, outubro.
- Rosa Jr., O. (2001) "Ambientes Virtuais Cooperativos, LRVCHAT3D, Um Estudo de Caso". Proceedings of 4th SBC Symposium on Virtual Reality, Florianópolis, pp 1-11, 16-19 October.
- Sun Microsystems. (2002) <http://www.sun.com>. – Sept.